cobrape

PRH-RPB

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA

RP-04 | Diagnóstico da Bacia

Tomo III - Revisão Final

Março 2025

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E DOS RECURSOS HÍDRICOS

BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL

PSH-PB
PROJETO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA PARAÍBA

AESA

Final	11/03/2025	Diagnóstico da Bacia – Tomo III				
1	10/02/2025	Diagnóstico da Bacia – Tomo III				
0	29/11/2024	Diagnóstico da Bacia – Tomo III				
Revisão	**Data**	**Descrição Breve**	**Por**	**Verif.**	**Aprov.**	**Autoriz.**

Revisão e Atualização do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

RP-04 – DIAGNÓSTICO DA BACIA – TOMO III

Elaborado por:	Supervisionado por:
Equipe técnica da COBRAPE	José Antônio Oliveira de Jesus

Aprovado por:	Revisão	Finalidade	Data
José Antônio Oliveira de Jesus	1	3	11/03/2025
Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação			

COBRAPE
Rua Av. São José, 618 – 10º andar
CEP 80050-350
Tel (41) 3094-2424

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde a Fase A: Relatório da Coleta e da Análise dos Dados para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (PRH – RPB) relativo ao 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).

O Termo de Referência (TdR), parte integrante do contrato, estabelece as seguintes fases componentes do PRH-RPB:

- *Fase Preliminar: Relatório de Planejamento de Ações e Mobilização e Metodologia;*
  - RP-01: Plataforma virtual e Relatório de Planejamento das ações e mobilização;
- *Fase A: Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia;*
  - RP-02: Relatório da Coleta e da Análise dos Dados;
  - RP-03: Estudo Hidrológico da Bacia: Potencialidades e Disponibilidades Hídricas;
  - RP-04: Diagnóstico da Bacia;
- *Fase B: Cenarização, compatibilização e articulação para o Plano de Recursos Hídricos;*
  - RP-05: Cenários possíveis para os Recursos Hídricos da Bacia nos Horizontes de Planejamento Considerados;
- *Fase C: Plano de Recursos Hídricos da Bacia;*
  - RP-06: Metas, programas, medidas emergenciais e Programa de Investimentos do PRH-RPB;
  - RP-07: Diretrizes para Implementação de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (Manual operativo);
  - RF-01: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba – Produto Final.

A Fase A tem o objetivo de levantar os dados, estudos e informações necessárias para que seja realizada a caracterização da bacia quanto aos seus aspectos físicos, ambientais e socioeconômicos, bem como diagnosticar as disponibilidades e demandas hídricas a serem utilizadas na elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (PRH–RPB).

Como este relatório engloba um grande volume de temas e uma densa quantidade de informações, ele foi dividido visando facilitar a leitura e o entendimento dos dados, além de permitir uma organização mais clara e segmentada do conteúdo, tornando a consulta mais prática e ágil. Portanto, tomando como base o roteiro proposto no TdR, tem-se a seguinte divisão dos temas e seus respectivos capítulos neste documento (Tomo III):

- **<u>Tomo I:</u>**
  - Coleta e análise de dados;
  - Caracterização Geral da Bacia e das infraestruturas hídricas;
  - Caracterização físico-biótica;
  - Caracterização socioeconômica e cultural:
    - Histórico do desenvolvimento da região – destacando conflitos sobre uso dos Recursos Hídricos;
    - Atividades econômicas e polarização regional;
    - Aspectos demográficos;
    - Economia;
    - Uso e Ocupação do solo;
    - Política Urbana;
    - Atores da Bacia – identificação, interesses e posicionamentos;
  - Planos e programas existentes;
  - Aspectos institucionais e legais da gestão dos recursos hídricos na Bacia;
- **Tomo II:**
  - Situação dos Recursos Hídricos – Disponibilidade Hídrica:
    - Base de dados de Monitoramento Hidrológico;
    - Modelagem Hidrológica;
    - Caracterização dos Reservatórios;
    - Estimativa da Disponibilidade Hídrica nos Açudes Estratégicos do PRH-RPB;
    - Estimativa da Disponibilidade Hídrica Subterrânea;
    - Análise da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas;
- **Tomo III:**
  - Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF (Cap 4);
  - Situação dos Recursos Hídricos – Demanda Hídrica (Cap. 5);
    - Diagnóstico das Demandas Hídricas;
    - Espacialização das Demandas;
    - Fontes e cargas de poluição;
    - Balanço Hídrico Qualitativo;
    - Balanço Hídrico Quantitativo;
    - Usos múltiplos e conflitos;
  - Caracterização do Saneamento e Saúde Pública (Cap. 6);
  - Áreas protegidas por lei (Cap. 7);
  - Áreas degradadas, situações emergenciais e conflitos existentes (Cap. 8).

Por fim, compõe também esse Relatório, o documento “Anexo I”, que tratam das contribuições recebidas nos eventos e os registros audiovisuais das Consultas Públicas realizadas no âmbito da Fase A.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO 2

2 INTRODUÇÃO 16

3 OBJETIVO 17

4 PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO - PISF 18

4.1 OS DESAFIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO 18
4.2 UMA IDEIA QUE NASCEU NOS ANOS 1800 18
4.3 O DESTINO DA ÁGUA 19
4.4 VIABILIDADE DO PROJETO - CONDICIONANTES TÉCNICOS 22
4.5 O PISF NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA 22
4.6 A OPERAÇÃO E SEUS IMPACTOS 26
4.7 ANDAMENTO DAS OBRAS 29

5 SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – DEMANDAS HÍDRICAS 30

5.1 DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS 30
5.1.1 Demandas Hídricas consuntivas por Município 31
5.1.2 Demandas Hídricas não-consuntivas por Município 57
5.1.3 Total das Demandas Hídricas dos municípios do PRH-RPB 63
5.2 ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS 66
5.2.1 Unidades de Análise para Balanço Hídrico 66
5.2.2 Células de Análise 69
5.2.3 Abastecimento Urbano Humano 69
5.2.4 Abastecimento Rural Humano 84
5.2.5 Setor Agrícola 85
5.2.6 Pecuária 86
5.2.7 Setor Industrial 87
5.2.8 Mineração 88
5.3 FONTES E CARGAS DE POLUIÇÃO 90
5.3.1 Esgotos Domésticos 90
5.3.2 Efluentes Industriais 94
5.3.3 Resíduos Sólidos Urbanos 96
5.3.4 Drenagem Urbana 98
5.3.5 Pecuária 98
5.3.6 Mineração 99
5.3.7 Cargas difusas 100
5.3.8 Cargas Totais 101
5.4 BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO 106
5.5 BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO 108
5.5.1 Balanço hídrico nas UABHs de açudes 109
5.5.2 Balanço hídrico nas demais UABHs do Baixo Paraíba 124

5.6 SÍNTESE DO BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO 129

6 CARACTERIZAÇÃO DO SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA 133

6.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA 133
6.1.1 Aspectos Institucionais 133
6.1.2 Captação da Água Bruta 134
6.1.3 Mananciais de abastecimento 139
6.1.4 Tratamento de Água 142
6.1.5 Adutoras 147
6.1.6 Tipos de Sistema de Abastecimento de Água 150
6.1.7 Atendimento do SAA 156
6.1.8 Soluções alternativas de abastecimento de água 160
6.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO 162
6.2.1 Índices de Atendimento de Esgoto 162
6.2.2 Vazões de Esgoto 168
6.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 170
6.2.4 Diluição de Esgoto 171
6.2.5 Atendimento e Cobertura do Serviço de Esgotamento Sanitário 173
6.2.6 Estações de Tratamento de Esgoto 175
6.3 SANEAMENTO RURAL 178
6.4 RESÍDUOS SÓLIDOS 178
6.4.1 Coleta de Resíduos Sólidos 180
6.4.2 Destinação dos Resíduos Sólidos 182
6.4.3 Coleta Seletiva 184
6.5 DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 184
6.5.1 Infraestrutura de drenagem urbana 184
6.5.2 Caracterização dos eventos hidrológicos impactantes 188
6.6 CONTROLE DE PRAGAS 189
6.7 SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO DO SANEAMENTO AMBIENTAL 197

7 ÁREAS PROTEGIDAS 200

7.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 200
7.2 TERRAS INDÍGENAS E TERRITÓRIOS QUILOMBOLAS 203
7.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE 203
7.4 SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS 206
7.5 SÍNTESE DAS ÁREAS PROTEGIDAS 207

8 ÁREAS DEGRADADAS, SITUAÇÕES EMERGENCIAIS E CONFLITOS EXISTENTES 209

8.1 ESTUDO DAS ÁREAS DEGRADADAS 209
8.1.1 Análise de Transição 215
8.2 USOS MÚLTIPLOS DE RECURSOS HÍDRICOS E CONFLITOS 220
8.2.1 A construção da Barragem de Acauã e seus conflitos 226

8.3 ALOCAÇÃO DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARAÍBA 228
8.4 HISTÓRICO DE EVENTOS EXTREMOS 236
8.4.1 Eventos de Seca 236
8.4.2 Eventos de Cheias 238
8.4.3 Mapeamento de Áreas Inundáveis - Modelo HAND 241
8.5 SÍNTESE DA ANÁLISE DAS ÁREAS DEGRADADAS, SITUAÇÕES EMERGENCIAIS E CONFLITOS EXISTENTES 249
9 ANÁLISE INTEGRADA DO DIAGNÓSTICO DA BACIA 251
9.1 SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES DAS CONSULTAS PÚBLICAS 251
9.2 DIAGNÓSTICO INTEGRADO DA BACIA DO RIO PARAÍBA 253
9.2.1 Análise de cobertura vegetal na bacia 265
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 274

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.18 - Mapa do traçado dos eixos do PISF....21
Figura 5.19 - Trecho V do PISF....23
Figura 5.20 - Última tomada d'água antes da Paraíba....24
Figura 5.21 - Reservatório de Campos....24
Figura 5.22 - Açude Poções....25
Figura 5.23 - Entrega do PISF em Monteiro/PB....25
Figura 5.24 - Estrutura do Canal Acauã/Araçagi....26
Figura 5.25 - Monitoramento contínuo das estações fluviométricas na calha do Paraíba....29
Figura 4.1 – Demanda para abastecimento humano urbano nos municípios do PRH-RPB....36
Figura 4.2 – Demanda hídrica para abastecimento humano rural nos municípios do PRH-RPB....39
Figura 4.3 – Demandas para agricultura para os municípios do PRH-RPB....43
Figura 4.4 – Área plantada total das principais culturas dos municípios....46
Figura 4.5 – Demandas para pecuária dos municípios do PRH-RPB....52
Figura 4.6 – Demandas para indústria....54
Figura 4.7 – Lavras de mineração autorizadas - substâncias....56
Figura 4.8 – Demandas hídricas de aquicultura e carcinicultura....60
Figura 4.9 – Açude Velho....61
Figura 4.10 – Parque Sólon de Lucena....62
Figura 4.11 - Letreiro na cidade de Cabaceiras....63
Figura 4.12 - Demandas hídricas captadas totais (L/s)....64
Figura 4.13 – Demandas hídricas captadas totais (L/s)....65
Figura 4.14 – Municípios com as maiores demandas totais na bacia hidrográfica do Rio Paraíba....66
Figura 4.15 – Unidades de Análise para o Balanço Hídrico entre Disponibilidade e Demandas Hídricas (UABH)....68
Figura 4.16 - Sistemas Integrados Ouro Velho e Adutor do Congo....71
Figura 4.17 - Sistema Integrado Cariri....72
Figura 4.18 - Sistema Integrado Campina Grande Boqueirão....73
Figura 4.19 - Sistema Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio....74
Figura 4.20 - Sistema Integrado Acauã - Gado Bravo....75
Figura 4.21 - Sistema Integrado Acauã Ingá....76
Figura 4.22 - Sistemas Integrados Acauã Leste, Salgado de São Félix e Itabaiana....77
Figura 4.23 - Sistema Integrado Olho D'água Salvador....78
Figura 4.24 - Sistema Integrado Gramame....79
Figura 4.25 - Adutora Natuba....80
Figura 4.26 - Sistema Integrado do Agreste....81
Figura 4.27 - Sistema Integrado Coremas/Sabugi....82
Figura 4.28 - Origem das demandas para abastecimento humano urbano dos municípios do PRH-RPB....83

Figura 4.29 - Demanda total nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB 89
Figura 4.30 – Distribuição da população dos municípios do PRH-RPB conforme a destinação dos esgotos domésticos gerados 92
Figura 4.31 - Situação dos setores censitários 93
Figura 4.32 - Disposição final dos resíduos sólidos na bacia do Rio Paraíba 97
Figura 4.33 - Carga gerada de DBO (kg/dia) por sub-bacia 102
Figura 4.34 - Carga gerada de Fósforo (kg/dia) por sub-bacia 103
Figura 4.35 – Carga de DBO por sub-bacia 104
Figura 4.36 – Carga de fósforo por sub-bacia 105
Figura 4.37 - Balanço Hídrico Qualitativo por sub-bacia 107
Figura 4.38 - Limites de DBO segundo a resolução CONAMA nº 357/2005 108
Figura 4.39 - Avaliação do volume histórico médio dos açudes estratégicos do PRH-RPB e suas vazões firmes 111
Figura 4.40 - Ilustração de um fluviograma de vazões observadas e comparação dessas quanto ao atendimento à demanda 112
Figura 4.41 - Ilustração de uma Curva de Permanência e indicação da obtenção da permanência associada à vazão de demanda 113
Figura 4.42 – Balanço Hídrico para as UABHs dos Açudes Estratégicos 114
Figura 4.43 - Série histórica de volumes mensais para o Açude São Salvador (PB) 115
Figura 4.44 – Série histórica de volumes mensais para o Açude Marés (PB) 115
Figura 4.45 - Série histórica de volumes mensais para o Açude José Rodrigues 116
Figura 4.46 - Demandas Setoriais para as UABHs dos açudes de José Rodrigues e Soledade 116
Figura 4.47 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Soledade (PB) 117
Figura 4.48 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Mucutu (PB) 117
Figura 4.49 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Taperoá II (PB) 118
Figura 4.50 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Santo Antônio (PB) 119
Figura 4.51 - Demandas Setoriais para a UABH do açudes de Camalaú 119
Figura 4.52 - Série histórica de volumes mensais no Açude Camalaú (PB) 119
Figura 4.53 - Distribuição dos setores usuários das águas nas UABHs Poções, Serra Branca II e Cordeiro 120
Figura 4.54 - Série histórica de volumes mensais para os Açudes Poções, Serra Branca II e Cordeiro 121
Figura 4.55 - Distribuição dos setores usuários das águas na UABH do açude Sumé 122
Figura 4.56 - Distribuição dos setores usuários das águas na UABH Epitácio Pessoa 123
Figura 4.57 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Acauã 124
Figura 4.58 - Distribuição dos setores usuários das águas na UABH Acauã 124
Figura 4.59 – Distribuição da demanda total por UABH no Baixo Paraíba (sem as UABHs dos açudes) 127
Figura 4.60 – Distribuição das demandas por setor usuário para as UABHs do Baixo Paraíba (sem as UABHs dos açudes estratégicos) 128

Figura 4.61 - Classificação do Balanço Hídrico das UABHs dos Açudes, em termos do Indicador de Retirada de Água 131
Figura 4.62 - Classificação do Balanço Hídrico das UABHs do Baixo Paraíba, em termos de Vulnerabilidade Hídrica 132
Figura 5.1 - Prestador de Serviço de Abastecimento de Água 134
Figura 5.2 - Pontos de Captação Superficial e Subterrâneo 135
Figura 5.3 – Outorgas de abastecimento público vigentes no PRH-RPB, de outros requerentes 137
Figura 5.4 - Outorgas de abastecimento público vigentes no PRH – RPB, requeridas pela CAGEPA 138
Figura 5.5 - Classificação de Vulnerabilidade dos Mananciais do PRH-RPB 141
Figura 5.6 - Vulnerabilidade por sub-bacias 142
Figura 5.7 - Tipos de Tratamento PRH – RPB 143
Figura 5.8 - Adutoras que compõem PRH-RPB 149
Figura 5.9 - Classificação dos sistemas de abastecimento 150
Figura 5.10 - Classificação dos Sistema Produtor de Água 153
Figura 5.11 – Classificação sistema produtor por sub-bacias 154
Figura 5.12 – Classificação da eficiência de produção de água por sub-bacias 155
Figura 5.13 - Eficiência da Produção de Água do PRH-RPB 156
Figura 5.14 - DBO gerada e lançada dos municípios do PRH-RPB 171
Figura 5.15 - Capacidade de Diluição de Esgotos dos Municípios do PRH-RPB 172
Figura 5.16 - Estações de Tratamento de Esgoto existentes do PRH-RPB 176
Figura 5.17 – Tipos de destinação final de RSU 180
Figura 5.18 - Taxa de Inundação dos municípios do PRH-RPB 189
Figura 5.19 - Casos Chikungunya nos municípios do PRH-RPB 190
Figura 5.20 - Casos de Dengue nos municípios do PRH-RPB 191
Figura 5.21 - Casos de Esquistossomose nos municípios do PRH-RPB 192
Figura 5.22 - Casos de Leptospirose nos municípios do PRH-RPB 193
Figura 5.23 - Casos de Zika Vírus nos municípios do PRH-RPB 194
Figura 5.24 - Número de casos por sub-bacia do PRH-RPB 197
Figura 5.25 – Fotografias do saneamento básico na BH-RPB 198
Figura 6.1 - Áreas protegidas existentes 205
Figura 6.2 - Localização dos Sítios Arqueológicos e das Instituições de Guarda e Pesquisa 207
Figura 7.1 - Distribuição percentual de classes dentro da Bacia do rio Paraíba entre 1992 e 2022 210
Figura 7.2 - Diagrama de Sankey para análise de transição de classes entre os anos de 1990 e 2000 216
Figura 7.3 - Diagrama de Sankey para análise de transição de classes entre os anos de 2000 e 2010 217
Figura 7.4 - Diagrama de Sankey para análise de transição de classes entre os anos de 2010 e 2020 218
Figura 7.5 - Mapa de uso e ocupação de solo para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 219

Figura 7.6 - Pontos de conflitos identificados na Bacia do Rio Paraíba 225
Figura 7.7 - Curvas de permanência dos volumes dos açudes e seus respectivos Estados Hidrológicos 234
Figura 7.8 - Número de ocorrências de estiagem ou seca por ano nos municípios do PRH-RPB 237
Figura 7.9 - Número de ocorrências de estiagem ou seca nos municípios do PRH-RPB entre 1991 e 2023 238
Figura 7.10 - Número de ocorrências de cheias por ano nos municípios do PRH-RPB 239
Figura 7.11 - Número de ocorrências de cheias nos municípios do PRH-RPB entre 1991 e 2023 240
Figura 7.12 - Vulnerabilidade dos Rios na BH-RPB 241
Figura 7.13 - Etapas de processamento do modelo HAND 242
Figura 7.14 - Seção transversal com as faixas de cotas de inundação em relação ao rio 243
Figura 7.15 - Áreas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND para o município de João Pessoa 244
Figura 7.16 - Principais áreas urbanas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND 246
Figura 7.17 - Principais áreas urbanas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND 247
Figura 7.18 - Áreas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND para o município de Campina Grande 248
Figura 8.1 - Fluxograma parcial das etapas do PRH-RPB 254
Figura 8.2 - Síntese de informações da área do PRH-RPB 255
Figura 8.3 - Informações sobre o abastecimento de água nos municípios do PRH-RPB 256
Figura 8.4 - Infográfico da situação do esgotamento sanitário em cada sub-bacia do PRH-RPB 257
Figura 8.5 - Esquema da distribuição da disponibilidade hídrica por açude do PRH-RPB 263
Figura 8.6 - Esquema da distribuição das demandas hídricas por açude do PRH-RPB 264
Figura 8.7 - Cobertura e uso do solo na bacia do Rio Paraíba 266
Figura 8.8 - Composição falsa-cor entre os meses de setembro e novembro da bacia do Rio Paraíba 268
Figura 8.9 - Composição falsa-cor entre os meses de março e maio da bacia do Rio Paraíba 268
Figura 8.10 - Classificação SAVI do periodo de setembro a novembro da bacia do Rio Paraíba 270
Figura 8.11 - Classificação SAVI do periodo de março a maio da bacia do Rio Paraíba 271
Figura 8.12 – Destaque para classificação SAVI do periodo de março a maio da sub-bacia do Rio Taperoá 272
Figura 8.13 – Destaque para classificação SAVI do periodo de setembro a novembro da sub-bacia do Rio Taperoá 273

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Mananciais de abastecimento do PRH-RPB 139
Quadro 5.2 - Classificação de Vulnerabilidade dos Mananciais do PRH-RPB 141
Quadro 5.3 - Tipos de Tratamento dos Sistemas de Captação 144
Quadro 5.4 - Adutoras na abrangência do PRH-RPB 147
Quadro 5.5 - Sistemas Integrados e Isolados no PRH-RPB 151
Quadro 5.6 - Classificação do Sistema Produtor de Água 154
Quadro 5.7 - Eficiência da Produção de Água do PRH-RPB 155
Quadro 5.8 - Destinação dos Resíduos Sólidos para os municípios do PRH-RPB 183

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.12 - Estruturas do Eixo Leste do PISF 25
Tabela 5.13 - Vazões para o Eixo Leste no estado da Paraíba 28
Tabela 4.1 - Distribuição da população dos municípios do PRH-RPB 31
Tabela 4.2 - Coeficientes técnicos de uso de água urbano para a Paraíba segundo a faixa populacional 33
Tabela 4.3 - Demandas de abastecimento humano urbano dos municípios do PRH-RPB 34
Tabela 4.4 - Comparativo das demandas de abastecimento humano urbano 35
Tabela 4.5 - Demandas de abastecimento humano nas zonas rurais dos municípios do PRH-RPB 38
Tabela 4.6 – Demandas para agricultura dos municípios do PRH-RPB 40
Tabela 4.7 - Demandas hídricas para agricultura no PRH-RPB– Comparativo 42
Tabela 4.8 - Principais culturas por município do PRH-RPB 44
Tabela 4.9 – Coeficientes de demanda de água por Tipo de Rebanho 49
Tabela 4.10 - Demandas hídricas para pecuária dos municípios do PRH-RPB 51
Tabela 4.11 - Demandas hídricas para indústria 53
Tabela 4.12 – Produção da aquicultura dos municípios do PRH-RPB 57
Tabela 4.13 – Comparativo da produção da aquicultura na BH-RPB 58
Tabela 4.14 – Demandas hídricas de aquicultura, pesca e carcinicultura 59
Tabela 4.15 – Demandas Hídricas Captadas Totais (L/s) 64
Tabela 4.16 – Unidades de Análise para o Balanço Hídrico (UABH) 67
Tabela 4.17 - Demandas de abastecimento humano urbano nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB 84
Tabela 4.18 - Demandas de abastecimento humano rural nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB 85
Tabela 4.19 - Demandas agrícolas nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB 85
Tabela 4.20 - Demandas para pecuária nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB 86
Tabela 4.21 - Demandas industriais nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB 87

Tabela 4.22 - Demandas para mineração nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB....88
Tabela 4.23 – Contribuição diária *per capita* de cargas orgânicas....90
Tabela 4.24 – Taxas de coleta e tratamento por municípios....91
Tabela 4.25 – Cargas pontuais oriundas do esgoto doméstico por sub-bacia....94
Tabela 4.26 – Cargas difusas oriundas do esgoto doméstico por sub-bacia....94
Tabela 4.27 – Tipologia das indústrias e participação na produção industrial....95
Tabela 4.28 – Cargas oriundas de efluente industrial por sub-bacia do PRH-RPB....95
Tabela 4.29 – Resumo dos destinos de RSU na bacia do Rio Paraíba....96
Tabela 4.30 – Cargas oriundas dos RSU por Sub-Bacia....96
Tabela 4.31 – Cargas de poluentes oriundas da drenagem urbana para o PRH-RPB....98
Tabela 4.32 - Carga remanescente oriunda da pecuária....99
Tabela 4.33 - Carga de uso do solo unitária para DBO e fósforo....100
Tabela 4.34 - Carga remanescente de DBO por uso do solo....100
Tabela 4.35 - Carga remanescente de fósforo por uso do solo....101
Tabela 4.36 - Contribuição total de cargas por sub-bacia....103
Tabela 4.37 - Disponibilidade hídrica por sub-bacia....106
Tabela 4.38 - Balanço hídrico qualitativo....106
Tabela 4.39 – Vulnerabilidade Hídrica para as UABHs do Baixo Paraíba....126
Tabela 5.1 - Atendimento de abastecimento de água no PRH-RPB....157
Tabela 5.2 - Informações operacionais da água no PRH - RPB....159
Tabela 5.3 - Municípios participante da Operação Carro-Pipa....161
Tabela 5.4 - Índices de Atendimento de Esgoto segundo Atlas Esgoto para os municípios do PRH-RPB....163
Tabela 5.5 - Índice de atendimento urbano e total de esgoto referido aos municípios atendidos com água....165
Tabela 5.6 - Municípios do PRH-RPB que fazem uso de soluções alternativas para disposição de esgoto doméstico....167
Tabela 5.7 - Vazões para cada parcela do esgoto nos municípios do PRH-RPB....168
Tabela 5.8 – Capacidade de Diluição Segundo Atlas Esgotos....172
Tabela 5.9 - População com esgotamento sanitário nos municípios do PRH-RPB segundo SNIS em 2021....173
Tabela 5.10 - Ligações e economias ativas dos municípios do PRH-RPB segundo SNIS em 2021....174
Tabela 5.11 - Estações de Tratamento de Esgoto e suas informações segundo ANA no ano de 2019....177
Tabela 5.12 - Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. total e a taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. urbana dos municípios do PRH-RPB....181
Tabela 5.13 - Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio e a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana dos municípios do PRH-RPB....185

Tabela 5.14 - Infraestrutura de drenagem e manejo das águas pluviais urbana nos municípios do PRH-RPB 186
Tabela 5.15 - Número de casos das principais doenças de veiculação hídrica na abrangência do PRH-RPB 194
Tabela 6.1 - Unidades de conservação na região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba 201
Tabela 6.2 - Comunidades Remanescentes de Quilombos da bacia do rio Paraíba 203
Tabela 6.3 - Áreas de Preservação Permanente na Bacia do Rio Paraíba 204
Tabela 6.4 - Quantidade de monumentos arqueológicos por Sub-bacia 206
Tabela 7.1 - Área referentes ao uso do solo dentro das Áreas de Proteção Permanente em km² 212
Tabela 7.2 - Área referentes ao uso do solo dentro das Unidades de Conservação em km² 214
Tabela 7.3 - Transição das áreas (ha) das classes de uso do solo para os anos entre 1990 e 2000 215
Tabela 7.4 - Transição das áreas (ha) das classes de uso do solo para os anos entre 2000 e 2010 216
Tabela 7.5 - Transição das áreas (ha) das classes de uso do solo para os anos entre 2010 e 2020 217
Tabela 7.6 - Descrição dos conflitos pela água na Bacia do Rio Paraíba 222
Tabela 7.7 - Estados Hidrológicos e Condições de Uso dos Sistemas Hídricos Poções-Epitácio Pessoa e Sumé segundo marcos regulatórios 230
Tabela 7.8 - Comparação entre os volumes históricos dos açudes e os Estados Hidrológicos 235
Tabela 7.9 - Número de Ocorrências de Estiagem ou Seca nos municípios do PRH-RPB 237
Tabela 7.10 - Número de Ocorrências de cheias nos municípios do PRH-RPB 239
Tabela 7.11 - Relação entre a área urbana dentro da mancha de inundação e a área urbana total 244
Tabela 8.1 - Avaliação Integrada da Disponibilidade Hídrica 260
Tabela 8.2 – Demandas Hídricas Captadas Totais (L/s) 261

LISTA DE SIGLAS

ABES	- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESA	- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
ANA	- Agência Nacional de Águas e Saneamento
ANM	- Agência Nacional de Mineração
APA	- Área de Proteção Ambiental
APP	- Área de Preservação Permanente
BEDA	- Bovinos Equivalentes para Demanda de Água
BH-RPB	- Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba
CAGEPA	- Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
CAR	- Cadastro Ambiental Rural
CBH	- Comitê de Bacia Hidrográfica
CNA	- Centro Nacional de Arqueologia
CNARH	- Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNIGP	- Cadastro Nacional das Instituições de Guarda e Pesquisa
COBRAPE	- Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
DATASUS	- Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNOCS	- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	- Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	- Estação de Tratamento de Esgoto
FIEP	- Federação das Indústrias do Estado da Paraíba
FUNASA	- Fundação Nacional da Saúde
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INCRA	- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPHAEP	- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba
IPHAN	- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ISH-U	- Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano
LABAP	- Laboratório de Arqueologia e Paleontologia
MDS	- Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome
MDSA	- Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário
MIDR	- Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
MOP	- Manual Operativo
MS	- Ministério da Saúde
NDIHR	- Núcleo de Documentação e Informação Histórica Regional
OCP	- Operação Carro-Pipa
PDRH	- Plano Diretor de Recursos Hídricos
PERH-PB	- Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba
PIB	- Produto Interno Bruto
PISF	- Projeto de Integração do Rio São Francisco
PNRH	- Política Nacional de Recursos Hídricos
PNRS	- Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPM - Pesquisa Pecuária Municipal
PRGIRS - Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba
PRH-RPB - Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

RDO - Resíduos Sólidos Domiciliares
SEDEC - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEIRHMA-PB - Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SINDALCOOL - Sindicato da Industria de Fabricação de Álcool no Estado da Paraíba
SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SAA - Sistemas de Abastecimentos de Água
SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba
TdR - Termos de Referência
UABH - Unidades de Análise para o Balanço Hídrico
UC - Unidades de Conservação
UPH - Unidade de Planejamento Hídrico

2 INTRODUÇÃO

Os Planos de Recursos Hídricos são instrumentos de planejamento e tem como objetivo primordial promover a harmonização entre os usos múltiplos da água na bacia e orientar a implementação dos instrumentos de gestão previstos nas Políticas de Recursos Hídricos. A elaboração de um Plano de Recursos Hídricos deve traduzir seus objetivos em metas estratégicas e quantitativas que possam orientar as decisões do sistema de gestão de recursos hídricos. A reflexão inicial do trabalho deve estar embasada em uma análise crítica da situação atual dos recursos hídricos da bacia, que permita observar quais são as principais lacunas, as quais devem ser trabalhadas intensamente durante a execução da consultoria, bem como as iniciativas e contribuições que geraram avanços na gestão dos recursos hídricos nos últimos anos, e que devem ser fortalecidas.

Diversas questões relacionadas aos recursos hídricos cercam a elaboração do PRH–RPB, dentre elas, a transposição da bacia do rio São Francisco, a estiagem prolongada da região do semiárido, a alta variabilidade de precipitações e vazões (o que torna a região imprevisível), as questões cruciais do setor de saneamento (ausência de água para diluição de esgotos, por exemplo). Todos esses elementos devem ser analisados de maneira conjunta, de modo a proporcionar a Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH) juntamente com a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), informações que subsidiem tomadas de decisão no âmbito da gestão dos recursos hídricos.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba será composto por quatro fases. A Fase Preliminar é composta pelo Relatório de Planejamento das Ações e Mobilização e Metodologia, que abordará o detalhamento das propostas metodológicas com a descrição das atividades envolvidas. A Fase A é referente ao Diagnóstico da Bacia Hidrográfica, onde será realizada a caracterização e avaliação do quadro natural e antrópico na Bacia, além das restrições e potencialidades hídricas relacionadas às demandas atuais. A Fase B é fundamentada no diagnóstico da situação atual, apresentado na fase A, e corresponde à construção dos possíveis cenários ao longo do tempo (curto, médio e longo prazo) considerando condições tendenciais e cenários em situações mais críticas ou desfavoráveis, e outras mais favoráveis e confortáveis. Além disso, será realizada a análise a prospecção de medidas destinadas a compatibilizar as disponibilidades hídricas com as demandas no cenário desejável. A Fase C corresponde à consolidação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba propriamente dita, com participação de consultas públicas para o acompanhamento e implementação do plano e um sistema de informações geográficas para apoio à fase de diagnóstico e dos produtos intermediários e finais.

Alinhado com a capacidade técnica da AESA, a participação social, expressa por meio de eventos participativos ao longo do Plano, permitirá o aferimento sobre os objetivos reais do PRH–RPB, pois envolverá todos os setores usuários na tomada de decisões estratégicas, que irão culminar no estabelecimento dos vetores de crescimento regional e estadual.

3 OBJETIVO

O objetivo do presente relatório é apresentar os dados e estudos levantados para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (PRH-RPB), detalhando as informações obtidas e que serão utilizadas nas próximas fases do estudo e comporão o banco de dados georreferenciados, o SIG-Plano. Contudo, é importante destacar que a atividade de levantamento de informações é contínua durante toda a construção do PRH-RPB, bem como do SIG-Plano, de modo que poderão ser atualizados e incorporados novos dados e estudos conforme o desenvolvimento do estudo e a necessidade identificada.

Ademais, o Tomo I deste relatório também tem como objetivo apresentar a caracterização e avaliação natural e antrópica na bacia, englobando seus aspectos naturais, físicos, ambientais e socioeconômicos, focando na relação e interferência desses fatores com os recursos hídricos da região e suas implicâncias no âmbito do PRH-RPB.

Já o Tomo II tem como finalidade caracterizar apresentar a atualização do estudo hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, com a avaliação da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea da bacia em termos quantitativos e qualitativos, e culminando na avaliação integrada de seus recursos hídricos.

Por fim, o Tomo III contém os cálculos de demandas para o uso de água, as cargas geradas e o balanço hídrico qualitativo e quantitativo, além da análise integrada de todas as informações que compõem a Fase A, de Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia.

4 PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO - PISF

4.1 OS DESAFIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Os baixos índices de precipitação aliados com os longos períodos de estiagem se apresentam na paisagem semiárida de parte do nordeste brasileiro. Esta também é uma realidade de boa porção da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, onde a grande maioria dos rios possuem regime intermitente, ou seja, passam parte do ano sem água correndo, o que gera grandes desafios políticos, institucionais e de engenharia para garantir acesso à água para a população e viabilizar o desenvolvimento através das atividades agropecuárias, principalmente às de subsistência.

O Relatório de Impacto Ambiental do PISF corrobora o texto acima com a seguinte frase: "Sujeito a frequentes secas prolongadas e consequentes ações emergenciais dos governos, o semiárido Nordestino tem na falta de água o maior obstáculo para a prática de atividades produtivas, fundamentais para seu desenvolvimento" (BRASIL, 2004).

Dentro dessa realidade, algumas alternativas são utilizadas com o intuito de amenizar os efeitos da distribuição pluviométrica desigual durante o ano, como por exemplo, a acumulação de água com a construção de açudes, que servem também como estruturas capazes de regularizar a vazão mantendo uma vazão de descarga mesmo durante os períodos sem pluviosidade.

Outra solução de engenharia é a transposição de água entre bacias, ou seja, levar a água de uma bacia que possui boa quantidade de água para regiões onde a disponibilidade hídrica é baixa. Combinados com as alternativas estruturais, são utilizados mecanismos de gestão, que incluem os instrumentos de gestão de recursos hídricos, as boas práticas, o reuso e outras alternativas que contribuem para o consumo consciente da água disponível.

4.2 UMA IDEIA QUE NASCEU NOS ANOS 1800

Dentro das soluções de engenharia, a transposição do Rio São Francisco para o semiárido brasileiro não é uma ideia recente, com sua primeira proposta feita no governo de João VI, em 1818, cujo objetivo principal era permitir a navegabilidade dos rios até Jaguaribe, no Ceará. Posteriormente, em 1847 para combater a seca, nova proposta foi feita ao imperador Pedro II, entre 1852 e 1854, assim como em 1862. Novos projetos foram apresentados ao decorrer dos anos 1800, que tratavam o São Francisco como um milagre por conta da possibilidade de o rio contribuir com o povoamento daquela região ligando o inteiro ao litoral (FERREIRA, 2019).

Nos anos 1900 o projeto foi ganhando cada vez mais notoriedade e importância, principalmente com a criação da Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, onde a seca de 1919 foi outro marco para a concepção da transposição, que acabou não se tornando realidade, chegando até a ganhar canteiro de obras entre 1979 e 1983. Porém, foi em 2003 que o PISF ganhou formas e foi apresentado ao Congresso Nacional, onde em 2004 os estudos e relatórios de impactos ambientais foram apresentados e aprovados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, com a primeira fase das obras efetivamente inaugurada em março de 2017, com a chegada das águas do PISF à Pernambuco e a Paraíba (FERREIRA, 2019).

4.3 O DESTINO DA ÁGUA

A região abrangida pelo PISF está situada no Polígono das Secas, sendo que o Nordeste Setentrional, parte do Semiárido ao norte do Rio São Francisco, enfrenta os impactos mais severos das secas prolongadas, com pouca disponibilidade hídrica e má distribuição de água. Esta área inclui parcialmente os estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. A realização desta obra possibilita o fornecimento de água para diversas finalidades, tais como abastecimento humano, irrigação, dessedentação de animais, criação de peixes e camarões, em uma região que atualmente abriga cerca de 12 milhões de habitantes (BRASIL, 2004).

Ainda de acordo com o RIMA, a definição do projeto ocorreu em duas etapas de análise, em conformidade com as diretrizes estabelecidas no Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Primeiramente, foram conduzidos Estudos de Inserção Regional, que avaliaram a disponibilidade e demanda por água no Nordeste Setentrional, considerando uma área mais ampla do que aquela diretamente beneficiada. Em seguida, foram realizados os Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica, os quais consistiram na avaliação das alternativas para o anteprojeto de engenharia, visando determinar o melhor traçado, o planejamento das obras e seus custos, bem como a viabilidade econômica do projeto. Esses estudos levaram em conta os benefícios socioeconômicos que poderiam ser potencializados por outros empreendimentos independentes já em operação, em fase de construção ou planejados. Ademais, consideraram-se alternativas que visavam mitigar possíveis impactos sobre o Rio São Francisco, levando em consideração as várias propostas realizadas anteriormente para a transposição de suas águas.

A integração do rio São Francisco com as bacias hidrográficas desta região implica na construção de estruturas destinadas a direcionar aproximadamente 3,5% da vazão disponível na altura de Sobradinho para as bacias dos Rios Jaguaribe (CE), Apodi (RN), Piranhas-Açu (PB-RN), Paraíba (PB), Moxotó (PE) e Brígida (PE), denominadas "bacias receptoras". Isso significa que, dos quase 90 bilhões de metros cúbicos de água que o Rio São Francisco lança no mar em média a cada ano, aproximadamente 2 bilhões de metros cúbicos serão captados pelo Projeto, de acordo com as necessidades atuais (BRASIL, 2004).

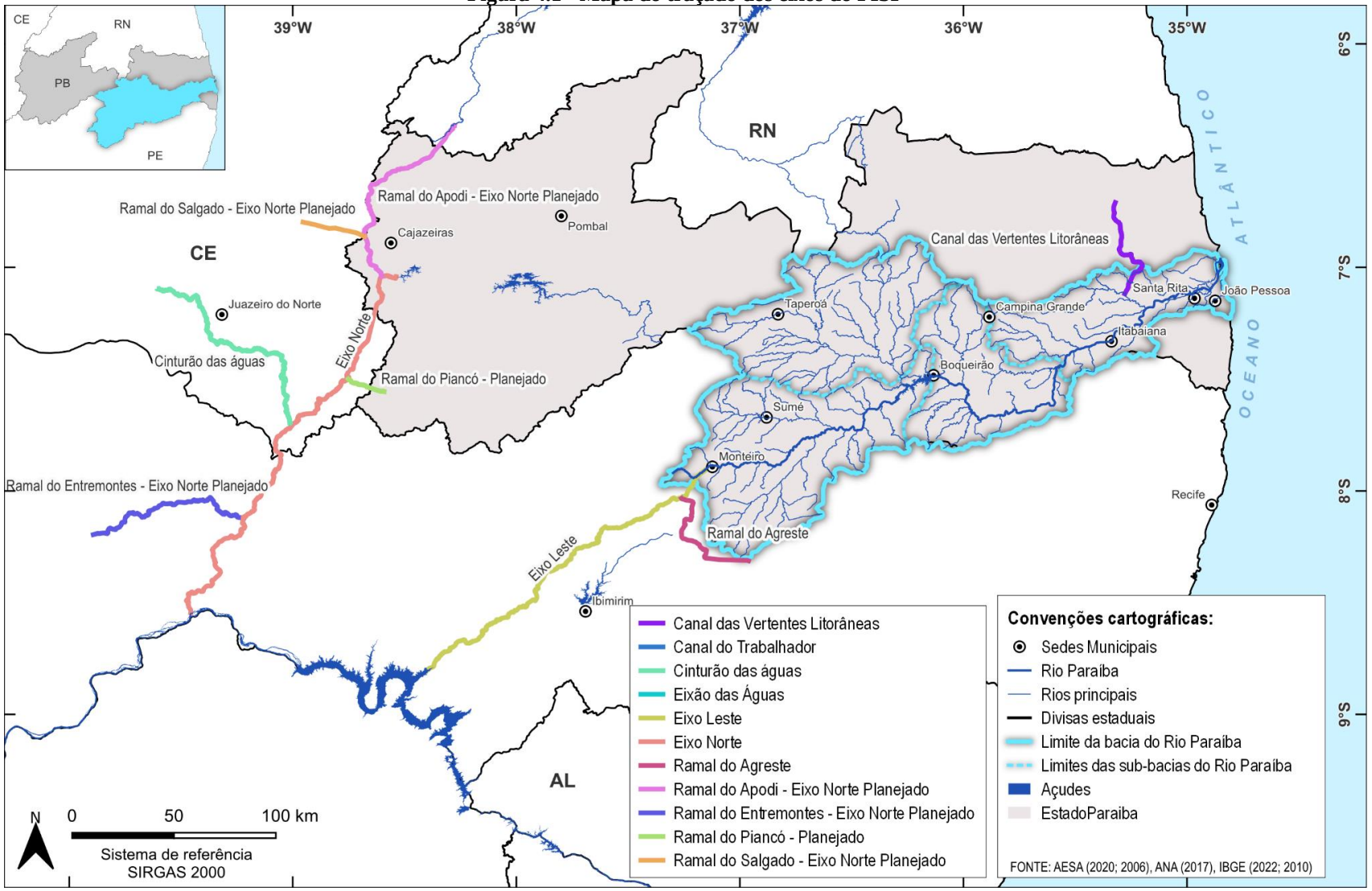
Para determinar o melhor percurso para os canais do Projeto de Integração, foram considerados aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Isso implica em estudar a rota mais eficiente para o transporte da água, com o menor custo possível, e minimizar o impacto ambiental, visando proporcionar o máximo de benefícios para a população que vive nas proximidades dos canais. Alguns dos pré-requisitos observados para determinação do percurso foram: preservar as áreas das Unidades de Conservação, terras indígenas, remanescentes de quilombos e locais protegidos pelo Patrimônio Histórico Brasileiro; busca abastecer o maior número possível de cidades e povoados, garantindo água em quantidade suficiente para que os açudes receptores funcionem como centros de distribuição e; assegurar o fornecimento de água para atividades agropecuárias e abastecimento humano nas regiões próximas aos canais, respeitando os diversos usos das águas do Rio São Francisco.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco representa a mais significativa obra em infraestrutura hídrica do Brasil, cuja extensão de 477 quilômetros é dividida em dois eixos, Leste e Norte. Segundo o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA (BRASIL, 2004), esses eixos independentes são responsáveis pela captação de água no Rio São Francisco, entre as barragens de Sobradinho e Itaparica, no estado de Pernambuco (PORTELA, 2021). Esses sistemas são compostos por canais, estações de bombeamento de água, pequenos reservatórios e usinas hidrelétricas para autoabastecimento.

Os canais do PISF conduzem a água até os principais açudes da região, assegurando seu uso com garantia de atendimento. A partir dos pontos de captação em Cabrobó (PE) e no reservatório de Itaparica (PE), dois canais condutores levam a água para os grandes açudes importantes da região: Castanhão (CE), Armando Ribeiro Gonçalves (RN), Entremontes (PE), Pau dos Ferros (RN), Santa Cruz (RN), Chapéu (PE), Poço da Cruz (PE) e Boqueirão (PB).

A Figura 4.1 apresenta o traçado dos dois eixos especializados.

Figura 4.1 - Mapa do traçado dos eixos do PISF



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), com informações de BRASIL (2004).

4.4 VIABILIDADE DO PROJETO - CONDICIONANTES TÉCNICOS

De acordo com Portela (2021), o Estudo de Impactos Ambientais do PISF fez com que fossem gerados inicialmente 24 Programas Básicos Ambientais com finalidade de execução definidas, que segundo BRASIL (2004) possibilitariam a prevenção, atenuação e correção de impactos, além de monitorar as mudanças no meio ambiente que o projeto causaria.

Ainda segunda Portela (2021), durante a Licença Prévia (LP) foram adicionados mais programas, resultando em um total de 38, que foram detalhados para obtenção da Licença de Instalação (LI) do projeto, que por sua vez, foram premissas para a emissão da outorga e do Certificado de Avaliação de Sustentabilidade de Obra Hídrica (CERTOH).

Durante as fases de execução do projeto várias outras licenças foram sendo emitidas, além de novos processos de Licença de Instalação e Licenças de Operação (LO) por eixos estruturantes. A Licença de Operação do Eixo Leste, que entrega a água na Bacia do Rio Paraíba, foi emitida em 2018, com vigência de 10 anos, e as licenças de instalação do trecho foram sendo renovadas com condicionantes da LO (PORTELA, 2021).

Além da infraestrutura física de engenharia, também existem condicionantes técnicas e políticas para a operação do projeto, principalmente relacionadas às outorgas para o direito do uso da água. A outorga principal do PISF é datada de 22 de setembro de 2005, atualizada em 2016 e 2018, e dá o direito de uso dos recursos hídricos do Rio São Francisco para execução do PISF ao Ministério da Integração Nacional, detalhando as condições de operação da seguinte forma:

> *"I - coordenadas geográficas do ponto de captação do eixo norte: 8º 32' 43,32" de latitude sul e 39º 27' 19,86" de longitude oeste;*
>
> *II - coordenadas geográficas do ponto de captação do eixo leste: 8º 48' 34,72" de latitude sul e 38º 24' 23,62" de longitude oeste;*
>
> *III - **vazão firme disponível para bombeamento, nos dois eixos, a qualquer tempo, de 26,4 m³/s, correspondente à demanda projetada para o ano de 2025 para consumo humano e dessedentação animal na região**; e*
>
> *IV - excepcionalmente, será permitida a captação da vazão máxima diária de 114,3 m3/s e instantânea de 127 m3/s, quando o nível de água do Reservatório de Sobradinho estiver acima do menor valor entre:*
>
> *a) nível correspondente ao armazenamento de 94% do volume útil; e*
>
> *b) nível correspondente ao volume de espera para controle de cheias.*
>
> *(ANA, 2005)"*

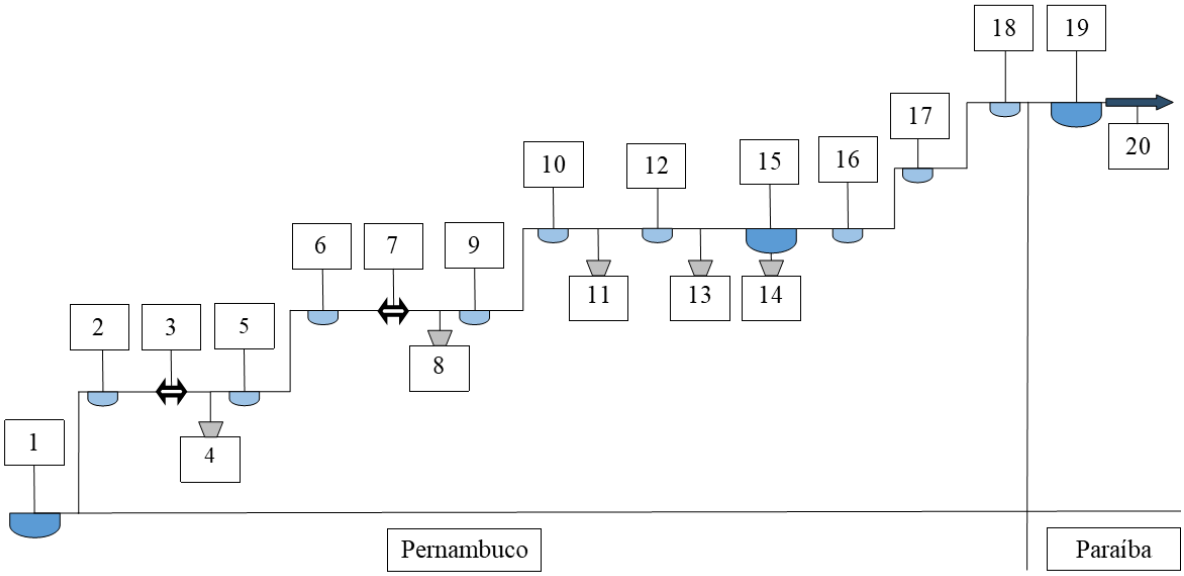
4.5 O PISF NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA

O PISF tem relação direta com a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba no Eixo Leste, justamente por conta de que a entrega de água da transposição ocorre no município de Monteiro/PB, na calha do Rio Paraíba, que posteriormente alimenta o reservatório de Epitácio Pessoa, um dos mais importantes da BH-RPB.

O Eixo Leste possui 217 km de extensão, partindo da captação no reservatório de Itaparica, deixando parte da água nas Bacias de Moxotó, Pajeú e para o agreste pernambucano, através

do Ramal do Agreste. O Trecho Leste apresenta um desnível de 332 metros ao longo de seu trecho, e uma capacidade instalada de 18 m³/s (PORTELA, 2021). O Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional relata que o Eixo Leste é composto por seis estações de bombeamento, cinco aquedutos, um túnel, uma adutora e 12 reservatórios que estão em pré-operação (BRASIL, 2019). A Figura 4.2 apresenta o trajeto do trecho V, responsável pelo Eixo Leste, podendo destacar a captação de Itaparica com destino à Monteiro entregando a água no Rio Paraíba.

Figura 4.2 - Trecho V do PISF

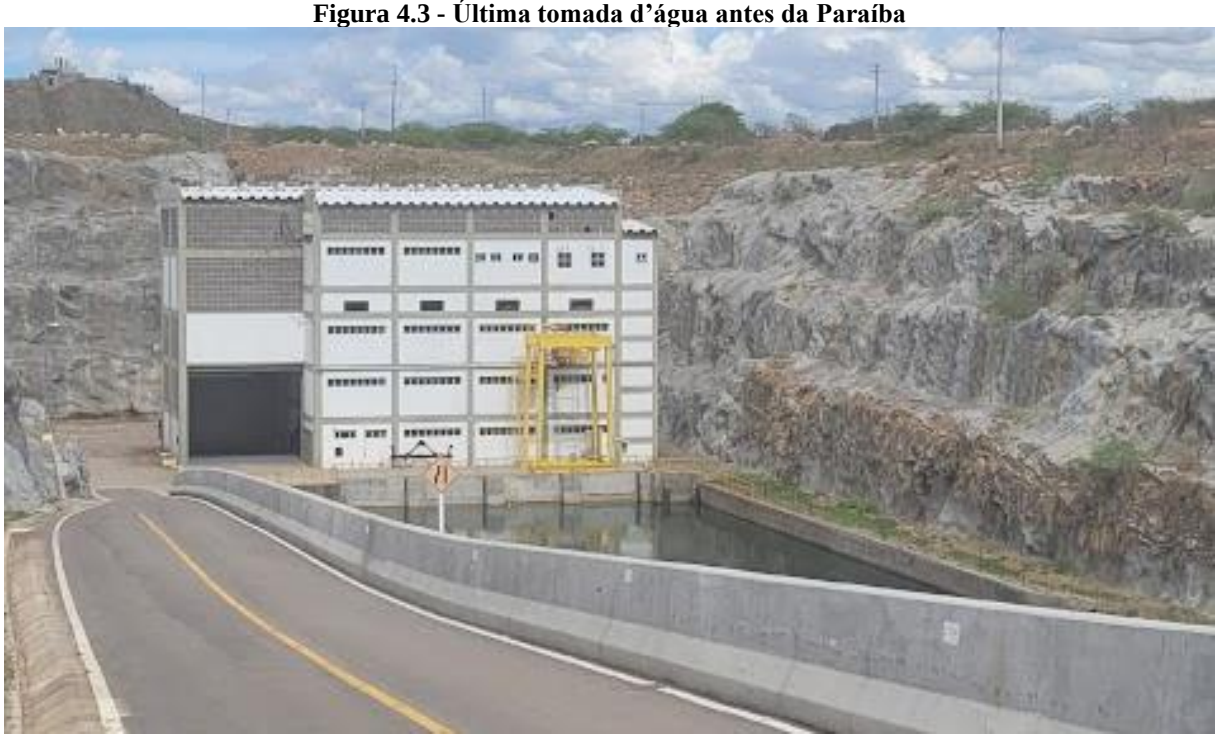


1: Reservatório da UHE Itaparica
2: Reservatório Panela d'Água
3: BR-316
4: Aqueduto Beldroega
5: Reservatório dos Mandantes
6: Reservatório Salgueiro
7: BR-428
8: Aqueduto Jacaré
9: Reservatório Cacimba Nova
10: Reservatório Bagres
11: Aqueduto Caetitu
12: Reservatório do Copiti
13: Aqueduto Caetitu
14: Aqueduto Caetitu
15: Açude Poço da Cruz
16: Reservatório Moxotó
17: Reservatório Barreiro
18: Reservatório Campos
19: Açude Poções
20:Rio Paraíba

Fonte: Adaptado de BRASIL (2004).

Durante a elaboração do PRH-RPB a equipe da consultora, membros do CBH e da equipe técnica da AESA percorreram diversas estruturas do PISF. A Figura 4.3 representa a última tomada d'água antes do Eixo Leste chegar no Estado da Paraíba, seguido pelo reservatório Campos, representado na Figura 4.4. Já a Figura 4.5 é o Açude Poções, o primeiro da água do São Francisco no Estado da Paraíba e na BH-RPB, já a Figura 4.6 mostra a entrega de água em Monteiro/PB.

Figura 4.3 - Última tomada d'água antes da Paraíba

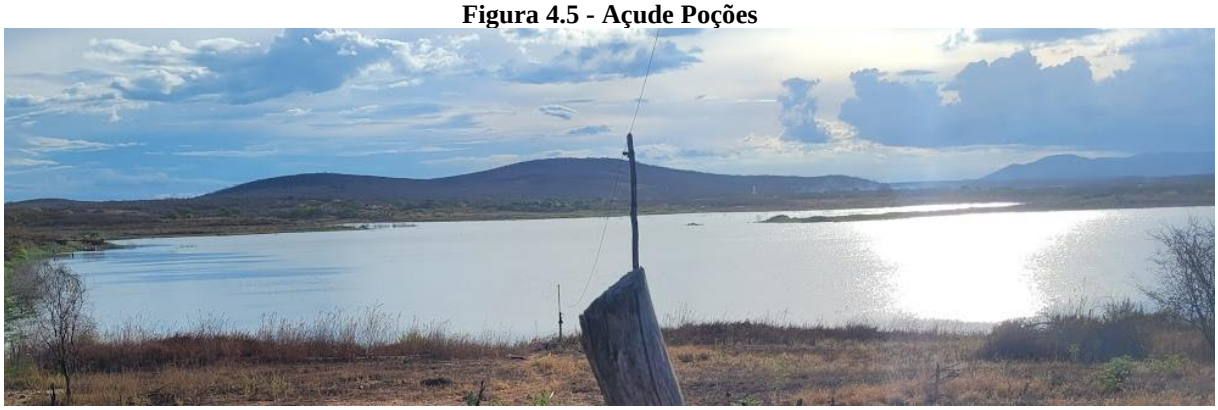


Fonte: COBRAPE (2023) Fotografia de Murilo Nogueira.

Figura 4.4 - Reservatório de Campos

Fonte: COBRAPE (2023) Fotografia de Murilo Nogueira.

Figura 4.5 - Açude Poções



Fonte: COBRAPE (2023) Fotografia de Murilo Nogueira.

Figura 4.6 - Entrega do PISF em Monteiro/PB

Fonte: COBRAPE (2023) Fotografia de Murilo Nogueira.

O resumo com as principais estruturas integrantes do Eixo Leste do PISF foi apresentado por Portela (2021) e está disposto na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Estruturas do Eixo Leste do PISF

Estruturas	Quantidade	Características
Tomada d'água	11	Qmáx = 18 m³/s
Canais	24	Ctotal = 176,20 km
Aquedutos	5	Ctotal = 7,59 km
Túneis	1	Ctotal = 0,690 km
Adutora	1	Ctotal = 11,96 km
Reservatórios	12	Vtotal = 37,94 hm³
Estações de Bombeamento	6	Ptotal = 92,54 MW
Linha de Transmissão (230 kV)	1	Ctotal = 151,00 km

Fonte: PORTELA (2021), adaptado de MI (2014).

Além da derivação do Eixo Leste até Monteiro/PB, que faz a adução de água do São Francisco para a BH-RPB, também é importante destacar que a Bacia do Rio Paraíba exportará água do PISF para a Bacia Litoral Norte, através da Vertente Litorânea, que capta água do Açude de Acauã e através do Canal Acauã Araçagi, que já está em construção, e leva água para a bacia limítrofe ao norte. A Figura 4.7 mostra a estrutura de saída de água do Açude de Acauã em direção à Araçagi.

Figura 4.7 - Estrutura do Canal Acauã/Araçagi

Fonte: COBRAPE (2023) Fotografia de Murilo Nogueira.

O PISF na Paraíba está vinculado a outros programas, como o Proágua Infraestrutura e o Proágua/Semiárido, que têm como objetivo distribuir água para consumo urbano no Semiárido e promover uma gestão eficaz desse recurso. Ainda no setor da infraestrutura de águas, ocorrem iniciativas complementares estaduais associadas ao Projeto de Integração, em especial às relacionadas à Bacia do Rio Paraíba: estabelecimento de perímetros irrigados na Paraíba a partir dos açudes construídos; cadastramento e regularização fundiária nos municípios afetados pelos canais do projeto por meio de convênio entre o Ministério da Integração (MI) e o INCRA; e planejamento de outros sistemas de integração de bacias.

4.6 A OPERAÇÃO E SEUS IMPACTOS

Os principais impactos positivos esperados com a implantação e operação do Projeto de Integração, de acordo com a análise do RIMA, incluem: aumento da disponibilidade e segurança hídrica; geração de empregos e renda durante a fase de implementação; impulso na economia regional; ampliação do acesso à água para abastecimento urbano e rural; redução da vulnerabilidade da população a situações de seca; estímulo à atividade agrícola e expansão das áreas produtivas; melhoria da qualidade da água nas bacias receptoras; desaceleração do êxodo rural e migração da região; diminuição dos casos de doenças e óbitos relacionados à escassez de água; e alívio da pressão sobre a infraestrutura de saúde.

Já dentre os impactos negativos esperados, destacam-se: perda temporária de empregos e renda devido às desapropriações; alterações na composição das comunidades biológicas aquáticas

nativas nas bacias receptoras, com risco de redução da biodiversidade; tensões sociais durante a fase de construção, incluindo ruptura de relações comunitárias; possíveis interferências com populações indígenas; pressão sobre a infraestrutura urbana; risco de impacto no Patrimônio Cultural; perda e fragmentação de áreas com vegetação nativa e habitats 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.

As consultas públicas do diagnóstico puderam validar os impactos positivos descritos no RIMA, principalmente voltados ao desenvolvimento da região, e também ressaltar alguns passivos deixados pela extensa obra de transposição do Rio São Francisco. Dentre as contribuições negativas sobre o PISF, foi possível destacar a constatação de alguns representantes alegando que diversos poços e cacimbas utilizados para captação de água acabaram secando, deixando sem água algumas comunidades. Também foram observadas contribuições que falam sobre a falta de água em regiões próximas aos canais da transposição, onde segundo alguns participantes, acaba agravando a desigualdade, principalmente pelo reassentamento de comunidades com populações vulneráveis, como exemplo, regiões próximas da nascente do Rio Paraíba, na Serra do Jabitacá, que um grupo de pessoas depende de carros pipa para o abastecimento. Também foram relatados problemas de acesso para algumas comunidades e falta de infraestrutura hídrica em localidades onde deveria chegar água do PISF.

Desde 2018, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico dispõe sobre o Plano de Gestão Anual do Projeto de Integração do Rio São Franscisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF. Em suas resoluções anuais é apresentada a repartição das vazões disponibilizadas entre os estados e seus volumes correspondentes. A Tabela 4.2 exibe repartição das vazões mensal e anual (m^3/s) e volumes (hm^3) em 2023 para o Eixo Leste no estado da Paraíba (ANA, 2023).

Tabela 4.2 - Vazões para o Eixo Leste no estado da Paraíba

Ponto de entrega	Categoria de usuário	Finalidade do uso	Vazões	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	Vazão Média Anual (m^3/s)	Volume Anual (hm^3)
Divisa PE/PB até a 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	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

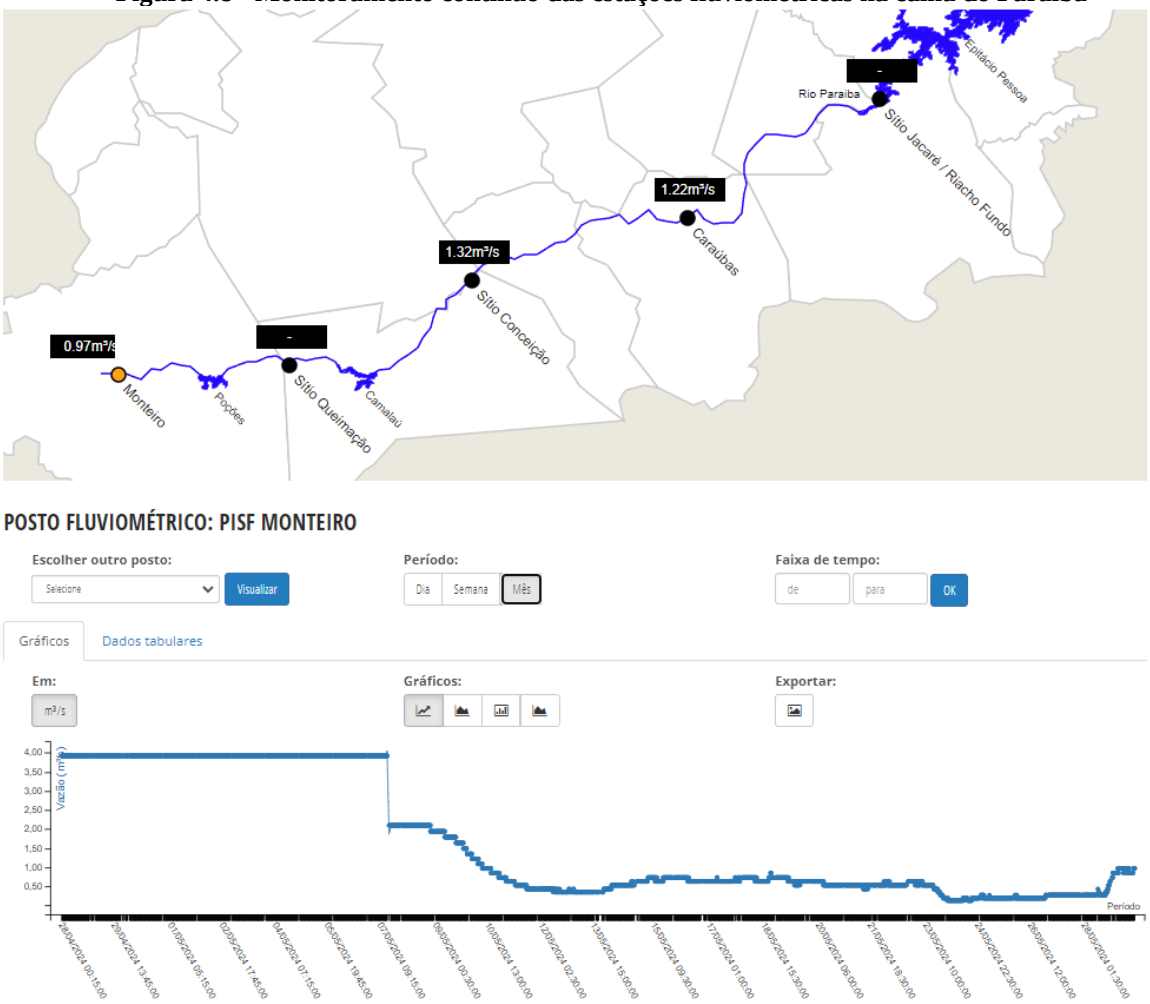
Fonte: ANA (2023).

4.7 ANDAMENTO DAS OBRAS

No último sumário Executivo das Obras (BRASIL, 2023), referente ao mês de dezembro de 2023, foi ressaltado que o empreendimento apresentava 98,98% de execução física, sendo que o Eixo Norte conta com 99,80% e o Eixo Leste com 97,13% de execução. Esses percentuais de avanço correspondem à evolução dos projetos executivos, das obras civis, das instalações eletromecânicas e ações ambientais ao todo, mas destaca-se que ambos já se encontram em operação. O canal Acauã/Araçagi também já tem boa parte de sua obra concluída, faltando um lote ainda para finalização do canal.

Além das obras físicas, a AESA faz um monitoramento contínuo da vazão que chega ao PISF em Monteiro/PB e das estações fluviométricas ao longo da calha do Rio Paraíba, podendo então, mapear quais as diferenças entre a entrada da água transposta na Bacia e a próxima estação, avaliando a operação dos reservatórios e se as retiradas são compatíveis com as outorgas. A Figura 4.8 mostra uma imagem retirada do site da AESA, disponível ao público, com o monitoramento das estações operadas, com detalhe para a estação receptora de Monteiro, apresentando a série histórica e variação da vazão ao longo dos dias.

Figura 4.8 - Monitoramento contínuo das estações fluviométricas na calha do Paraíba



Fonte: AESA (2024). Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/fluviometria/projeto-de-integracao-do-rio-sao-francisco-pisf/?id_posto=38895001>.

5 SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – DEMANDAS HÍDRICAS

5.1 DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

Este capítulo compreende a caracterização das demandas hídricas: levantamento dos usos e usuários de recursos hídricos superficiais e subterrâneos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, tendo como intuito a caracterização dos usos múltiplos, estabelecidos pela Lei n.º 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos.

A determinação das demandas foi realizada com base em dados secundários, por meio de publicações oficiais, de instituições como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o órgão estadual outorgante – Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) –, estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dentre outros.

Para melhor entendimento deste capítulo, os usos foram classificados em consuntivos e não-consuntivos. O primeiro se refere àqueles que captam certo volume de água dos corpos hídricos e posteriormente devolvem uma parcela deste montante captado novamente aos corpos hídricos. Os setores considerados nesta esfera foram o abastecimento público, agrícola, pecuário, industrial e extração mineral.

Já os usos não-consuntivos se referem àqueles que captam um certo volume de água, porém este volume é devolvido integralmente aos corpos hídricos posteriormente, ou que utilizam os recursos hídricos para algum fim. Para estes usos foram considerados a aquicultura, pesca e carcinicultura, a geração de energia, lazer e turismo.

- *Consolidação do Cadastro de Outorgas e demais fontes utilizadas*

A determinação das demandas totais para os setores usuários considerados neste capítulo exigiu uma base consolidada das captações utilizadas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

Para os setores agrícola, industrial e de mineração, esta consolidação partiu da análise de todas as entradas contidas no Cadastro de Outorgas do estado da Paraíba – total de 5.455 entradas –, disponibilizado pela AESA, em abril de 2024, e filtrado para a bacia do Rio Paraíba.

Num primeiro momento, o cadastro de outorgas foi georreferenciado por meio de *software* de geoprocessamento, com o intuito de selecionar somente as outorgas que estão localizadas na bacia em tela. Esta operação resultou num total de 1.542 entradas.

Num segundo momento foi consultado o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH – gerenciado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o qual disponibiliza os registros dos usuários de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) que captam água, lançam efluentes ou realizam demais interferências diretas em corpos hídricos (rio ou curso d'água, reservatório, açude, barragem, poço, nascente, etc.) em domínios da União, e que totalizavam 3.440 registros no estado da Paraíba.

Desta forma, para as outorgas dos corpos hídricos da União, foram selecionadas, por meio de georreferenciamento, as outorgas localizadas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, e aplicados os seguintes filtros na coluna "TSP_DS" do arquivo vetorial:

- Filtro de 100m de *buffer* das outorgas da AESA, com o intuito de eliminar outorgas iguais;
- Eliminação das outorgas com situação: indeferida e inválida.

Com estes filtros foram considerados 443 registros de outorgas em domínios da União.

Desta forma obteve-se um montante de 3.883 outorgas consolidadas para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Na sequência estão apresentadas as metodologias para obtenção dos quantitativos de captação por setor usuário na bacia do Rio Paraíba.

5.1.1 Demandas Hídricas consuntivas por Município

5.1.1.1 Dados de população utilizados

Devido à ausência de divulgação dos dados finais consolidados do Censo 2022 até a data do presente estudo, a população espacializada nos municípios do PRH-RPB foi obtida a partir da relação entre os dados mais recentes e com maior nível de detalhamento divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para tanto, utilizou-se os dados espaciais do arquivo denominado Malha de Setores Censitários Intermediária de 2021 (IBGE 2021), uma vez que os dados mais recentes de malha de setores - Malha de Setores Censitários Preliminar de 2022 - não contemplavam o atributo de situação, ou seja, a definição do tipo do setor conforme suas características de urbanização, densidade populacional, infraestrutura e ambiental.

A malha de setores intermediária de 2021 foi, então, comparada com a malha de setores preliminar de 2022 para verificação de compatibilidade entre os atributos de código do setor, área e geometria. Uma vez validado para os setores pertencentes aos municípios do PRH-RPB, definiu-se a utilização da malha de setores intermediária de 2021.

Por fim, os dados de população foram obtidos da publicação denominada Agregados por Setores Censitários preliminares: População e domicílios (IBGE, 2024). Desta divulgação foram utilizados os valores totais de pessoas por setor, sendo unidos estes dados à malha de setores por meio do relacionamento de campos-chaves dos códigos de setores. Assim, obtiveram-se as populações urbanas e rurais dos municípios do PRH-RPB, as quais são apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Distribuição da população dos municípios do PRH-RPB

Município	População Rural	População Urbana	População Total
Alagoa Grande	9.332	16.730	26.062
Alcantil	2.956	2.622	5.578
Amparo	947	1.287	2.234
Araçagi	9.266	7.380	16.646
Areial	1.565	5.563	7.128
Aroeiras	8.984	9.721	18.705
Assunção	846	3.306	4.152
Barra de Santa Rosa	4.955	7.949	12.904
Barra de Santana	7.008	1.051	8.059
Barra de São Miguel	3.247	2.659	5.906
Bayeux	538	82.204	82.742

Município	População Rural	População Urbana	População Total
Boa Vista	2.548	3.829	6.377
Boqueirão	4.645	12.953	17.598
Cabaceiras	2.579	2.756	5.335
Cabedelo	2	66.517	66.519
Cacimba de Areia	1.538	1.753	3.291
Cacimbas	3.840	3.383	7.223
Caldas Brandão	2.406	3.347	5.753
Camalaú	2.463	3.622	6.085
Campina Grande	14.860	404.519	419.379
Caraúbas	2.139	1.805	3.944
Caturité	4.058	1.196	5.254
Congo	1.478	3.455	4.933
Coxixola	879	945	1.824
Cruz do Espírito Santo	8.495	8.600	17.095
Cubati	2.342	5.238	7.580
Desterro	2.796	5.271	8.067
Fagundes	4.911	6.138	11.049
Gado Bravo	6.734	1.445	8.179
Gurinhém	7.503	6.263	13.766
Gurjão	957	2.285	3.242
Ingá	5.482	12.210	17.692
Itabaiana	3.599	19.583	23.182
Itatuba	4.193	6.306	10.499
João Pessoa	1.223	832.709	833.932
Juarez Távora	1.812	5.984	7.796
Juazeirinho	7.679	9.328	17.007
Junco do Seridó	2.230	4.563	6.793
Juripiranga	702	9.310	10.012
Lagoa Seca	13.305	14.425	27.730
Livramento	3.082	3.795	6.877
Lucena	1.713	10.847	12.560
Mari	3.694	17.818	21.512
Massaranduba	5.592	8.547	14.139
Mogeiro	7.801	6.098	13.899
Montadas	1.727	4.085	5.812
Monteiro	10.468	21.809	32.277
Mulungu	4.411	4.380	8.791
Natuba	5.133	3.812	8.945
Olivedos	1.508	2.072	3.580
Ouro Velho	900	2.018	2.918
Parari	823	897	1.720
Pedras de Fogo	12.240	17.422	29.662
Pilar	3.603	8.708	12.311
Pocinhos	6.179	11.290	17.469
Prata	1.298	2.617	3.915
Puxinanã	6.551	7.726	14.277
Queimadas	19.165	28.493	47.658
Riachão do Bacamarte	1.660	3.030	4.690
Riachão do Poço	3.025	1.713	4.738
Riacho de Santo Antônio	451	1.504	1.955
Salgadinho	2.044	1.311	3.355

Município	População Rural	População Urbana	População Total
Salgado de São Félix	6.374	5.131	11.505
Santa Cecília	5.058	2.612	7.670
Santa Rita	16.685	133.225	149.910
Santo André	1.413	1.209	2.622
São Domingos do Cariri	1.136	1.449	2.585
São João do Cariri	1.691	2.535	4.226
São João do Tigre	2.797	1.466	4.263
São José dos Cordeiros	1.627	1.784	3.411
São José dos Ramos	3.294	2.597	5.891
São Miguel de Taipu	3.964	3.102	7.066
São Sebastião do Umbuzeiro	969	2.310	3.279
São Vicente do Seridó	4.958	5.333	10.291
Sapé	12.382	38.924	51.306
Serra Branca	3.769	9.845	13.614
Serra Redonda	3.133	3.695	6.828
Sobrado	7.229	1.007	8.236
Soledade	3.275	10.693	13.968
Sumé	3.480	13.686	17.166
Taperoá	4.549	9.519	14.068
Teixeira	4.085	10.546	14.631
Tenório	1.028	1.938	2.966
Umbuzeiro	4.982	4.142	9.124
Zabelê	736	1.492	2.228
Total	**368.724**	**2.038.442**	**2.407.166**

Fonte: Cobrape (2024), com informações de IBGE (2024; 2021).

5.1.1.2 Abastecimento Humano Urbano

Para o setor de abastecimento humano urbano, as estimativas dos valores das demandas hídricas consideram a metodologia do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019), que contempla, dentre outras informações, a definição de coeficientes técnicos a partir do levantamento e consolidação de métodos encontrados em literatura e estudos em relação aos dados disponíveis.

No caso do coeficiente urbano, este varia por grupo e população, de modo que o estado da Paraíba se encontra no Grupo 2, em que majoritariamente se encontram os estados nordestinos. A Tabela 5.2 apresenta os coeficientes de uso médio *per capita* para o estado paraibano, bem como os índices de perdas médios para região segundo o manual, os quais foram utilizados para calcular o coeficiente *per capita* de retirada dos municípios.

Tabela 5.2 - Coeficientes técnicos de uso de água urbano para a Paraíba segundo a faixa populacional

Faixa populacional	Uso médio *per capita* (L/hab.dia)	Índice de perdas (%)	Retirada *per capita* (L/hab.dia)
abaixo de 5 mil hab.	87	37%	138
entre 5 mil e 35 mil hab.	87	36%	136
entre 35 mil e 75 mil hab.	95	39%	156
acima de 75 mil hab.	112	50%	224

Fonte: Cobrape (2024), com informações de ANA (2019).

Tais coeficientes foram, então, aplicados nas populações urbanas apresentadas no item 5.1.1.1 e obtidos os valores de demandas captadas por municípios. Para a estimativa da quantidade de água efetivamente consumida, adotou-se, com base na recomendação da NBR 9649 da ABNT, o coeficiente de retorno corresponde a 80% da demanda urbana captada, de modo que a demanda urbana consumida equivale a 20%. A vazão total captada é de 4.715 L/s, dividida entre os 85 municípios abrangidos no presente trabalho, cujos valores municipais estão apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Demandas de abastecimento humano urbano dos municípios do PRH-RPB

Municípios	Demanda Urbana (L/s)	
	Captada	Consumida
Alagoa Grande	26,33	5,27
Alcantil	4,19	0,84
Amparo	2,06	0,41
Araçagi	11,62	2,32
Areial	8,76	1,75
Aroeiras	15,30	3,06
Assunção	5,28	1,06
Barra de Santa Rosa	12,51	2,50
Barra de Santana	1,68	0,34
Barra de São Miguel	4,25	0,85
Bayeux	213,12	42,62
Boa Vista	6,12	1,22
Boqueirão	20,39	4,08
Cabaceiras	4,40	0,88
Cabedelo	120,10	24,02
Cacimba de Areia	2,80	0,56
Cacimbas	5,40	1,08
Caldas Brandão	5,35	1,07
Camalaú	5,79	1,16
Campina Grande	1.048,75	209,75
Caraúbas	2,88	0,58
Caturité	1,91	0,38
Congo	5,52	1,10
Coxixola	1,51	0,30
Cruz do Espírito Santo	13,54	2,71
Cubati	8,25	1,65
Desterro	8,30	1,66
Fagundes	9,66	1,93
Gado Bravo	2,31	0,46
Gurinhém	9,86	1,97
Gurjão	3,65	0,73
Ingá	19,22	3,84
Itabaiana	30,83	6,17
Itatuba	9,93	1,99
João Pessoa	2.158,88	431,78
Juarez Távora	9,42	1,88
Juazeirinho	14,68	2,94
Junco do Seridó	7,29	1,46
Juripiranga	14,65	2,93
Lagoa Seca	22,71	4,54
Livramento	6,06	1,21
Lucena	17,07	3,41
Mari	28,05	5,61
Massaranduba	13,45	2,69
Mogeiro	9,60	1,92
Montadas	6,52	1,30
Monteiro	34,33	6,87
Mulungu	7,00	1,40
Natuba	6,09	1,22
Olivedos	3,31	0,66
Ouro Velho	3,22	0,64
Parari	1,43	0,29
Pedras de Fogo	27,42	5,48
Pilar	13,71	2,74
Pocinhos	17,77	3,55
Prata	4,18	0,84
Puxinanã	12,16	2,43
Queimadas	44,85	8,97
Riachão do Bacamarte	4,84	0,97
Riachão do Poço	2,74	0,55
Riacho de Santo Antônio	2,40	0,48
Salgadinho	2,09	0,42
Salgado de São Félix	8,08	1,62
Santa Cecília	4,17	0,83
Santa Rita	345,40	69,08
Santo André	1,93	0,39
São Domingos do Cariri	2,31	0,46
São João do Cariri	4,05	0,81
São João do Tigre	2,34	0,47
São José dos Cordeiros	2,85	0,57
São José dos Ramos	4,15	0,83
São Miguel de Taipu	4,95	0,99
São Sebastião do Umbuzeiro	3,69	0,74
São Vicente do Seridó	8,39	1,68
Sapé	70,28	14,06
Serra Branca	15,50	3,10
Serra Redonda	5,90	1,18
Sobrado	1,61	0,32
Soledade	16,83	3,37
Sumé	21,54	4,31
Taperoá	14,98	3,00
Teixeira	16,60	3,32
Tenório	3,10	0,62
Umbuzeiro	6,62	1,32
Zabelê	2,38	0,48
Total	**4.715,12**	**943,02**

Fonte: Cobrape (2024).

Com o intuito de realizar uma comparação com os dados estimados pelos estudos principais, a Tabela 5.4 apresenta o somatório das demandas apresentadas no Atlas Água (ANA, 2021), do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PARAÍBA, 2022) e do presente PRH-RPB.

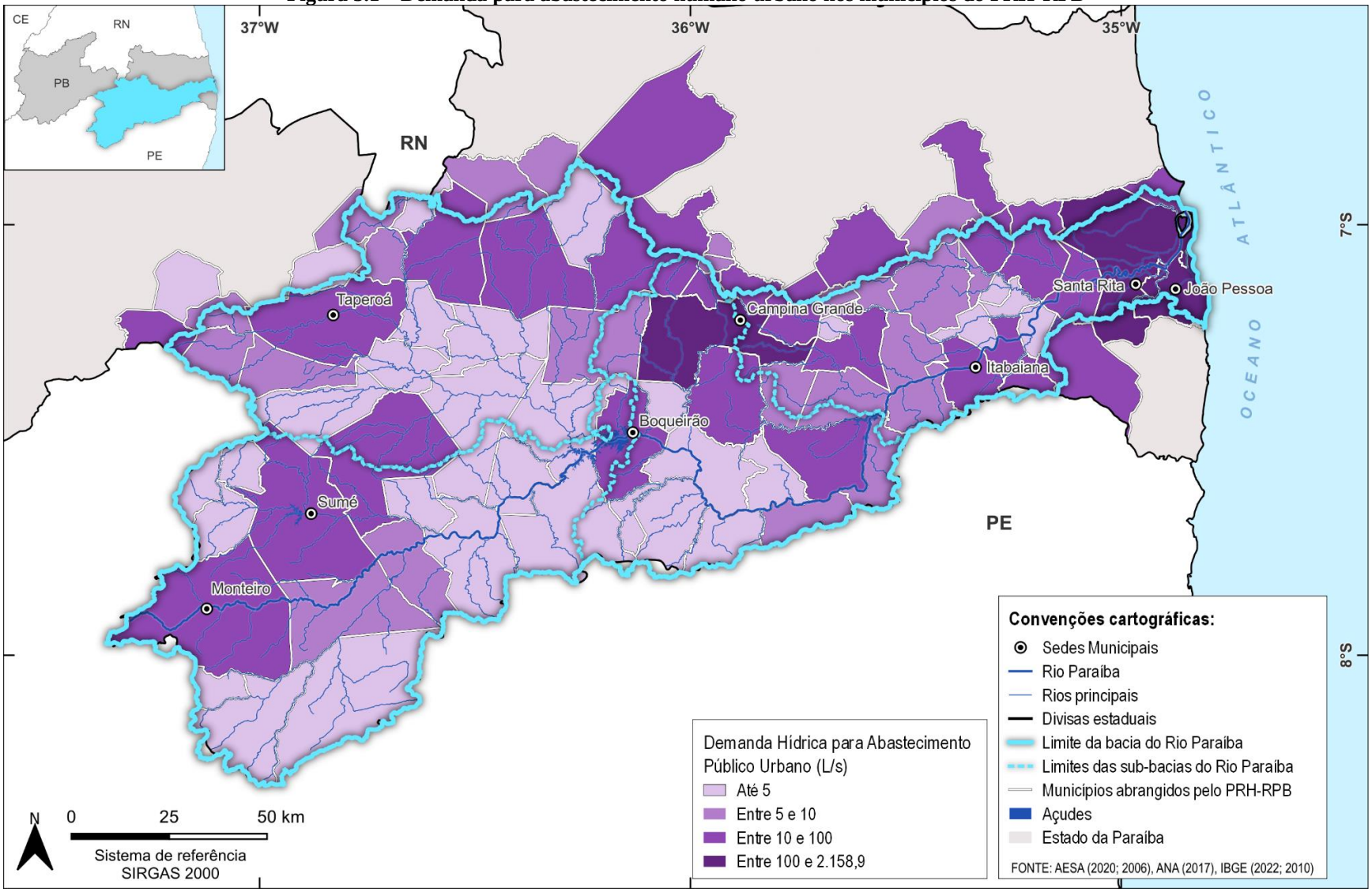
Tabela 5.4 - Comparativo das demandas de abastecimento humano urbano

Descrição	Demandas de Abastecimento Urbano (L/s)	
	Captada	Consumida
Atlas Água	4.813,70	-
PERH-PB 2022	5.793,00	1.158,60
PRH-RPB	4.715,12	943,02

Fonte: Cobrape (2024), com informações de PERH-PB (PARAÍBA, 2022) e ANA (2021).

Diante da Tabela 5.4 é possível verificar que todos os valores de demandas estão na mesma ordem de grandeza, além de apresentarem valores próximos uns dos outros em seus comparativos diretos, validando a estimativa apresentada para o PRH-RPB. Na Figura 5.1, as demandas hídricas totais para abastecimento humano urbano por município estão espacializadas.

Figura 5.1 – Demanda para abastecimento humano urbano nos municípios do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024).

5.1.1.3 Abastecimento Humano Rural

A determinação das demandas hídricas captadas para o abastecimento humano na zona rural seguiu a mesma linha apresentada nas demandas urbanas, ou seja, por meio da metodologia do Manual de Usos Consuntivos. O coeficiente rural é definido conforme a literatura disponível por grupos de unidades federativas, sendo que, para o estado da Paraíba, o valor do coeficiente é de 100 L/hab.dia.

Os coeficientes de consumo e de retorno são aplicados de forma equivalente aos das demandas urbanas, com a demanda rural consumida também correspondendo a 20% da demanda rural captada. A estimativa da vazão total captada para este uso é de 426,76 L/s, somando-se os 85 municípios abrangidos pelo presente trabalho. Os resultados das estimativas de abastecimento rural por município são apresentados na Tabela 5.5.

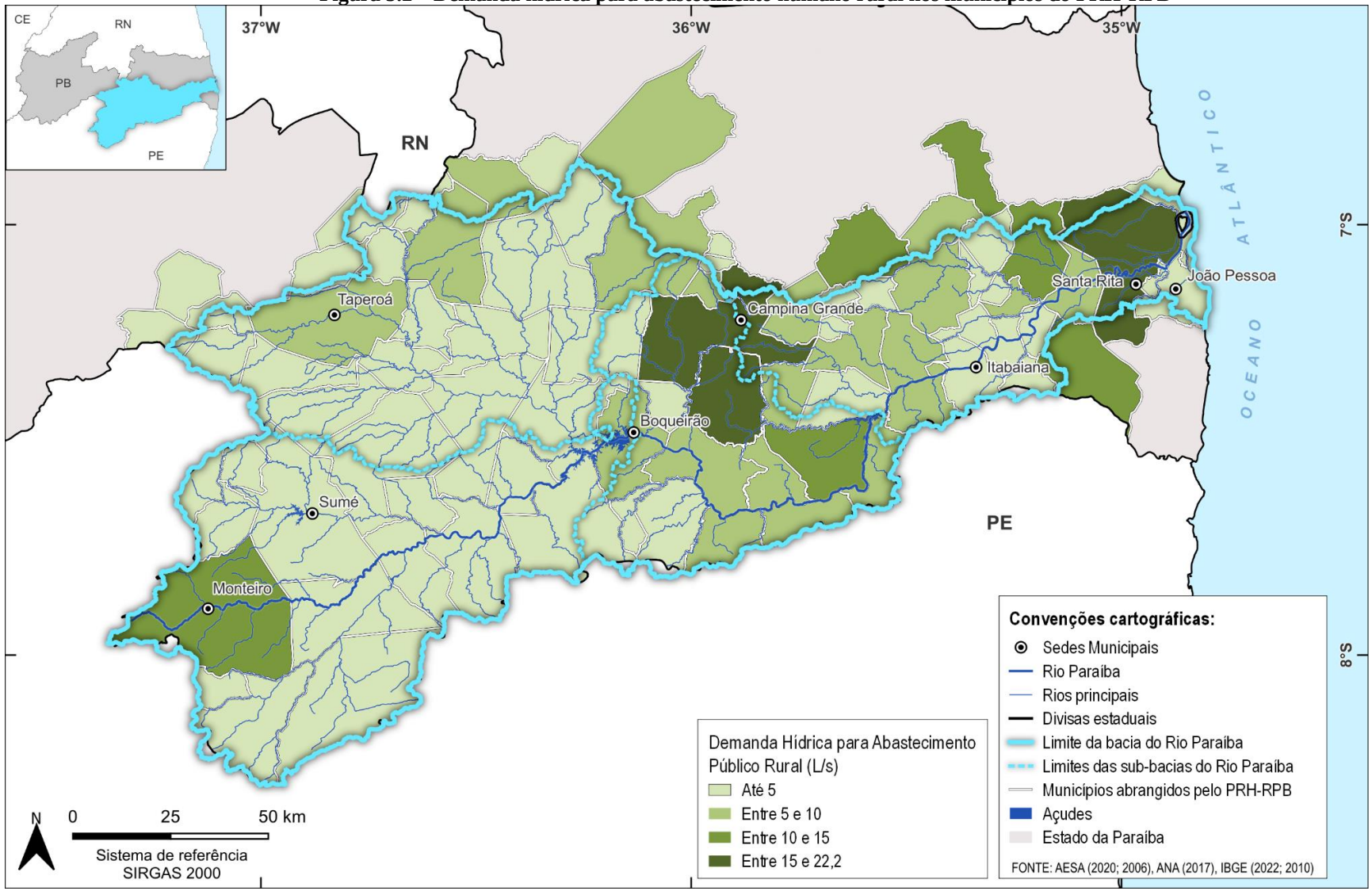
Cabe destacar que o PERH-PB e o Atlas Água não apresentam os valores de demanda rural e, portanto, não foi possível realizar um quadro comparativo como foi feito com as demandas urbanas. Na Figura 5.2 estão espacializadas as demandas para abastecimento humano rural por município do PRH-RPB.

Tabela 5.5 - Demandas de abastecimento humano nas zonas rurais dos municípios do PRH-RPB

Municípios	Demanda Rural (L/s)	
	Captada	Consumida
Alagoa Grande	10,80	2,16
Alcantil	3,42	0,68
Amparo	1,10	0,22
Araçagi	10,72	2,14
Areial	1,81	0,36
Aroeiras	10,40	2,08
Assunção	0,98	0,20
Barra de Santa Rosa	5,73	1,15
Barra de Santana	8,11	1,62
Barra de São Miguel	3,76	0,75
Bayeux	0,62	0,12
Boa Vista	2,95	0,59
Boqueirão	5,38	1,08
Cabaceiras	2,98	0,60
Cabedelo	0,00	0,00
Cacimba de Areia	1,78	0,36
Cacimbas	4,44	0,89
Caldas Brandão	2,78	0,56
Camalaú	2,85	0,57
Campina Grande	17,20	3,44
Caraúbas	2,48	0,50
Caturité	4,70	0,94
Congo	1,71	0,34
Coxixola	1,02	0,20
Cruz do Espírito Santo	9,83	1,97
Cubati	2,71	0,54
Desterro	3,24	0,65
Fagundes	5,68	1,14
Gado Bravo	7,79	1,56
Gurinhém	8,68	1,74
Gurjão	1,11	0,22
Ingá	6,34	1,27
Itabaiana	4,17	0,83
Itatuba	4,85	0,97
João Pessoa	1,42	0,28
Juarez Távora	2,10	0,42
Juazeirinho	8,89	1,78
Junco do Seridó	2,58	0,52
Juripiranga	0,81	0,16
Lagoa Seca	15,40	3,08
Livramento	3,57	0,71
Lucena	1,98	0,40
Mari	4,28	0,86
Massaranduba	6,47	1,29
Mogeiro	9,03	1,81
Montadas	2,00	0,40
Monteiro	12,12	2,42
Mulungu	5,11	1,02
Natuba	5,94	1,19
Olivedos	1,75	0,35
Ouro Velho	1,04	0,21
Parari	0,95	0,19
Pedras de Fogo	14,17	2,83
Pilar	4,17	0,83
Pocinhos	7,15	1,43
Prata	1,50	0,30
Puxinanã	7,58	1,52
Queimadas	22,18	4,44
Riachão do Bacamarte	1,92	0,38
Riachão do Poço	3,50	0,70
Riacho de Santo Antônio	0,52	0,10
Salgadinho	2,37	0,47
Salgado de São Félix	7,38	1,48
Santa Cecília	5,85	1,17
Santa Rita	19,31	3,86
Santo André	1,64	0,33
São Domingos do Cariri	1,31	0,26
São João do Cariri	1,96	0,39
São João do Tigre	3,24	0,65
São José dos Cordeiros	1,88	0,38
São José dos Ramos	3,81	0,76
São Miguel de Taipu	4,59	0,92
São Sebastião do Umbuzeiro	1,12	0,22
São Vicente do Seridó	5,74	1,15
Sapé	14,33	2,87
Serra Branca	4,36	0,87
Serra Redonda	3,63	0,73
Sobrado	8,37	1,67
Soledade	3,79	0,76
Sumé	4,03	0,81
Taperoá	5,27	1,05
Teixeira	4,73	0,95
Tenório	1,19	0,24
Umbuzeiro	5,77	1,15
Zabelê	0,85	0,17
Total	**426,76**	**85,35**

Fonte: Cobrape (2024).

Figura 5.2 – Demanda hídrica para abastecimento humano rural nos municípios do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024).

5.1.1.4 Agricultura

A prática da irrigação remonta às antigas civilizações, especialmente aquelas que surgiram em áreas áridas como o Egito e a Mesopotâmia. Em regiões com condições físicas e climáticas mais favoráveis, a agricultura inicialmente se desenvolveu onde as chuvas eram suficientes para atender às necessidades das plantações, e a irrigação emergiu posteriormente.

No Brasil, a irrigação teve seu início na década de 1900, com foco na produção de arroz no Rio Grande do Sul. Nas décadas de 1970 e 1980, houve uma expansão significativa da prática para outras regiões, e desde então novos polos têm surgido de forma consistente.

Na Paraíba, a agricultura tem um papel fundamental na economia local, e tem seu histórico marcado por adaptações às condições climáticas semiáridas da região. Desde os tempos coloniais, a produção de algodão e cana-de-açúcar foi importante e, com o passar do tempo, a diversificação agrícola tornou-se necessária devido às frequentes secas.

Vários fatores impulsionam a necessidade de irrigação. Em áreas afetadas pela escassez crônica de água, como no Semiárido brasileiro onde está inserida a bacia do Rio Paraíba, a irrigação se torna fundamental; ou seja, uma parcela significativa da agricultura só é viável mediante o fornecimento artificial de água.

Para o cálculo das demandas do setor agrícola na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, tanto para águas superficiais quanto subterrâneas, foram considerados os dados contidos no cadastro de outorgas da AESA, somadas às outorgas do CNARH. No total há 2.590 L/s de captações outorgadas para o setor agrícola na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, distribuídos conforme a Tabela 5.6. O coeficiente de retorno foi de 20%, de modo que a demanda hídrica consumida equivale a 80% da demanda hídrica captada.

Tabela 5.6 – Demandas para agricultura dos municípios do PRH-RPB

Município	Demanda para Agricultura (L/s)					
	Captada		Consumida		Total	
	Superficial	Subterrâneo	Superficial	Subterrânea	Captada	Consumida
Aroeiras	0,86	0,00	0,68	0,00	0,86	0,68
Barra de Santana	5,32	0,00	4,26	0,00	5,32	4,26
Barra de São Miguel	12,39	2,29	9,91	1,83	14,68	11,74
Bayeux	0,00	0,28	0,00	0,22	0,28	0,22
Boa Vista	0,56	2,31	0,45	1,85	2,87	2,30
Boqueirão	22,54	6,30	18,03	5,04	28,84	23,07
Cabaceiras	7,89	2,31	6,31	1,85	10,20	8,16
Caldas Brandão	89,19	0,00	71,35	0,00	89,19	71,35
Camalaú	14,94	1,71	11,95	1,37	16,65	13,32
Campina Grande	14,52	0,50	11,62	0,40	15,03	12,02
Caraúbas	10,62	1,21	8,49	0,97	11,83	9,47
Caturité	0,00	1,07	0,00	0,86	1,07	0,86
Congo	56,58	0,85	45,27	0,68	57,43	45,95
Coxixola	0,94	0,00	0,75	0,00	0,94	0,75
Cruz do Espírito Santo	322,36	0,28	257,88	0,23	322,64	258,11
Ingá	0,00	0,60	0,00	0,48	0,60	0,48
Itabaiana	0,55	0,42	0,44	0,34	0,97	0,78
Itatuba	3,11	0,12	2,49	0,10	3,23	2,59
João Pessoa	0,36	0,41	0,29	0,33	0,77	0,61
Juazeirinho	0,00	0,46	0,00	0,37	0,46	0,37

Município	Demanda para Agricultura (L/s)					
	Captada		Consumida		Total	
	Superficial	Subterrâneo	Superficial	Subterrânea	Captada	Consumida
Juripiranga	20,04	0,00	16,03	0,00	20,04	16,03
Lagoa Seca	2,35	0,00	1,88	0,00	2,35	1,88
Lucena	451,45	17,26	361,16	13,81	468,72	374,97
Mari	115,57	13,49	92,45	10,80	129,06	103,25
Mogeiro	2,84	0,44	2,27	0,35	3,28	2,62
Monteiro	0,13	2,18	0,11	1,74	2,31	1,85
Natuba	18,74	0,00	14,99	0,00	18,74	14,99
Pedras de Fogo	2,51	0,00	2,01	0,00	2,51	2,01
Queimadas	43,79	0,43	35,03	0,35	44,22	35,38
Riachão do Poço	0,00	2,73	0,00	2,18	2,73	2,18
Salgado de São Félix	4,73	0,74	3,79	0,59	5,47	4,38
Santa Rita	800,80	54,42	640,64	43,54	855,22	684,17
São Domingos do Cariri	13,64	0,98	10,91	0,78	14,62	11,70
São João do Cariri	1,67	0,00	1,33	0,00	1,67	1,33
São José dos Ramos	0,14	0,00	0,11	0,00	0,14	0,11
São Miguel de Taipu	1,65	0,00	1,32	0,00	1,65	1,32
Sapé	382,82	4,25	306,26	3,40	387,07	309,66
Serra Branca	0,00	2,31	0,00	1,85	2,31	1,85
Sobrado	28,09	5,51	22,47	4,41	33,59	26,87
Sumé	0,77	8,44	0,62	6,75	9,21	7,37
Taperoá	1,27	0,00	1,02	0,00	1,27	1,02
TOTAL	**2.455,72**	**134,31**	**1.964,57**	**107,45**	**2.590,03**	**2.072,03**

Fonte: Cobrape (2024), com base em AESA (2024) e CNARH (2024).

Para fins de comparação, foram analisadas as demandas hídricas para a agricultura conforme apresentadas no estudo "Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada" (ANA, 2021). Este estudo fornece uma base técnica com informações relevantes sobre a agricultura irrigada no Brasil e sua relação com os recursos hídricos, apoiando a tomada de decisões voltadas ao desenvolvimento sustentável, à segurança hídrica e à garantia de usos múltiplos da água. O Atlas Irrigação oferece uma retrospectiva, um panorama atual e uma visão de futuro da agricultura irrigada no país, enfocando o levantamento de áreas irrigadas, o uso da água e o potencial de expansão (ANA, 2021).

A conversão de áreas irrigadas em demanda hídrica se baseia na estimativa do balanço nas áreas irrigadas - assim como é feito pelo irrigante em sua propriedade. Esse cálculo requer um conjunto de informações e de parâmetros adicionais sobre calendários de plantio/colheita, duração de ciclos, coeficientes de cultivo e dados climáticos, dentre outros. Essa etapa valeu-se do conhecimento adquirido e publicado pela ANA no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil e nos Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada (ANA, 2021).

A Tabela 5.7 apresenta o comparativo das demandas hídricas obtidas pelos Cadastros de Outorgas da AESA e do CNARH com as demandas hídricas apresentadas no estudo supracitado, além das demandas que foram determinadas no PERH-PB (PARAÍBA, 2022).

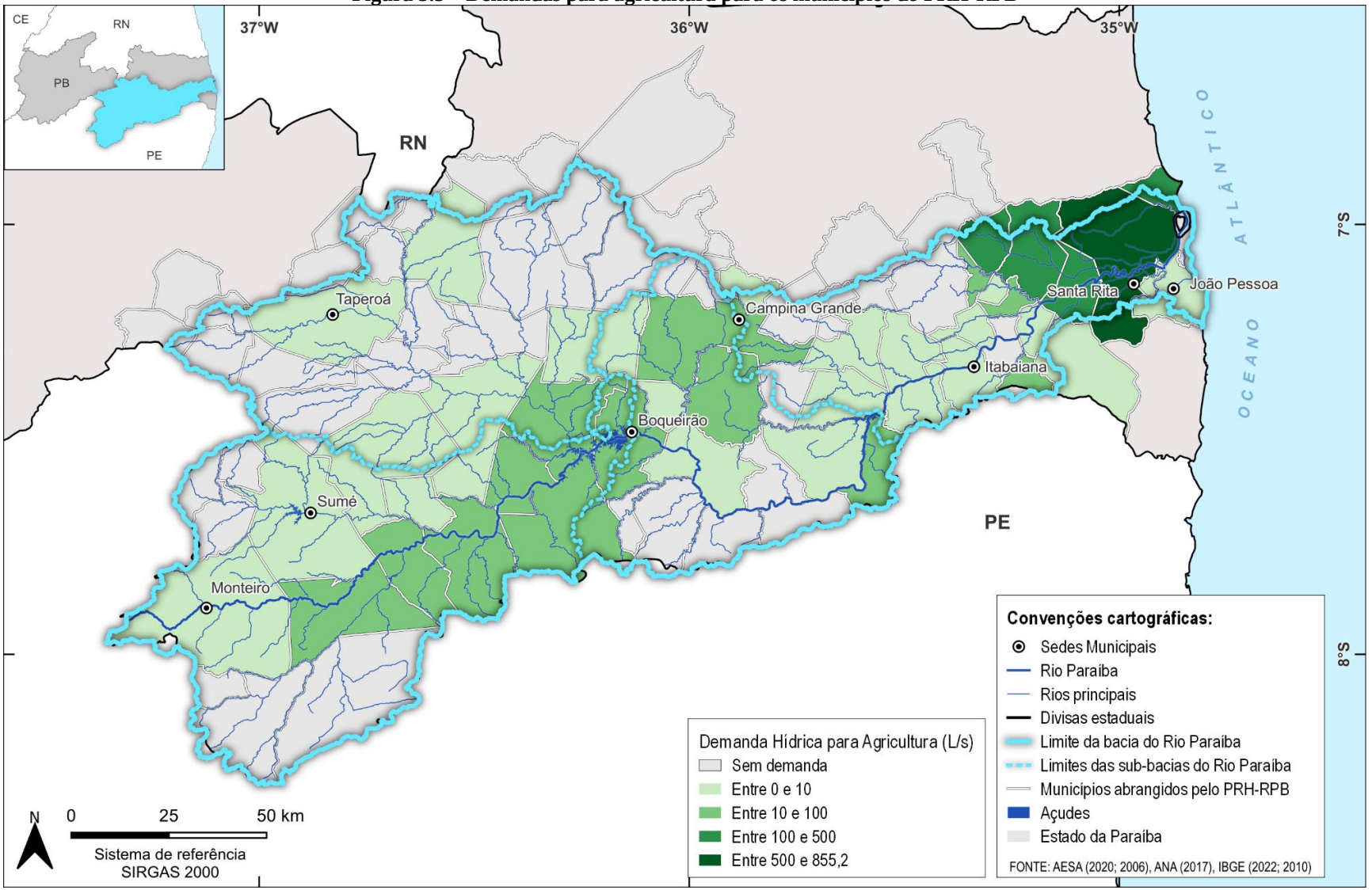
Tabela 5.7 - Demandas hídricas para agricultura no PRH-RPB– Comparativo

Descrição	Demanda para agricultura (L/s)					
	Captada		Consumida		Total	
	Superficial	Subterrânea	Superficial	Subterrânea	Captada	Consumida
Cadastros de outorgas	2.455,72	134,31	1.964,57	107,45	2.590,03	2.072,03
ANA - Atlas irrigação	1.135,72	0,00	908,57	0,00	1.135,72	908,57
PERH-PB 2022	12.910,58	0,00	10.328,46	0,00	12.910,58	10.328,46

Fonte: Cobrape (2024).

A Tabela 5.7 mostra que os valores de demandas hídricas para fins agrícolas calculados no estudo da ANA estão abaixo dos demais. Pelo fato do Cadastro de Outorgas da AESA, aliado ao CNARH, serem mais atualizados, optou-se por adotar estes valores para continuidade do estudo. Na Figura 5.3 as demandas hídricas totais para agricultura por município estão espacializadas.

Figura 5.3 – Demandas para agricultura para os municípios do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024), com base em AESA (2024) e CNARH (2024).

Além da demanda foram levantadas as principais culturas de cada município, com sua respectiva área plantada, a partir de dados do levantamento da Produção Agrícola Municipal de 2022, realizado anualmente pelo IBGE. A Tabela 5.8 mostra as principais culturas de cada município, com as áreas plantadas.

Tabela 5.8 - Principais culturas por município do PRH-RPB

Município	Área plantada total (ha)	Principal cultura do município	Área plantada da cultura (ha)	% em relação à Área total plantada do município (ha)
Alagoa Grande	5.235	Cana-de-açúcar	1.600	31%
Alcantil	850	Feijão (em grão)	400	47%
Amparo	602	Milho (em grão)	350	58%
Araçagi	4.270	Abacaxi	1.700	40%
Areial	1.730	Feijão (em grão)	1.000	58%
Aroeiras	1.029	Feijão (em grão)	450	44%
Assunção	525	Milho (em grão)	250	48%
Barra de Santa Rosa	3.320	Milho (em grão)	1.600	48%
Barra de Santana	394	Milho (em grão)	280	71%
Barra de São Miguel	375	Feijão (em grão)	150	40%
Bayeux	6	Mandioca	5	83%
Boa Vista	255	Milho (em grão)	150	59%
Boqueirão	872	Milho (em grão)	400	46%
Cabaceiras	210	Milho (em grão)	100	48%
Cabedelo	0		0	0%
Cacimba de Areia	712	Milho (em grão)	420	59%
Cacimbas	1.844	Milho (em grão)	900	49%
Caldas Brandão	600	Mandioca	200	33%
Camalaú	503	Feijão (em grão)	250	50%
Campina Grande	16.537	Feijão (em grão)	6.270	38%
Caraúbas	524	Milho (em grão)	250	48%
Caturité	1.043	Milho (em grão)	750	72%
Congo	531	Feijão (em grão)	200	38%
Coxixola	100	Milho (em grão)	45	45%
Cruz do Espírito Santo	6.650	Cana-de-açúcar	6.300	95%
Cubati	1.245	Milho (em grão)	600	48%
Desterro	1.832	Milho (em grão)	900	49%
Fagundes	1.810	Milho (em grão)	750	41%
Gado Bravo	653	Milho (em grão)	300	46%
Gurinhém	1.458	Milho (em grão)	700	48%
Gurjão	622	Milho (em grão)	310	50%
Ingá	1.813	Milho (em grão)	1.000	55%
Itabaiana	1.716	Milho (em grão)	6.620	386%
Itatuba	2.892	Milho (em grão)	2.000	69%
João Pessoa	18.621	Cana-de-açúcar	16.590	89%
Juarez Távora	854	Milho (em grão)	500	59%
Juazeirinho	2.037	Milho (em grão)	1.000	49%
Junco do Seridó	1.235	Feijão (em grão)	600	49%
Juripiranga	4.200	Cana-de-açúcar	3.800	90%

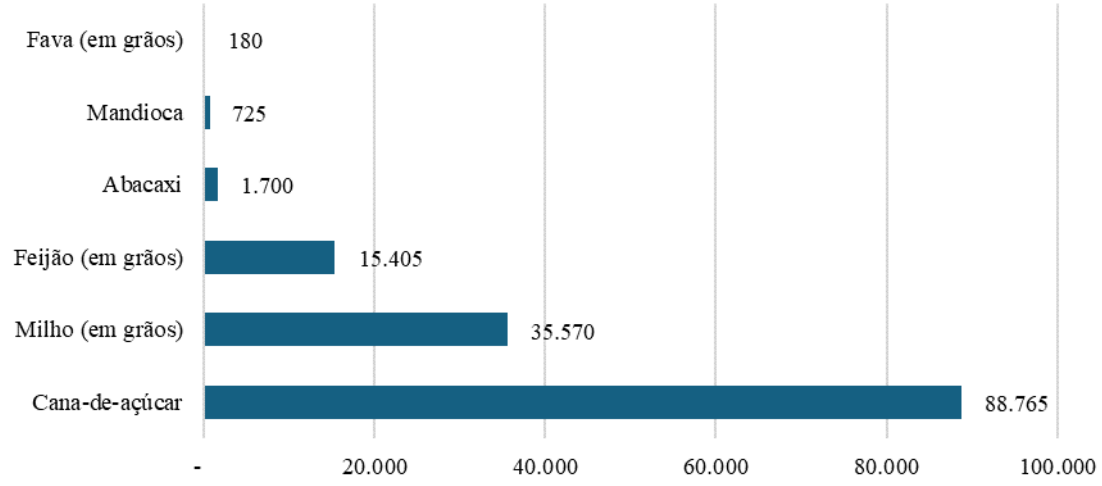
Município	Área plantada total (ha)	Principal cultura do município	Área plantada da cultura (ha)	% em relação à Área total plantada do município (ha)
Lagoa Seca	1.262	Feijão (em grão)	700	55%
Livramento	1.480	Milho (em grão)	800	54%
Lucena	1.940	Cana-de-açúcar	1.800	93%
Mari	4.305	Cana-de-açúcar	2.500	58%
Massaranduba	2.590	Milho (em grão)	950	37%
Mogeiro	3.045	Milho (em grão)	1.100	36%
Montadas	1.376	Feijão (em grão)	860	63%
Monteiro	3.397	Milho (em grão)	1.650	49%
Mulungu	2.353	Milho (em grão)	1.100	47%
Natuba	796	Feijão (em grão)	360	45%
Olivedos	630	Milho (em grão)	425	67%
Ouro Velho	416	Milho (em grão)	250	60%
Parari	606	Milho (em grão)	300	50%
Pedras de Fogo	22.890	Cana-de-açúcar	18.500	81%
Pilar	717	Cana-de-açúcar	200	28%
Pocinhos	702	Feijão (em grão)	395	56%
Prata	747	Feijão (em grão)	350	47%
Puxinanã	2.770	Feijão (em grão)	1.020	37%
Queimadas	3.090	Milho (em grão)	1.500	49%
Riachão do Bacamarte	501	Feijão (em grão)	220	44%
Riachão do Poço	290	Mandioca	90	31%
Riacho de Santo Antônio	154	Milho (em grão)	125	81%
Salgadinho	560	Milho (em grão)	300	54%
Salgado de São Félix	331	Milho (em grão)	200	60%
Santa Cecília	622	Milho (em grão)	350	56%
Santa Rita	15.610	Cana-de-açúcar	14.300	92%
Santo André	600	Milho (em grão)	350	58%
São Domingos do Cariri	412	Feijão (em grão)	200	49%
São João do Cariri	599	Milho (em grão)	300	50%
São João do Tigre	766	Feijão (em grão)	380	50%
São José dos Cordeiros	826	Milho (em grão)	400	48%
São José dos Ramos	805	Fava (em grão)	180	22%
São Miguel de Taipu	996	Mandioca	280	28%
São Sebastião do Umbuzeiro	720	Milho (em grão)	400	56%
São Vicente do Seridó	790	Milho (em grão)	500	63%
Sapé	29.068	Cana-de-açúcar	23.175	80%
Serra Branca	1.377	Milho (em grão)	680	49%
Serra Redonda	605	Feijão (em grão)	250	41%
Sobrado	493	Mandioca	150	30%
Soledade	818	Milho (em grão)	450	55%
Sumé	1.377	Milho (em grão)	645	47%

Município	Área plantada total (ha)	Principal cultura do município	Área plantada da cultura (ha)	% em relação à Área total plantada do município (ha)
Taperoá	930	Milho (em grão)	600	65%
Teixeira	2.226	Feijão (em grão)	1.150	52%
Tenório	645	Milho (em grão)	320	50%
Umbuzeiro	3.969	Milho (em grão)	1.700	43%
Zabelê	400	Feijão (em grão)	200	50%
Total	**211.307**	**-**	**142.345**	**-**

Fonte: Cobrape (2024), com base em IBGE, 2022.

A Figura 5.4 ilustra o somatório das áreas das principais culturas dos municípios apresentados na Tabela 5.8, podendo-se verificar que as áreas plantadas destes municípios se destinam, principalmente, à cana-de-açúcar e milho, com 62% e 25% da área total, respectivamente.

Figura 5.4 – Área plantada total das principais culturas dos municípios



Fonte: Cobrape (2024).

Portanto, nota-se a importância econômica da cana-de-açúcar tanto para a bacia do Rio Paraíba quanto no contexto estadual. Diante de tal fato, na sequência é apresentado um panorama sobre a cana-de-açúcar na Paraíba.

- *Cana-de-açúcar – Panorama*

A partir dos anos setenta, através do governo Geisel, houve uma expansão do setor canavieiro no Brasil, através da criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), o qual tinha como um dos objetivos aumentar a produção de safras agroenergéticas para obtenção de álcool como substituto do petróleo e seus derivados. A meta inicial do programa era atingir uma produção de três milhões de litros de álcool até 1980, porém a meta foi superada ainda em 1979. Entre 1975 e 1980, a produção aumentou em 112%. Entre 1980 e 2000, o crescimento foi de 8,31%. Já entre 2000 e 2022, a produção registrou um aumento de 44,55%. (IBGE, 2022).

Moreira *et al.* (2001) afirmam que, na Paraíba, a ampliação da fronteira da zona canavieira do resultou na substituição da vegetação nativa e de culturas alimentares pela cultura da cana-de-açúcar na fase áurea do Proálcool, em meados da década de 1980. Em 2018, com área plantada de 101.724 hectares, a produtividade estava acima de 50 mil kg/ha. Já em 2020, constatou-se

valores similares, com área plantada acima de 100 mil hectares e uma produtividade de 56.478 kg/ha. De acordo com o último censo agropecuário do IBGE (2022), a área plantada com cana-de-açúcar na Paraíba totalizou 102.399 hectares, com uma produção de aproximadamente 5.762.668 toneladas, e um rendimento médio de 56.277 kg/ha. Esses números refletem a importância contínua da cana-de-açúcar como uma cultura agrícola no estado, contribuindo para a geração de empregos, renda e desenvolvimento regional.

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEP), na Paraíba, o segmento também tem sua importância econômica, tendo injetado cerca de 1,5 bilhão de reais na economia do estado em 2018, segundo o Sindicato das Indústrias de Fabricação do Álcool (Sindalcool). Apesar da população paraibana continuar participando cada vez menos do setor primário, este ainda possui grande importância econômica, pois é a partir da cana que se fabrica o álcool usado como combustível (DA SILVA, 2022).

Além dos dados quantitativos, é importante considerar também os aspectos qualitativos da produção de cana-de-açúcar na Paraíba, a qual não apenas fornece matéria-prima para a produção de açúcar e etanol, mas também desempenha um papel crucial na preservação do meio ambiente e na sustentabilidade agrícola. O etanol contribui para a redução no uso de combustíveis fósseis em carros, possibilitando a redução na pegada de carbono e sendo considerado uma das alternativas de energia renovável com melhor custo/efetividade na redução da emissão de gases de efeito estufa (SOUZA *et al.*, 2015; ZABED *et al.*, 2017).

A potencialidade da produção de cana-de-açúcar na Paraíba vai além dos números de produção. A região possui condições climáticas favoráveis, com solos férteis, com profundidade maior que um metro, e disponibilidade de água, que favorecem o cultivo da cana. Além disso, a localização estratégica da Paraíba, próxima a importantes mercados consumidores e centros de produção, oferece oportunidades para o desenvolvimento de cadeias produtivas e agroindústrias relacionadas à cana-de-açúcar. (DA SILVA, 2022).

Em termos de produção agroindustrial, a cana-de-açúcar passa por um processo de processamento que envolve moagem, extração do caldo, clarificação, evaporação, cristalização e centrifugação, resultando na produção de açúcar e álcool. Esse ciclo de produção demanda tecnologia e utiliza grande quantidade de água. No entanto, cabe destacar que, apesar da utilização da água em grande escala no processamento da cana, esta demanda hídrica está contemplada no setor industrial, e concentrando no setor agrícola a demanda hídrica “em campo”.

- *Fomento da Agricultura Familiar*

O Programa Fomento Rural, lançado em 2011, sob responsabilidade conjunta do Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário (MDSA) e da Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (Sead), tem como função a inclusão produtiva de agricultores familiares, assentados da reforma agrária e povos e comunidades tradicionais em situação de extrema pobreza.

Dentro do Programa, foram combinadas duas ações: o acompanhamento social e produtivo e a transferência direta de recursos financeiros não-reembolsáveis às famílias para investimento em projeto produtivo, no valor de R$ 2,4 mil ou R$ 3 mil (no caso do Semiárido). Com isso, espera-se aumentar as capacidades produtivas das famílias beneficiárias para que possam, a partir do trabalho próprio e do apoio das políticas públicas, ampliar a produção de alimentos e a renda. Os projetos apoiados podem ser agrícolas, como o cultivo de hortas e criação de pequenos animais; ou não agrícolas, como por exemplo a produção de polpas, artesanato e salão de beleza; realizados por uma família ou de forma coletiva, com apenas um item de produção ou com combinações.

O Programa Fomento Rural é preferencialmente direcionado para locais onde há concentração de extrema pobreza, e de insegurança alimentar e nutricional no meio rural. Podem participar do Programa agricultores familiares pobres e extremamente pobres, assentados, indígenas, quilombolas e demais povos e comunidades tradicionais.

Transformado em Lei Estadual em 2023, o Governo do Estado da Paraíba instituiu o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais - Incluir Paraíba, que tem a finalidade de favorecer a ascensão social e econômica de famílias agricultoras, por meio do acesso a fomento rural, voltado à implementação de projetos produtivos, com especial estímulo às atividades desenvolvidas por mulheres e jovens rurais.

O programa, que funcionava desde 2019 como uma ação de governo, passou a ser uma política de Estado no dia 12 de junho de 2023, com a assinatura da Lei nº 12.667. Atualmente, abrange 14 das 15 Gerências Regionais da Extensão Rural e Regularização Fundiária (Empaer) no estado, prestando assistência técnica continuada a mais de 1.000 famílias agricultoras em 52 municípios.

O programa Incluir Paraíba visa estimular a geração de trabalho e renda com sustentabilidade, promover a segurança alimentar e nutricional dos seus beneficiários, incentivar a participação de seus beneficiários em ações de capacitação social, educacional, técnica e profissional e incentivar a organização associativa e cooperativa de seus beneficiários. O Programa ainda potencializa as oportunidades, principalmente para as mulheres e os jovens rurais, representando a melhoria da qualidade de vida para as famílias que encontram na agricultura familiar sua principal fonte de renda.

Estas ações são de extrema importância para a população da bacia, considerando a importância social e econômica da manutenção dos usos difusos no entorno do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) e no Rio Paraíba, a fim de garantir a subsistência dos agricultores e de suas famílias.

5.1.1.5 Pecuária

O consumo de água na atividade pecuária corresponde a demanda hídrica para dessedentação animal, envolvendo principalmente fatores fisiológicos dos rebanhos, o que pode gerar grandes variações em função das espécies, estágio de desenvolvimento, condições de manejo, e ainda de condições climáticas do local de criação. Além da dessedentação, são considerados os usos

da água para a limpeza e manutenção de currais, galinheiros e centros de manejo de produções de origem animal que possuem demandas significativas.

Para realização do cálculo da demanda, utilizou-se a metodologia apresentada pelo Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019), sendo essa um refinamento de metodologias empregadas em estudos anteriores, com a revisão dos coeficientes de consumo e ampliação da base de dados de rebanhos, que passou a considerar, além dos dados censitários, os dados da Pesquisa Pecuária Municipal – PPM.

O Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019) apresenta os valores de coeficientes para dessedentação dos diferentes tipos de rebanhos, e incorpora valores para outras necessidades de criação animal relacionadas a operacionalização para rebanhos de suínos, vacas ordenhadas e galináceos. Estes valores são o adicional de 50% sobre a demanda para dessedentação nos coeficientes dos rebanhos de suínos, vacas ordenhadas e galinhas, e adicional de 20% para outros galináceos. A Tabela 5.9 abaixo contempla o valor de coeficiente de consumo por rebanho com o adicional incluído.

Tabela 5.9 – Coeficientes de demanda de água por Tipo de Rebanho

Tipo de Rebanhos	Coeficiente (L/dia)
Bovino	50,00
Vacas Ordenhadas	127,50
Bubalino	50,00
Suíno	18,75
Equino	40,00
Ovino	10,00
Caprino	10,00
Galináceos - Total	0,22
Galináceos - galinhas	0,27
Codornas	0,18

Fonte: Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil – ANA, 2019.

Para aplicar os coeficientes, o número de animais por rebanhos para cada município foi obtido a partir do levantamento anual da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), publicado pelo IBGE. Os dados são divulgados em duas tabelas distintas: (i) Efetivo de Rebanhos, por tipo de Rebanhos e (ii) Vacas Ordenhadas. A primeira tabela contém dados brutos referentes ao número de cabeças por tipo de rebanho, na qual agrupa em rebanho de bovinos o número total da espécie independentemente de sexo, idade, raça ou finalidade (corte, leite ou trabalho), de acordo com Pesquisas Agropecuárias. Considerando a distinção de coeficiente de consumo *per capita* do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019) entre vacas ordenhadas e bovinos, há a necessidade de desagregação deste número total de bovinos a partir da segunda tabela de Vacas Ordenhadas.

A tabela de rebanhos da PPM também apresenta o número de suínos em matrizes de suínos – que se refere às fêmeas destinadas a reprodução – e o número total de suínos – que se refere ao total da espécie, independentemente da finalidade. Para cálculo de demanda de água, o coeficiente do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019) não faz distinção entre estes dois tipos de criação, portanto, foram utilizados apenas os números totais de suínos.

A partir da consolidação da base da dados do número de cabeças de todos os tipos de rebanhos, e utilizando como referência os coeficientes de consumo apresentados na Tabela 5.9, são calculados os valores de estimativa para a demanda de dessedentação animal em cada município. A metodologia ainda agrega uma taxa de retorno, adotada em 20%, baseada no estudo "Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Nacional – SIN", realizado pela Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2003).

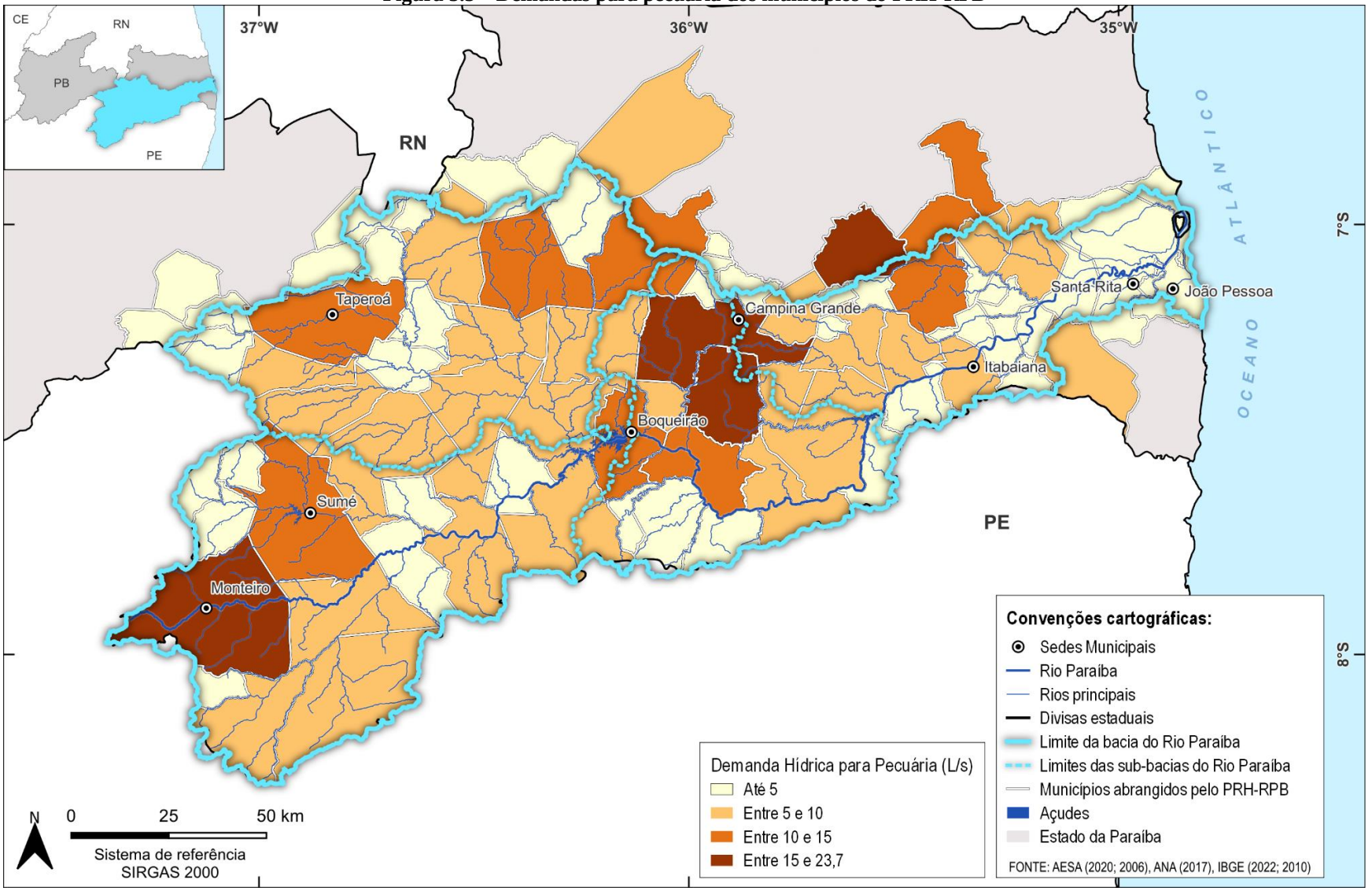
A Tabela 5.10 apresenta as demandas do setor pecuário para os municípios da bacia do Rio Paraíba, e a Figura 5.5 ilustra as demandas hídricas do setor pecuário espacializadas por município. Ressalta-se que tal setor usuário apresenta apenas captações superficiais para esta utilização.

Tabela 5.10 - Demandas hídricas para pecuária dos municípios do PRH-RPB

Município	Demanda para Pecuária (L/s)	
	Captada	Consumida
Alagoa Grande	16,42	13,14
Alcantil	4,94	3,95
Amparo	2,83	2,27
Araçagi	11,21	8,97
Areial	1,04	0,83
Aroeiras	8,83	7,07
Assunção	2,33	1,87
Barra de Santana	10,63	8,5
Barra de Santa Rosa	9,06	7,25
Barra de São Miguel	6,62	5,29
Bayeux	0,38	0,3
Boa Vista	6,57	5,26
Boqueirão	11,18	8,94
Cabaceiras	6,76	5,4
Cabedelo	0,21	0,17
Cacimba de Areia	4,06	3,25
Cacimbas	1,9	1,52
Caldas Brandão	2,4	1,92
Camalaú	7,32	5,86
Campina Grande	15,24	12,19
Caraúbas	6,31	5,05
Caturité	6,88	5,5
Congo	4,34	3,47
Coxixola	3,03	2,43
Cruz do Espírito Santo	2,07	1,66
Cubati	3,4	2,72
Desterro	4,23	3,38
Fagundes	5,79	4,64
Gado Bravo	8,34	6,67
Gurinhém	12,98	10,39
Gurjão	5,18	4,14
Ingá	7,66	6,13
Itabaiana	8,24	6,59
Itatuba	9,63	7,7
João Pessoa	4,21	3,37
Juarez Távora	2,39	1,91
Juazeirinho	6,94	5,56
Junco do Seridó	3,21	2,57
Juripiranga	1,63	1,3
Lagoa Seca	4,57	3,65
Livramento	5,69	4,55
Lucena	0,29	0,23
Mari	8,07	6,46
Massaranduba	8,29	6,63
Mogeiro	7,9	6,32
Montadas	1,54	1,24
Monteiro	23,68	18,95
Mulungu	12,54	10,03
Natuba	3,26	2,61
Olivedos	4,13	3,31
Ouro Velho	3,41	2,73
Parari	3,24	2,59
Pedras de Fogo	6,23	4,98
Pilar	3,61	2,89
Pocinhos	12,22	9,78
Prata	4,36	3,48
Puxinanã	4,22	3,38
Queimadas	16,98	13,59
Riachão do Bacamarte	2,08	1,66
Riachão do Poço	2,19	1,75
Riacho de Santo Antônio	2,75	2,2
Salgadinho	1,34	1,07
Salgado de São Félix	4,25	3,4
Santa Cecília	4,72	3,78
Santa Rita	4,26	3,41
Santo André	3,87	3,1
São Domingos do Cariri	2,6	2,08
São João do Cariri	6,5	5,2
São João do Tigre	6,66	5,33
São José dos Ramos	3,72	2,97
São José dos Cordeiros	5,14	4,11
São Miguel de Taipu	3,04	2,43
São Sebastião do Umbuzeiro	6,79	5,43
Sapé	5,62	4,5
São Vicente do Seridó	3,77	3,02
Serra Branca	9,08	7,26
Serra Redonda	3,16	2,53
Sobrado	2,59	2,07
Soledade	14,27	11,42
Sumé	13,55	10,84
Taperoá	11,68	9,34
Teixeira	2,51	2,01
Tenório	2,24	1,79
Umbuzeiro	6,12	4,89
Zabelê	3,73	2,98
Total	**508,9**	**407,12**

Fonte: Cobrape (2024).

Figura 5.5 – Demandas para pecuária dos municípios do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024).

5.1.1.6 Setor Industrial

Para o cálculo das demandas do setor industrial na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, tanto para águas superficiais quanto subterrâneas, foram considerados os dados contidos no cadastro de outorgas da AESA, e complementado com as outorgas do CNARH. O coeficiente de retorno adotado foi de 80% (ONS, 2003).

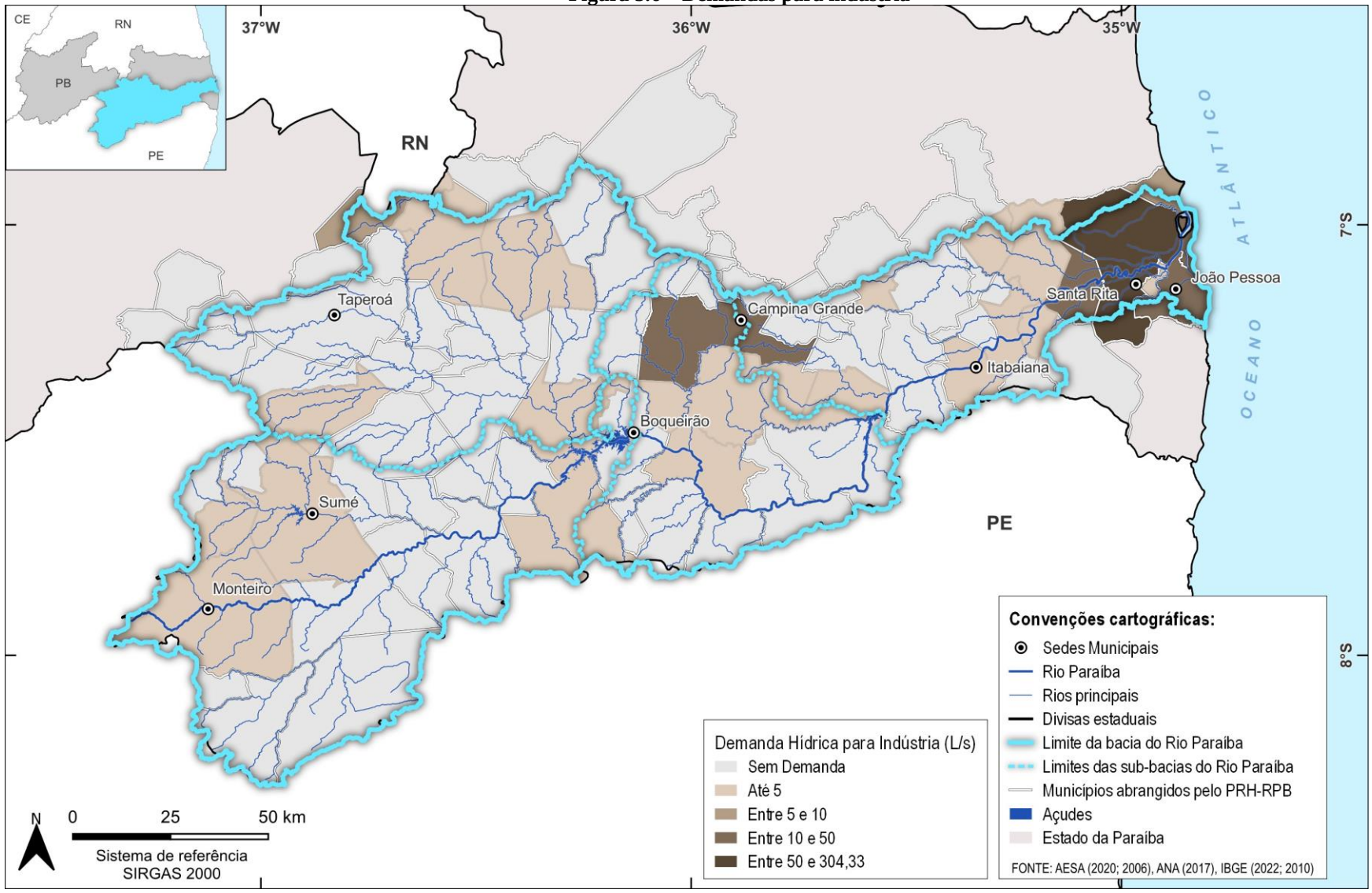
O somatório das demandas hídricas do setor industrial, para volume captado e volume consumido, foram agrupados de forma a possibilitar a visualização espacial, mostrando em quais regiões o consumo é maior. Cabe destacar também que as outorgas relacionadas às atividades de processamento da agroindústria, a exemplo da cana-de-açúcar, estão contempladas no setor industrial em tela. Tais totais estão dispostos na Tabela 5.11 e espacializados na Figura 5.6.

Tabela 5.11 - Demandas hídricas para indústria

Município	Demanda para Indústria (L/s)					
	Captada		Consumida		Total	
	Superficial	Subterrâneo	Superficial	Subterrânea	Captada	Consumida
Barra de Santana	0,28	0,00	0,06	0,00	0,28	0,06
Barra de São Miguel	0,00	0,27	0,00	0,05	0,27	0,05
Bayeux	0,00	0,74	0,00	0,15	0,74	0,15
Cabaceiras	0,00	0,63	0,00	0,13	0,63	0,13
Cabedelo	0,71	17,60	0,14	3,52	18,31	3,66
Campina Grande	9,70	2,68	1,94	0,54	12,38	2,48
Caturité	0,00	0,56	0,00	0,11	0,56	0,11
Cruz do Espírito Santo	14,71	0,23	2,94	0,05	14,94	2,99
Fagundes	0,20	0,00	0,04	0,00	0,20	0,04
Itabaiana	0,00	0,75	0,00	0,15	0,75	0,15
Itatuba	1,83	0,00	0,37	0,00	1,83	0,37
João Pessoa	0,83	19,51	0,17	3,90	20,34	4,07
Juarez Távora	0,00	0,23	0,00	0,05	0,23	0,05
Juazeirinho	0,00	0,19	0,00	0,04	0,19	0,04
Junco do Seridó	7,85	1,36	1,57	0,27	9,21	1,84
Lucena	0,00	8,20	0,00	1,64	8,20	1,64
Mari	0,00	0,21	0,00	0,04	0,21	0,04
Monteiro	0,00	2,78	0,00	0,56	2,78	0,56
Pilar	0,00	0,09	0,00	0,02	0,09	0,02
Prata	0,00	0,33	0,00	0,07	0,33	0,07
Queimadas	0,28	2,53	0,06	0,51	2,82	0,56
Santa Rita	291,67	12,66	58,33	2,53	304,33	60,87
São José dos Cordeiros	0,57	0,00	0,11	0,00	0,57	0,11
São Miguel de Taipu	0,00	1,85	0,00	0,37	1,85	0,37
Sapé	0,46	0,46	0,09	0,09	0,92	0,18
Sobrado	0,00	4,56	0,00	0,91	4,56	0,91
Soledade	0,00	0,71	0,00	0,14	0,71	0,14
Sumé	0,00	0,74	0,00	0,15	0,74	0,15
Tenório	0,00	0,06	0,00	0,01	0,06	0,01
Total	**329,09**	**79,92**	**65,82**	**15,98**	**409,01**	**81,80**

Fonte: Cobrape (2024), com base em AESA (2024) e CNARH (2024).

Figura 5.6 – Demandas para indústria



Fonte: Cobrape (2024), com base em AESA (2024) e CNARH (2024).

- *Agroindústria*

A agroindústria no Brasil é um dos pilares fundamentais da economia do país, pois representa a integração entre a produção agrícola e a indústria, transformando matéria-prima agrícola em produtos industrializados, desempenhando um papel importante na geração de empregos, de renda e no abastecimento tanto do mercado interno quanto do mercado externo.

A agroindústria abrange uma ampla gama de atividades, desde a produção de alimentos básicos até a fabricação de produtos de maior valor agregado. No Brasil, os principais setores que utilizam a agroindústria incluem a produção de grãos, como soja, milho e trigo, a produção de carne, tanto bovina quanto de aves e suínos.

Outro setor importante da agroindústria brasileira é a produção de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar, desempenhando um papel significativo na economia de várias regiões do país, incluindo o estado da Paraíba.

No estado da Paraíba, assim como em outras regiões do país, a agroindústria da cana-de-açúcar desempenha um papel significativo na economia, assim como já exposto no *item* □. A cana é cultivada em grande escala em várias regiões do estado, especialmente no Litoral, onde o clima úmido e solos férteis são ideais para o cultivo de cana-de-açúcar, e na Zona da Mata, uma das regiões mais tradicionais no cultivo de cana-de-açúcar no estado, beneficiada pelas condições climáticas favoráveis e pela proximidade das usinas de processamento.

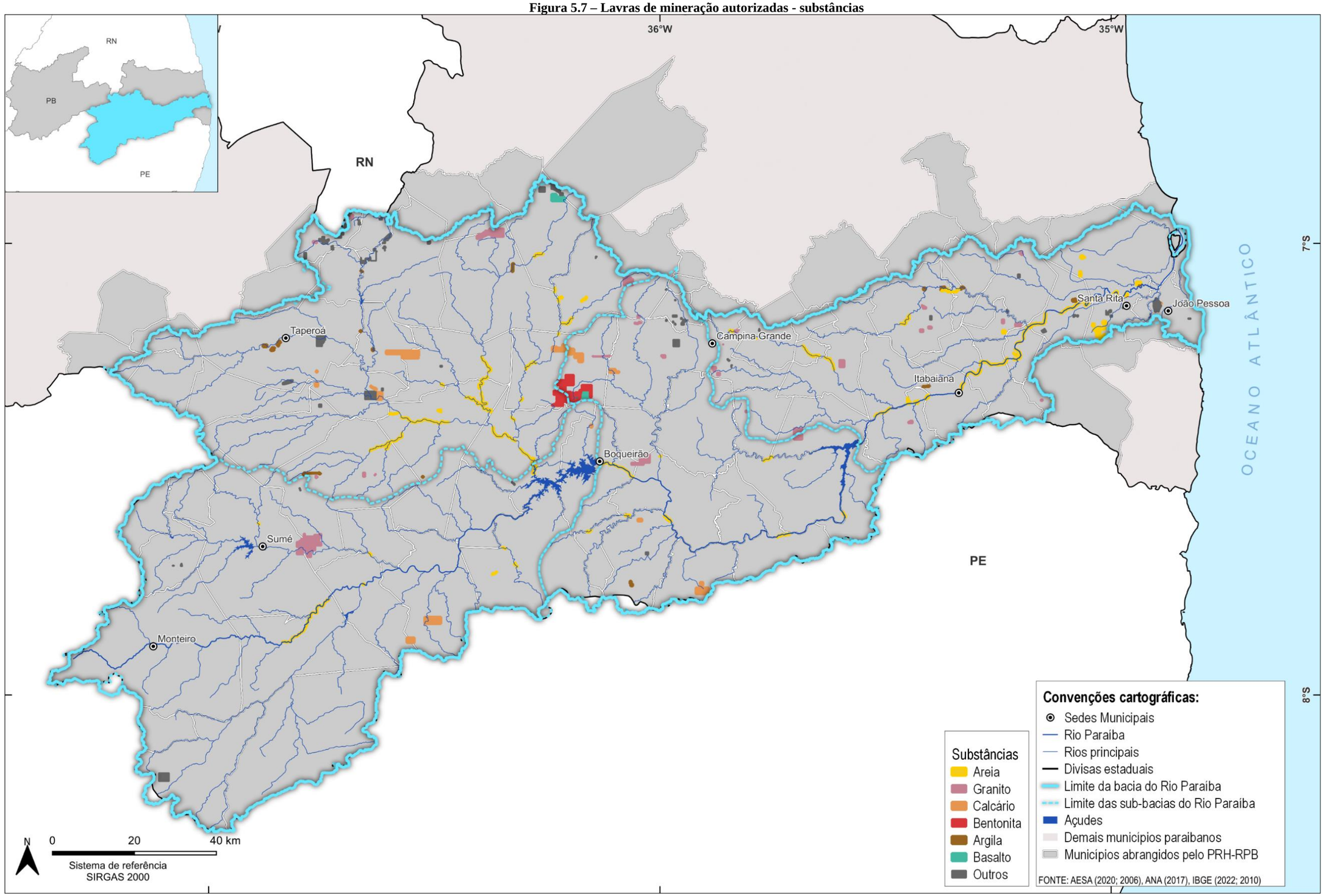
5.1.1.7 Mineração

O PERH-PB (PARAÍBA, 2022) aponta que o panorama mineral do estado apresenta uma ampla diversidade e evidencia um considerável potencial para a descoberta de novos recursos. A Paraíba se destaca na produção de minerais industriais, isto é, aqueles não metálicos, com destaque para a bentonita, cujas reservas representam aproximadamente metade das reservas nacionais. Além disso, a região também se sobressai na produção de ilmenita e rutilo, encontrados nas areias pesadas do litoral norte do estado, contribuindo com cerca de 20% do total nacional desses minerais.

No entanto, quando analisamos somente a bacia hidrográfica do Rio Paraíba, a estimativa da demanda hídrica do setor de mineração, obtida por meio do Cadastro de Outorgas da AESA, aponta apenas duas outorgas para o setor, no município de Junco do Seridó, totalizando 0,20 L/s.

Em se tratando de potencial explorado, foram obtidas as informações de lavras para exploração mineral em consulta ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). A Figura 5.7 mostra a localização das jazidas e as principais substâncias exploradas, considerando os processos já autorizados, ou seja, nas fases de: Concessão de Lavra, Lavra Garimpeira e Licenciamento. Os processos que se encontram nas demais fases possíveis no cadastro da ANM, correspondem a um potencial ainda não autorizado e não foram considerados nesta etapa de elaboração do diagnóstico do PRH-RPB.

Figura 5.7 – Lavras de mineração autorizadas - substâncias



FONTE: Elaboração própria, com dados da ANM, 2024.

Na Figura 5.7 foram classificadas as substâncias que têm maior ocorrência em processos cadastrados como Processos Minerários Ativos Autorizados da ANM, sendo estas em ordem decrescente: Areia, Granito, Calcário, Bentonita, Argila e Basalto. Os demais processos autorizados, que constam na Figura 5.7 como "outros", contemplam as seguintes substâncias: Água Marinha, Água Mineral, Argila Bentonítica, Argila Ferruginosa, Calcário Calcítico, Calcário Dolomítico, Calcita, Cassiterita, Caulim, Diorito, Feldspato, Gnaisse, Migmatito, Saibro e Turmalina.

5.1.2 Demandas Hídricas não-consuntivas por Município

A análise dos usos não consuntivos contempla as demandas relativas à aquicultura, pesca e carcinicultura, a geração de energia, lazer e turismo, e pesca, que interfiram diretamente nos recursos hídricos, baseados em dados secundários de fontes estaduais e federais.

5.1.2.1 Aquicultura, Pesca e Carcinicultura

A aquicultura é definida como o processo de produção em cativeiro, de animais ou vegetais que têm como habitat predominante o meio aquático, tais como peixes, camarões, rãs, ostras, mexilhões, entre outras espécies.

Como ramo da atividade agropecuária, desempenha um papel econômico importante na produção de organismos aquáticos e está experimentando um crescimento significativo em escala global. O Brasil segue essa tendência, beneficiando-se de sua vasta extensão territorial, condições climáticas favoráveis e abundância de recursos hídricos, além de possuir uma mão de obra qualificada. Além disso, o país é reconhecido como um dos maiores produtores de grãos do mundo e possui experiência em outras cadeias produtivas já consolidadas. Essas características evidenciam a vocação brasileira para expandir a aquicultura tanto no mercado nacional quanto no internacional, posicionando-o com um grande potencial para se tornar um dos líderes mundiais em exportações de pescado (BRASIL, 2022).

Na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, os municípios que tiveram produção da aquicultura, segundo dados do IBGE, de 2022, estão discriminados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 – Produção da aquicultura dos municípios do PRH-RPB

Município	Produção da aquicultura (kg)			
	Tambaqui	Tilápia	Camarão	Larvas e pós-larvas de camarão
Araçagi	-	47.403	45.000	-
Barra de São Miguel	-	1.000	58.000	-
Cabaceiras	-	2.700	-	-
Caldas Brandão	-	80.000	98.000	-
Cruz do Espírito Santo	-	1.700	-	-
Desterro	-	4.200	-	-
Gurinhém	-	31.000	110.000	-
Ingá	-	-	52.000	-
Itabaiana	-	48.000	470.000	-
Itatuba	-	36.000	460.000	-
João Pessoa	-	-	1.650.000	-
Juarez Távora	-	10.200	34.000	-
Juripiranga	-	-	15.500	-
Lucena	-	3.000	120.000	40.000
Mari	-	1.050.000	115.000	-

Município	Produção da aquicultura (kg)			
	Tambaqui	Tilápia	Camarão	Larvas e pós-larvas de camarão
Massaranduba	1.000	4.500	-	-
Mogeiro	-	36.000	600.000	-
Mulungu	-	8.000	60.000	-
Pedras de Fogo	-	28.000	-	-
Pilar	-	25.000	250.000	-
Prata	-	3.000	-	-
Riachão do Poço	-	360.000	22.500	-
Salgado de São Félix	-	22.000	500.000	-
Santa Rita	4.500	70.000	900.000	-
São Miguel de Taipu	-	300.000	500.000	-
São Sebastião do Umbuzeiro	-	6.000	-	-
Sapé	-	45.000	-	-
Sobrado	-	20.000	55.000	-
Sumé	-	7.100	-	-
Tenório	-	2.040	-	-
Zabelê	-	3.800	-	-
Total	**5.500**	**2.255.643**	**6.115.000**	**40.000**

Fonte: IBGE (2022).

Para efeitos comparativos, a Tabela 5.13 mostra que a produção da aquicultura dos municípios da bacia do Rio Paraíba é bastante expressiva, tanto em relação à produção estadual quanto em relação à região nordeste, especialmente na produção de camarão, com 85% e 5%, em relação ao total estadual e regional, respectivamente.

Tabela 5.13 – Comparativo da produção da aquicultura na BH-RPB

Região	Produção da aquicultura (kg)	
	Tilápia	**Camarão**
PRH-RPB	2.255.643	6.115.000
Estado da Paraíba	3.989.638	7.221.400
Região Nordeste	67.012.015	112.848.518
% do PRH-RPB em relação à		
Estado da Paraíba	57%	85%
Região Nordeste	3%	5%

Fonte: Cobrape (2024) com base em IBGE (2022).

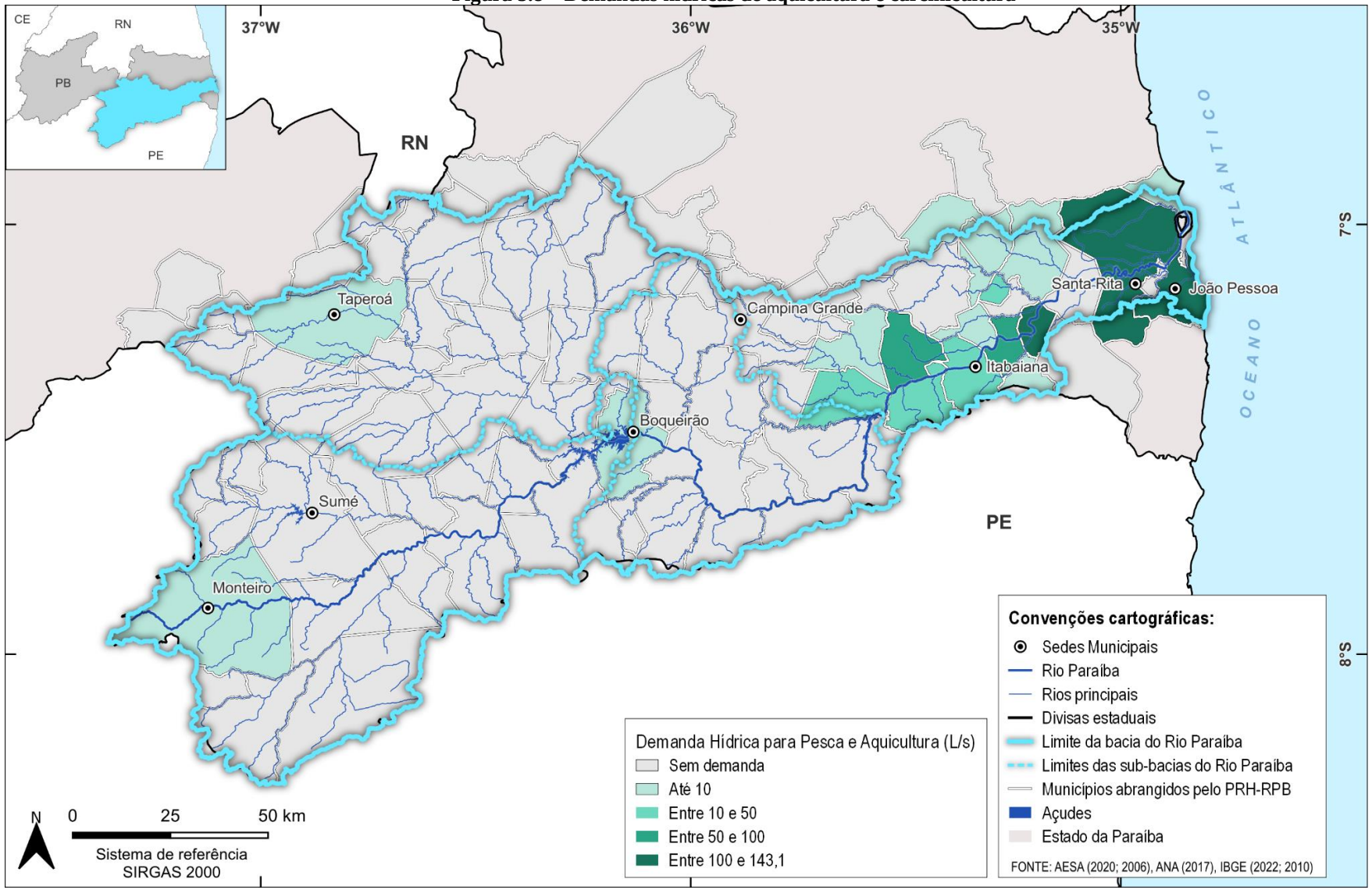
Para a estimativa da demanda de água para aquicultura, pesca e carcinicultura foram utilizados os dados contidos no cadastro de outorgas da AESA, agregados por município com dados, conforme mostrado na Tabela 5.14. A espacialização das demandas está apresentada na Figura 5.8.

Tabela 5.14 – Demandas hídricas de aquicultura, pesca e carcinicultura

Município	Demanda para Aquicultura, Pesca e Carcinicultura (L/s)		
	Captada		Total
	Superficial	Subterrâneo	
Boqueirão	0,56	8,06	8,61
Caldas Brandão	4,56	0,00	4,56
Ingá	1,47	0,00	1,47
Itabaiana	34,00	0,00	34,00
Itatuba	14,00	0,00	14,00
João Pessoa	143,13	0,00	143,13
Juripiranga	0,32	0,00	0,32
Lucena	5,24	0,00	5,24
Mari	0,79	0,00	0,79
Mogeiro	93,67	3,22	96,89
Monteiro	0,95	0,00	0,95
Mulungu	0,00	0,54	0,54
Pilar	73,87	0,00	73,87
Riachão do Poço	30,00	0,00	30,00
Salgado de São Félix	46,24	0,00	46,24
Santa Rita	120,31	0,00	120,31
São José dos Ramos	0,56	0,00	0,56
São Miguel de Taipu	108,06	0,00	108,06
Sapé	4,59	0,00	4,59
Taperoá	0,00	0,02	0,02
Total	**682,31**	**11,83**	**694,14**

FONTE: Cobrape (2024), com base em AESA (2024).

Figura 5.8 – Demandas hídricas de aquicultura e carcinicultura



Fonte: Cobrape, 2024.

5.1.2.2 Outros Usos Não Consuntivos

O lazer e o turismo representam tipos de usos não consuntivos da água, sendo consideradas atividades como natação, canoagem, pesca esportiva e visitação em áreas aquáticas. Essas práticas proporcionam benefícios econômicos e sociais importantes, pois promovem o bem-estar e a interação com a natureza sem a necessidade da retirada de água do ambiente.

No entanto, é importante que essas atividades sejam gerenciadas de maneira sustentável para minimizar impactos negativos, como a poluição por resíduos e a perturbação da vida selvagem. A gestão sustentável dessas atividades envolve garantir a limpeza das áreas aquáticas, por meio da conscientização e disponibilização de infraestrutura adequada para a coleta de resíduos.

Na bacia do Rio Paraíba existem exemplos como o Açude Velho, no centro do município de Campina Grande, que é um dos cartões postais da cidade. Além de proporcionar uma bela vista com a composição paisagística de seu entorno, possui também estrutura para práticas esportivas. O açude, que foi o primeiro da cidade, foi construído em 1877 para finalidade de abastecimento da água para sua população e hoje serve como espaço de lazer.

Figura 5.9 – Açude Velho

Fonte: Arthur Aranha, 2019.

Outro exemplo é a lagoa do Parque Sólon de Lucena, também conhecido como Parque da Lagoa, localizada em João Pessoa. A lagoa, que ocupa maior porção de todo o parque tem finalidades múltiplas para práticas esportivas e lazer, como passeios de barco e pedalinho.

Figura 5.10 – Parque Sólon de Lucena

Fonte: Governo da Paraíba, 2023.

Outros espaços definidos como Áreas de Preservação Permanente (APP) dentro da bacia do Rio Paraíba também possuem massas de água de caráter de usos não consuntivos. Estes espaços, além de servirem como proteção e preservação da fauna e da flora, também atuam na regulação climática, sequestro de carbono e manutenção do ciclo hidrológico. A água utilizada nesses processos permanece dentro do ciclo natural, contribuindo para a estabilidade climática e a saúde dos ecossistemas.

A arqueologia também se enquadra como um tipo de uso não consuntivo da água, principalmente quando se trata de sítios submersos em regiões litorâneas, rios e cavernas que abrigaram populações ou que foram cenários de eventos históricos. Existe na bacia o total de 180 monumentos arqueológicos, sendo São João do Tigre o município que abriga a maior quantidade de sítios com 27 deles.

Contribuindo também para o turismo, está a famosa “Roliúde Nordestina”, localizada à sudoeste da bacia no município de Cabaceiras, a cidade é conhecida por seu clima semiárido e paisagens características do sertão nordestino, atraindo turistas e cineastas que buscam ambientes com este perfil.

A importância da Roliúde Nordestina para a produção cinematográfica nacional é notável. A cidade tem sido palco de diversas produções, incluindo filmes e novelas de grande sucesso, que aproveitam suas paisagens naturais como pano de fundo. Além de contribuir para o desenvolvimento econômico local através do turismo e da criação de empregos temporários

durante as filmagens, também fortalece a identidade cultural da região, promovendo a cultura nordestina e ampliando a visibilidade do sertão brasileiro no cenário audiovisual nacional.

Figura 5.11 - Letreiro na cidade de Cabaceiras

Fonte: Governo da Paraíba, 2019.

5.1.3 Total das Demandas Hídricas dos municípios do PRH-RPB

A análise do total das demandas hídricas dos municípios da bacia do Rio Paraíba levou em consideração a soma de todas as demandas hídricas captadas, tanto superficiais quanto subterrâneas, para os setores de abastecimento público urbano e rural, agricultura, pecuária, indústria, pesca e aquicultura. As demandas hídricas referentes à mineração e ao lazer não foram consideradas por serem praticamente nulas.

Os resultados, consolidados na Tabela 5.15 e ilustrados na Figura 5.12, apontam a superioridade do consumo de água no setor de abastecimento humano urbano, representando cerca de 50% da demanda total da bacia, sendo que, desse total, metade corresponde à capital do estado João Pessoa. Em seguida, a agricultura soma 28%, e o setor de aquicultura e carcinicultura com 7%.

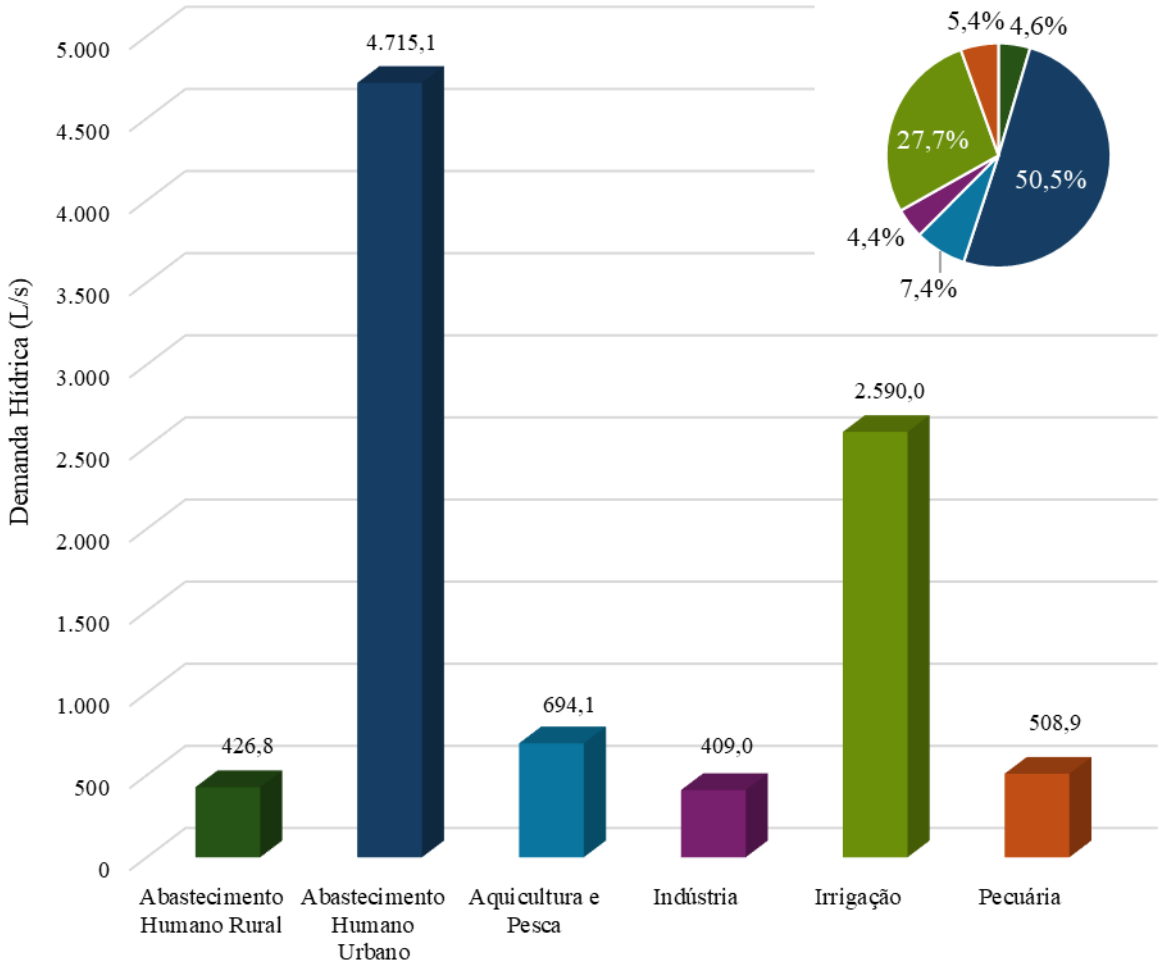
Adicionalmente, as demandas hídricas captadas totais por município foram representadas espacialmente na Figura 5.13. Nota-se que a maior parte das demandas está concentrada nos maiores centros urbanos do estado, sendo que nas sub-bacias do Alto Paraíba e do Taperoá as demandas hídricas não superam os 100 L/s.

Tabela 5.15 – Demandas Hídricas Captadas Totais (L/s)

Abastecimento Humano Urbano	Abastecimento Humano Rural	Industria	Irrigação	Pecuária	Aquicultura e pesca	Total captadas
4.715,12	426,77	409,01	2.590,03	508,90	694,14	9.343,97
50,46%	4,57%	4,38%	27,72%	5,45%	7,43%	100,00%

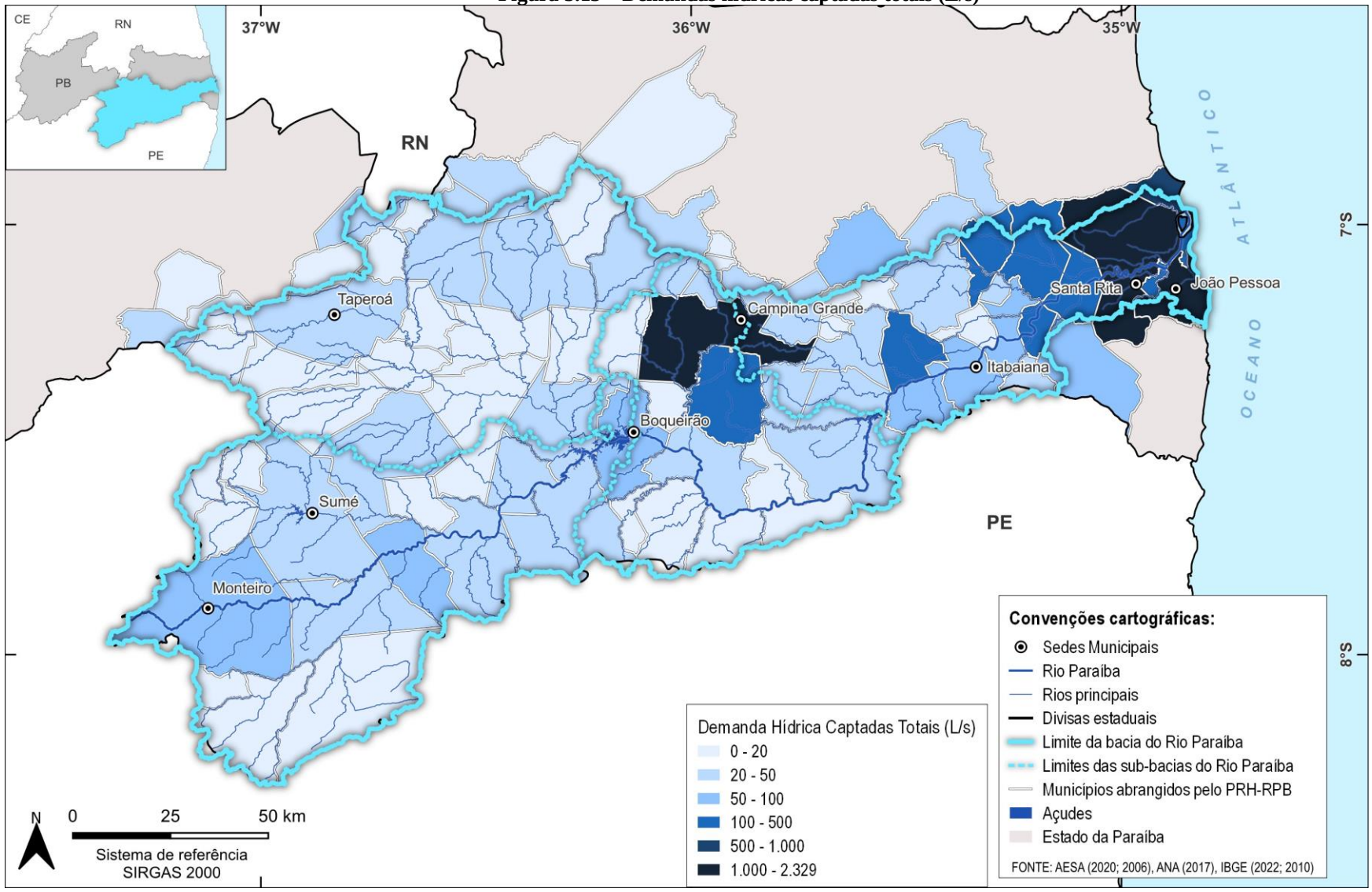
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024).

Figura 5.12 - Demandas hídricas captadas totais (L/s)



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024).

Figura 5.13 – Demandas hídricas captadas totais (L/s)

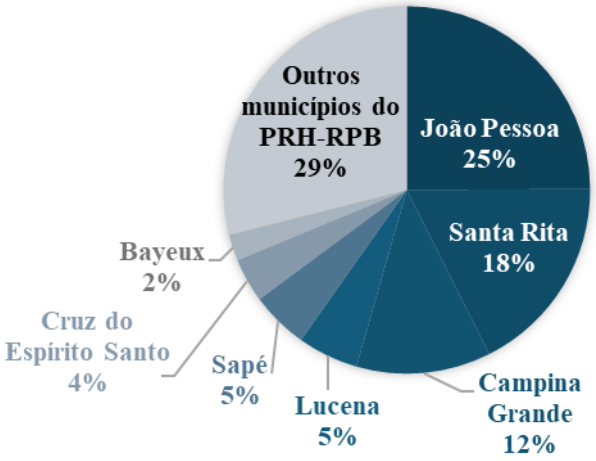


Fonte: Elaborado por Cobrape (2024).

Em âmbito municipal, João Pessoa desponta como o município com maior demanda de água do PRH-RPB, com cerca de 25% do total, seguido de Santa Rita e Campina Grande, com 17,7% e 11,9%, respectivamente. No caso de João Pessoa, o principal fator desta alta demanda é o abastecimento urbano, que representa cerca de 93% da demanda consuntiva captada, e a aquicultura e pesca, com 6%, que somadas representam 99% da demanda total do município.

A Figura 5.14 lista os municípios do PRH-RPB com maiores demandas hídricas totais captadas, considerando as captações superficiais e subterrâneas, sendo as porcentagens em relação ao total das demandas de todos os 85 municípios.

Figura 5.14 – Municípios com as maiores demandas totais na bacia hidrográfica do Rio Paraíba



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024).

5.2 ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS

5.2.1 Unidades de Análise para Balanço Hídrico

Para realização do balanço hídrico no âmbito do PRH-RPB, verificou-se a necessidade de se delimitar novas unidades de análise, visto que, como apresentado no *RP-03 – Estudo Hidrológico da Bacia: Potencialidades e Disponibilidades Hídricas*, principalmente nas sub-bacias do Alto e Médio Paraíba e do Rio Taperoá, a disponibilidade hídrica está atrelada à existência de açudes, ou seja, à reservação artificial das vazões naturais.

Por esta razão, as demandas estão majoritariamente localizadas em locais com maior disponibilidade de água, ou seja, próximas aos açudes nas sub-bacias de montante, e ao longo dos canais principais no caso do Baixo Paraíba.

Portanto, considerando em conjunto características como o uso e ocupação do solo, a localização dos pontos de outorga e as categorias de demanda hídrica, foram delimitadas as denominadas Unidades de Análise para o Balanço Hídrico (UABH).

Para as sub-bacias do Taperoá, Alto e Médio Paraíba, as ottobacias a montante de cada açude estratégico foram agrupadas, definindo as áreas de contribuição associadas a cada açude como uma UABH. Da mesma forma, as áreas de contribuição dos açudes José Rodrigues, São Salvador e Marés, no Baixo Paraíba, também definiram outras unidades de análise

As demais ottobacias no Baixo Paraíba foram agrupadas em função da calha principal do Rio Paraíba, e das bacias dos seus principais afluentes. Esta subdivisão considerou também a localização de sedes municipais importantes, e as demandas associadas aos principais afluentes e suas respectivas ottobacias, de forma que a proposição das UABHs fosse coerente com o propósito ao qual se aplicam.

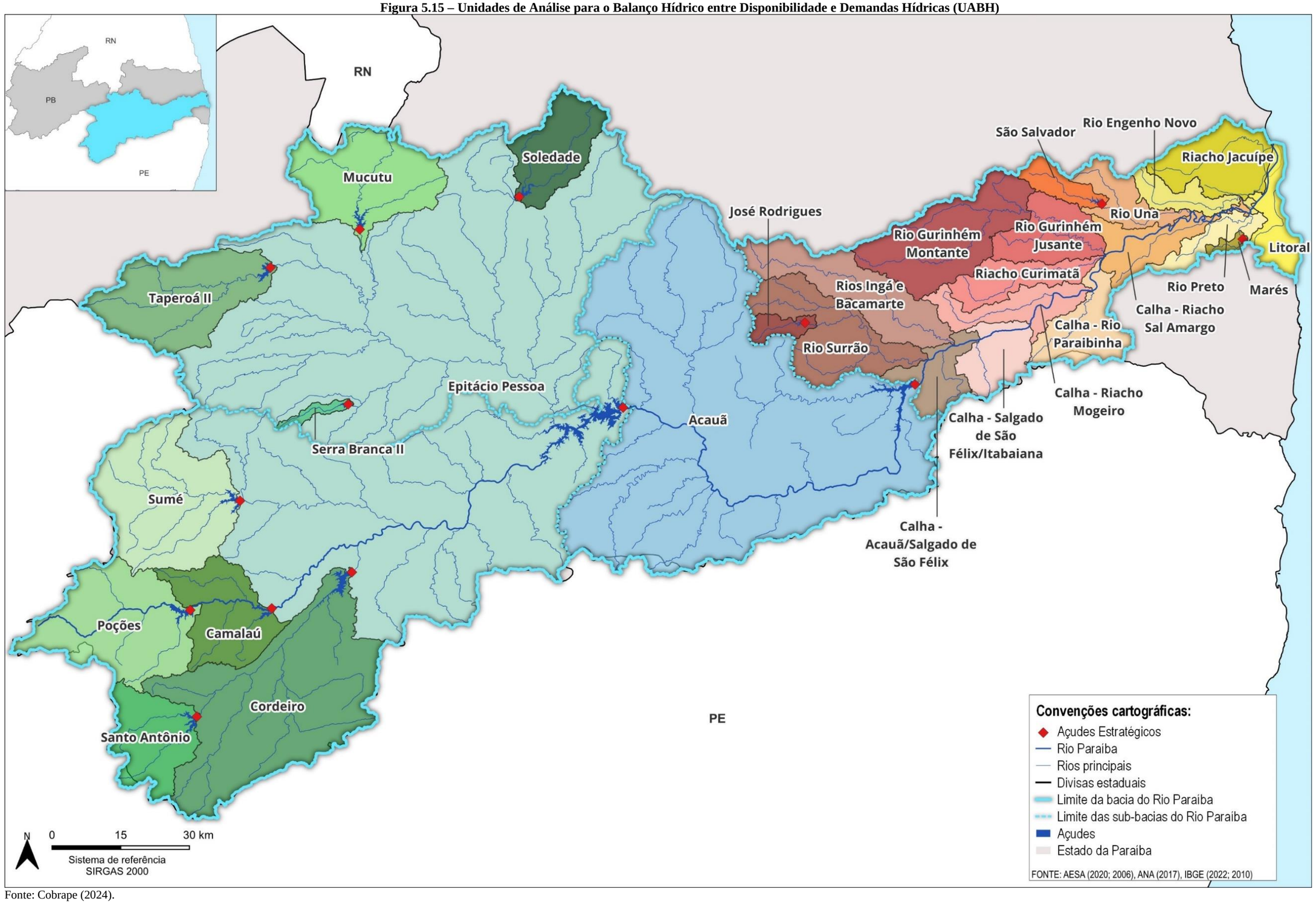
A Tabela 5.16 lista as 29 UABHs definidas para os estudos do PRH-RPB, as quais podem ser visualizadas na Figura 5.15. As demandas espacializadas conforme as metodologias descritas nos próximos itens foram, por fim, somadas para cada uma destas UABHs, a fim de compor o Balanço Hídrico a ser apresentado no capítulo 5.3 do presente documento.

Tabela 5.16 – Unidades de Análise para o Balanço Hídrico (UABH)

Sub-bacia	Unidades de Análise para o Balanço Hídrico (UABH)	Área Incremental (km²)
Alto Paraíba	Açude Camalaú	386,7
	Açude Cordeiro	1.323,7
	Açude Epitácio Pessoa	7.415,6
	Açude Poções	669,2
	Açude Santo Antônio	335,9
	Açude Sumé	769,8
Médio Paraíba	Açude Acauã	3.747,3
Baixo Paraíba	Açude José Rodrigues	63,1
	Açude Marés	24,9
	Açude São Salvador	102,8
	Rio Engenho Novo	122,7
	Calha Rio Paraíba – Salgado de São Félix/Itabaiana	200,1
	Calha Rio Paraíba - Rio Paraibinha	254,9
	Riacho Jacuípe	310,7
	Rio Gurinhém Montante	536,3
	Rio Surrão	443,3
	Rios Ingá e Bacamarte	435,7
	Rio Preto	116,6
	Riacho Curimatã	199,0
	Calha Rio Paraíba - Acauã/Salgado de São Félix	181,8
	Litoral	162,6
	Calha Rio Paraíba - Riacho Sal Amargo	214,1
	Rio Gurinhém Jusante	256,6
	Calha Rio Paraíba - Riacho Mogeiro	215,9
	Rio Una	168,3
Taperoá	Açude Mucutu	544,5
	Açude Serra Branca II	34,1
	Açude Soledade	316,9
	Açude Taperoá II	594,0

Fonte: Cobrape (2024).

Figura 5.15 – Unidades de Análise para o Balanço Hídrico entre Disponibilidade e Demandas Hídricas (UABH)



Fonte: Cobrape (2024).

5.2.2 Células de Análise

Para que as demandas pudessem ser representadas por UABHs, foi realizado o processo de desagregação de dados para as menores unidades de área possível, definidas como células de análise, que contém informações individualizadas das características locais.

Esta desagregação ocorre com base nos dados espaciais da malha de setores censitários (IBGE, 2022), nos limites definidos pela ottobacias da base hidrográfica (ANA, 2017) e nos dados de cobertura e uso do solo classificados pelo Projeto MapBiomas (MAPBIOMAS, 2022) para o Brasil.

A malha de setores censitários permite vincular os dados de coleta de população residente (IBGE, 2023) em cada unidade territorial, desta forma é possível espacializar o dado populacional de forma mais coerente, seguindo a metodologia oficial de coleta realizada no censo. Os dados de cobertura e uso do solo indicam em cada porção territorial, dada a resolução espacial de aproximadamente 900 m², o tipo de uso predominante considerada a reclassificação generalizada para floresta, formação natural não florestal, pastagem, agricultura, área natural não vegetada e corpos de água, que são correlacionados a existência de atividades socioeconômicas. A utilização da delimitação das ottobacias permite relacionar as demais características às áreas de drenagem dos trechos de rios.

O procedimento gera pequenas unidades de áreas, chamadas de células, com informações individualizadas referentes ao: tipo de área urbana ou rural, número de pessoas residentes, à qual ottobacia pertencente dentro da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, e o tipo predominante de uso do solo.

Os valores de demandas são calculados com base nas características existentes em cada célula, a depender da metodologia definida para cada tipo de demanda. Estes valores são agregados posteriormente por soma, com base na ottobacia à qual pertence, obedecendo a unidade territorial que define as UABHs.

5.2.3 Abastecimento Urbano Humano

5.2.3.1 Descrição dos sistemas integrados de abastecimento do PRH-RPB

Para completar a caracterização do abastecimento humano no âmbito do PRH-RPB, faz-se necessário delinear e compreender o arranjo dos sistemas integrados presentes na bacia, uma vez que a disposição espacial de como estes sistemas funcionam interferem diretamente na avaliação do balanço hídrico, apresentado no capítulo 5.3.

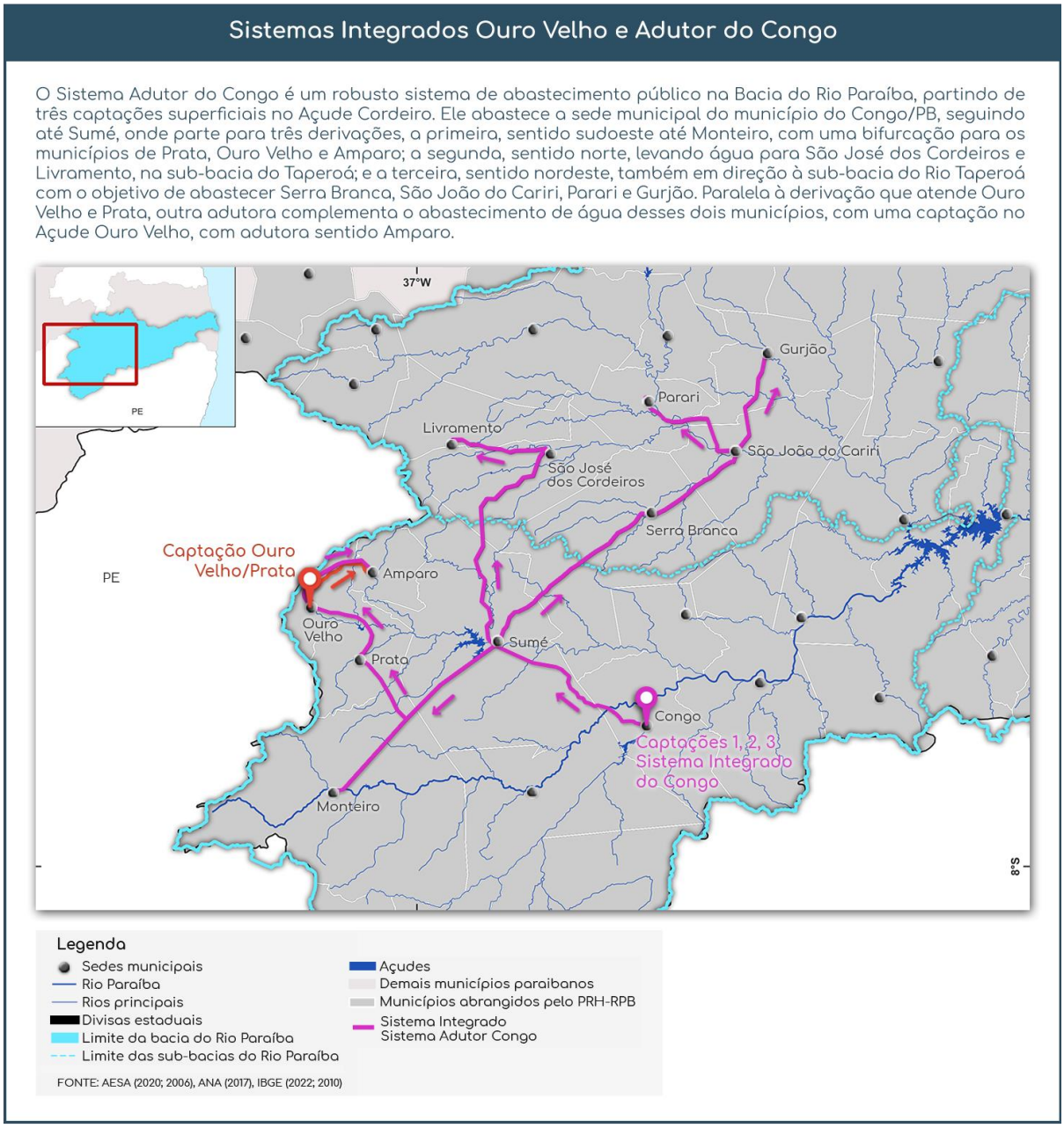
Os sistemas integrados de abastecimento de água representam uma alternativa para o abastecimento público de municípios e regiões com baixa disponibilidade hídrica. Esses sistemas captam água de açudes de maior porte, como Acauã e Epitácio Pessoa, e a transportam por meio de sistemas adutores para diferentes localidades. Esse processo não só atende à demanda de água em áreas com escassez, mas também fortalece a segurança hídrica dos municípios. A CAGEPA é a responsável pela maior parte do abastecimento de água da Bacia do Rio Paraíba, e, portanto, da gestão dos sistemas integrados e suas adutoras.

Os principais sistemas integrados localizados no contexto do PRH-RPB são:

- Ouro Velho e Adutor do Congo;
- Cariri;
- Campina Grande Boqueirão;
- Alcantil – Riacho Santo Antônio;
- Acauã – Gado Bravo;
- Acauã Ingá;
- Acauã Leste, Salgado de São Félix e Itabaiana;
- Olho D'Água Salvador;
- Gramame;
- Adutora Natuba;
- Agreste; e
- Coremas/Sabugi.

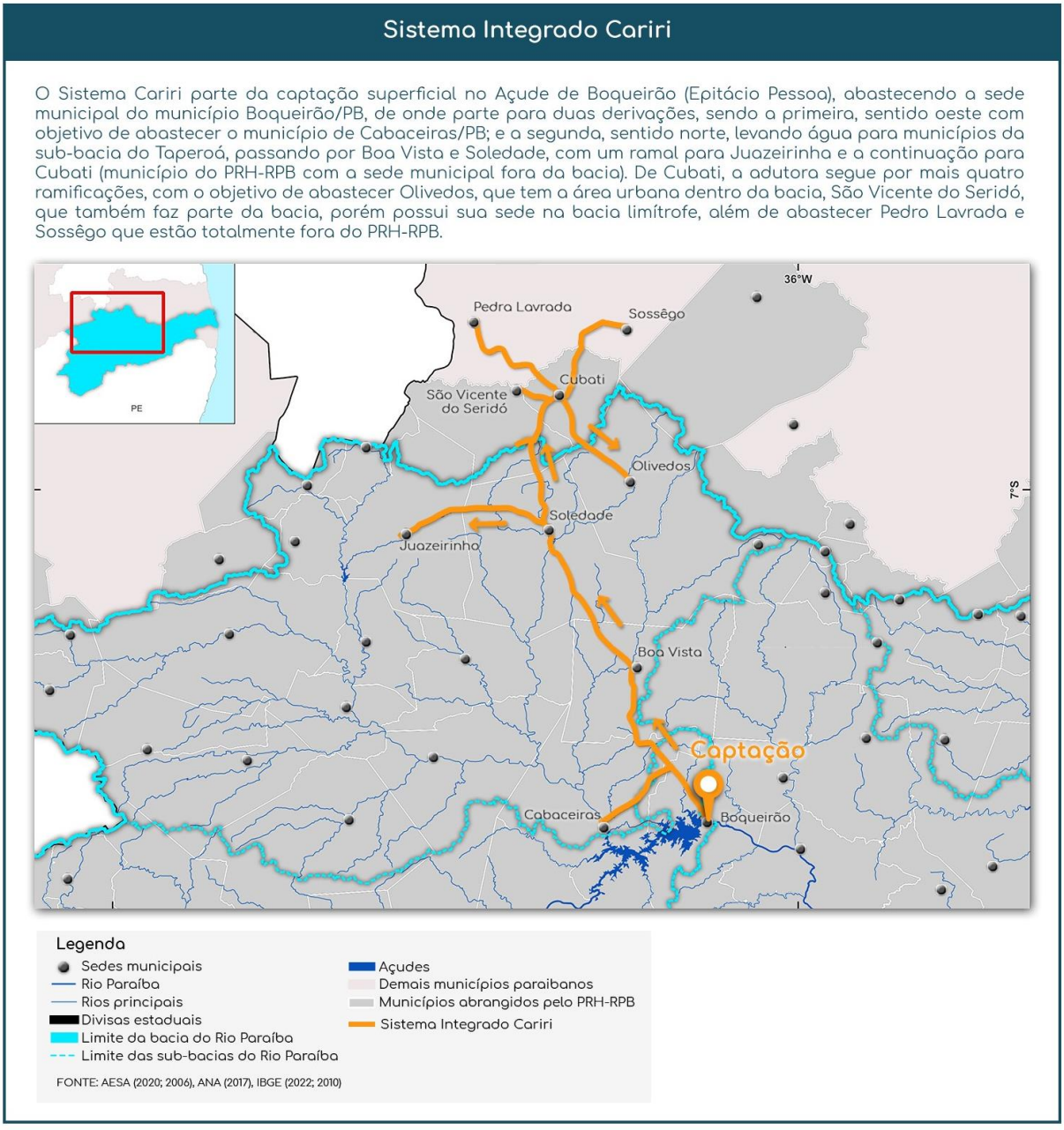
Portanto, a seguir é apresentada uma breve descrição dos sistemas de abastecimento dos municípios citados acima, e como as demandas humanas urbanas foram atribuídas a estes sistemas.

Figura 5.16 - Sistemas Integrados Ouro Velho e Adutor do Congo



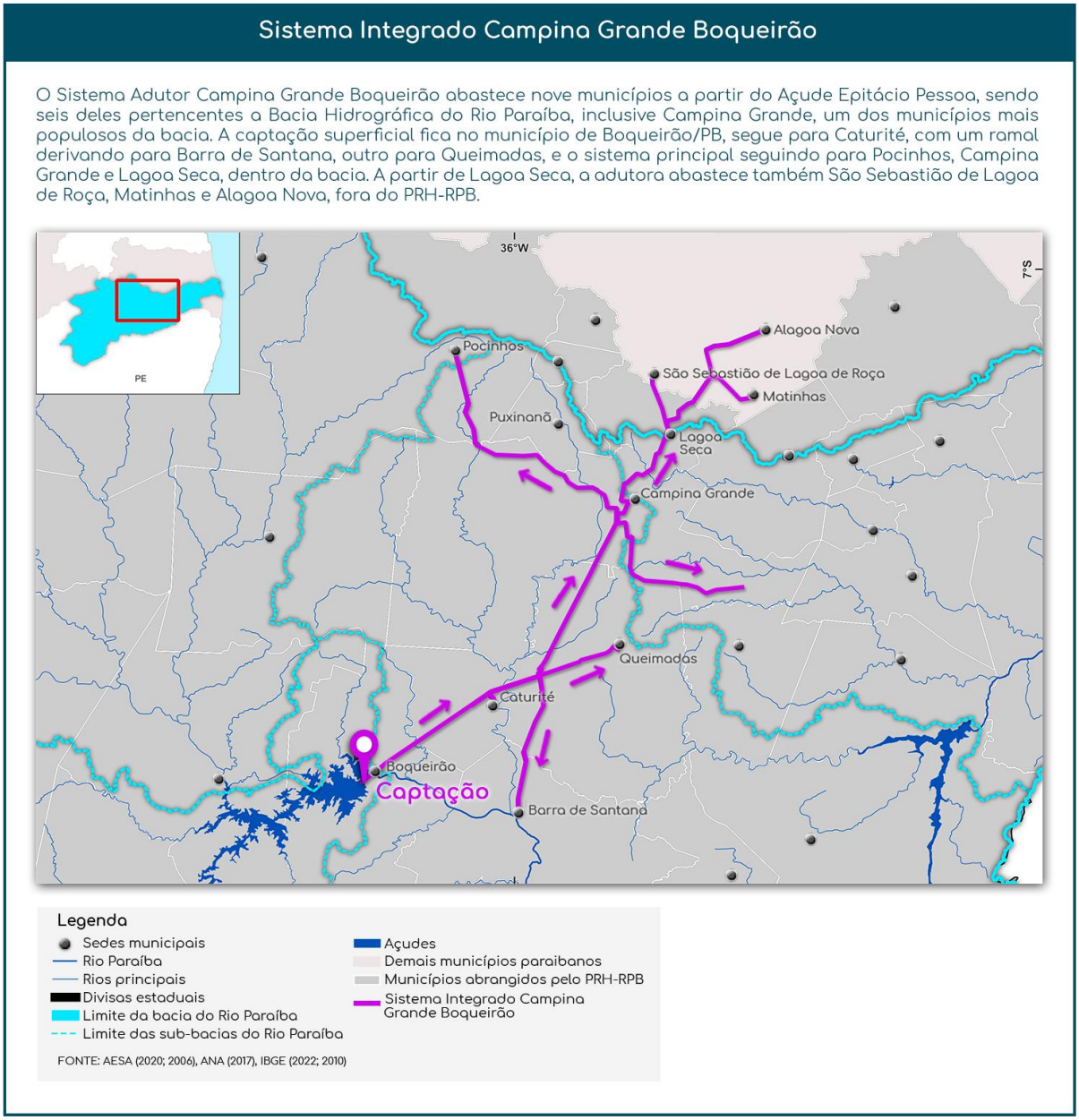
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.17 - Sistema Integrado Cariri



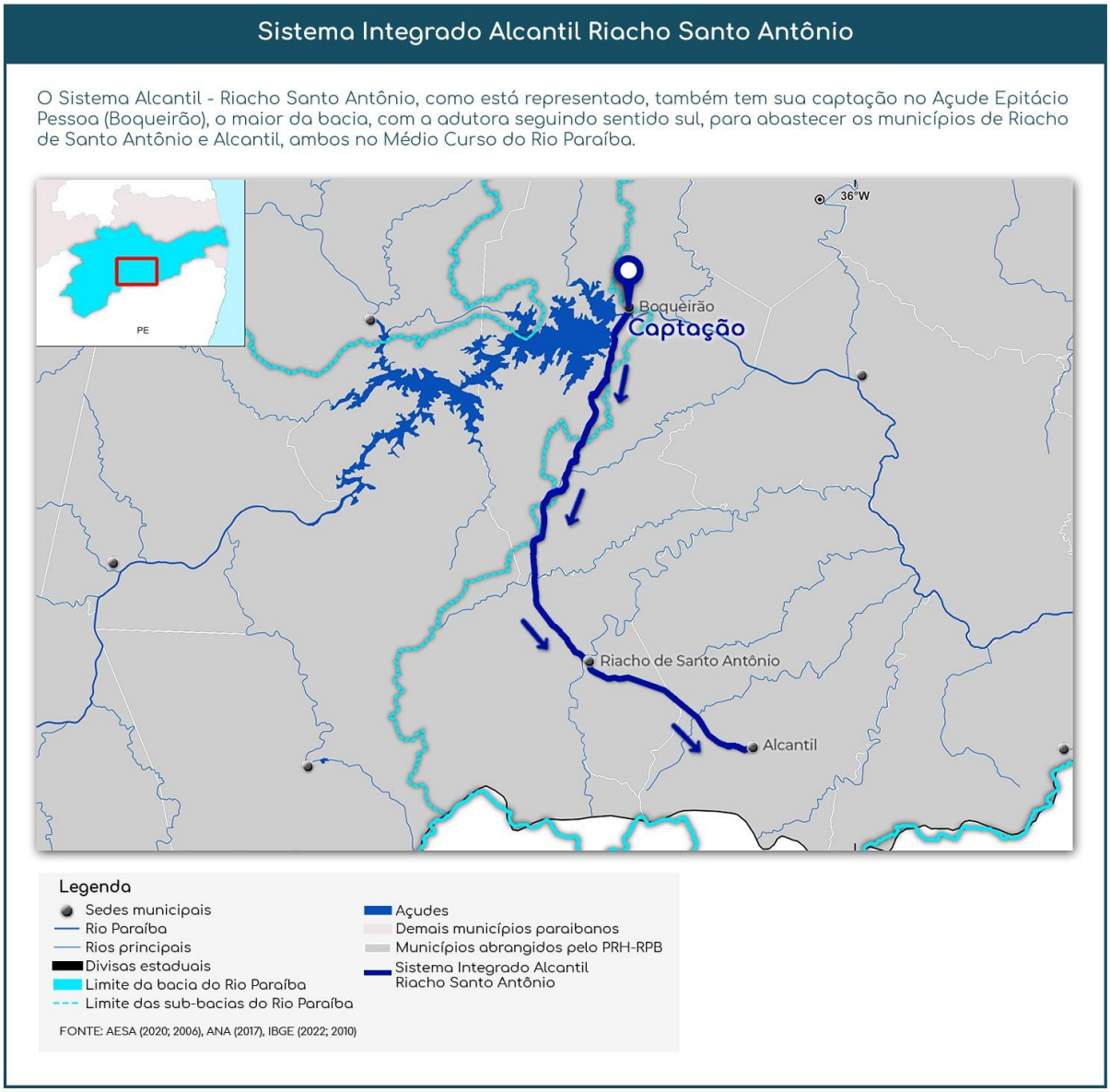
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.18 - Sistema Integrado Campina Grande Boqueirão



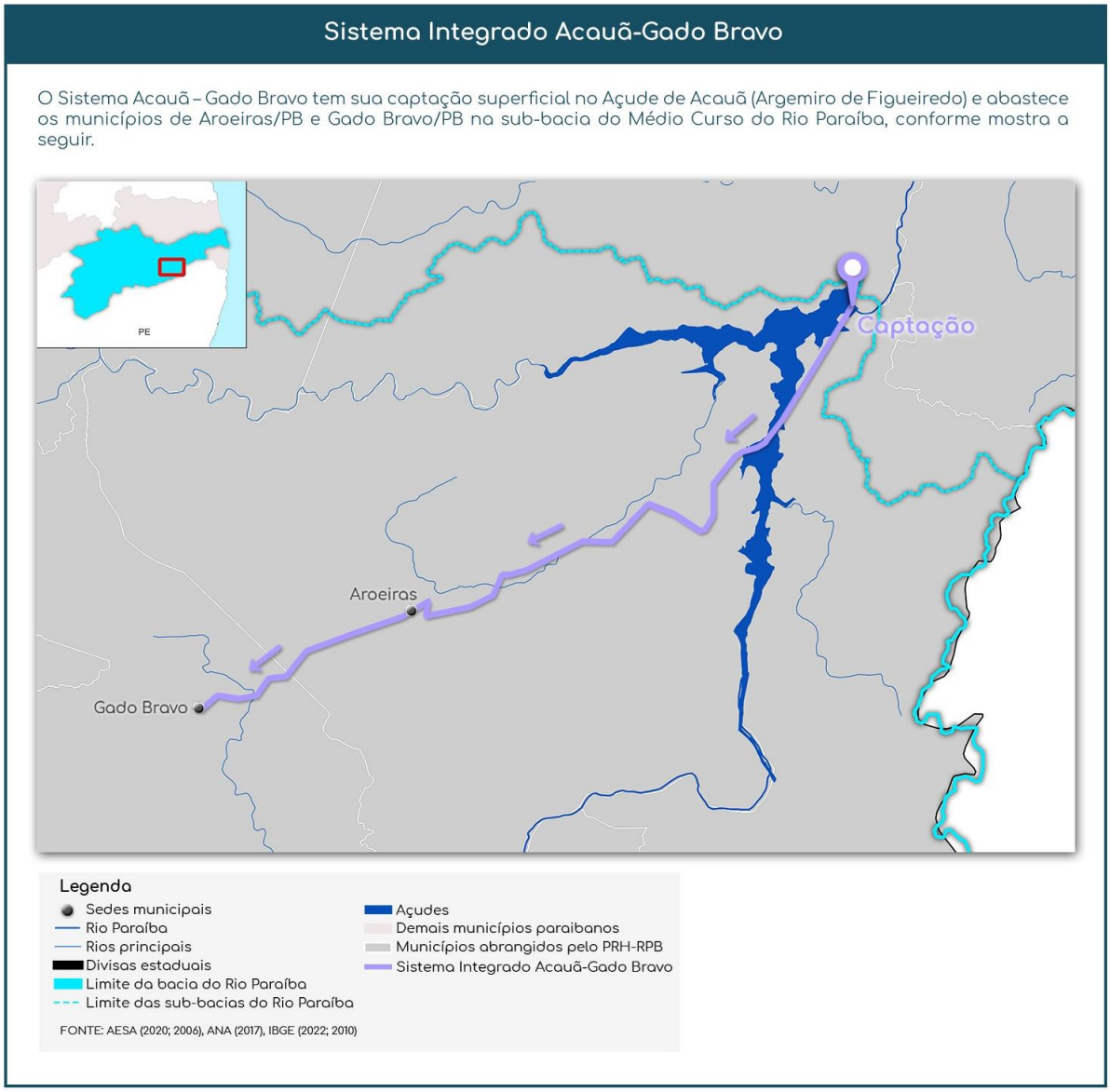
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.19 - Sistema Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio



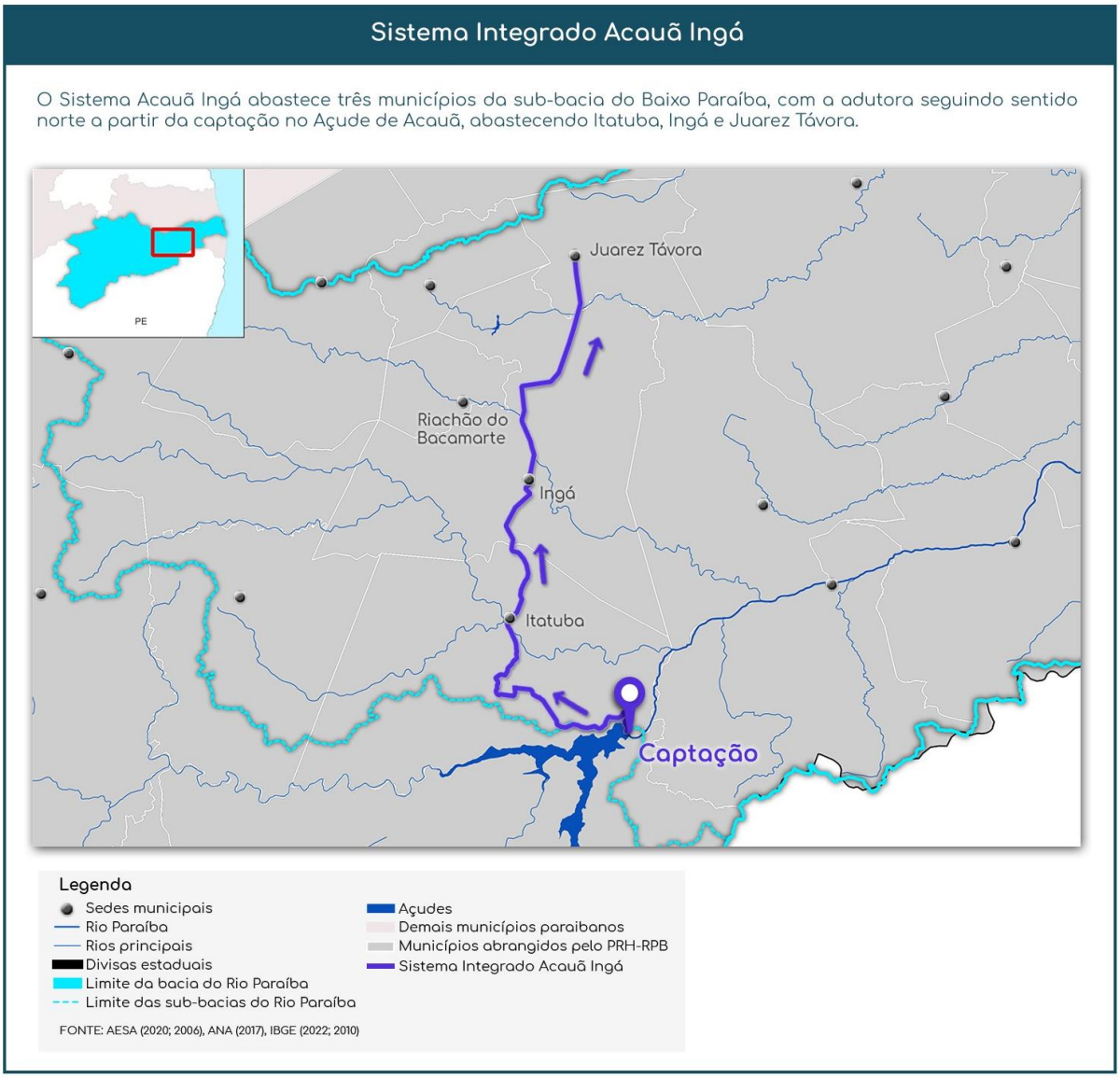
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.20 - Sistema Integrado Acauã - Gado Bravo



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.21 - Sistema Integrado Acauã Ingá



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.22 - Sistemas Integrados Acauã Leste, Salgado de São Félix e Itabaiana

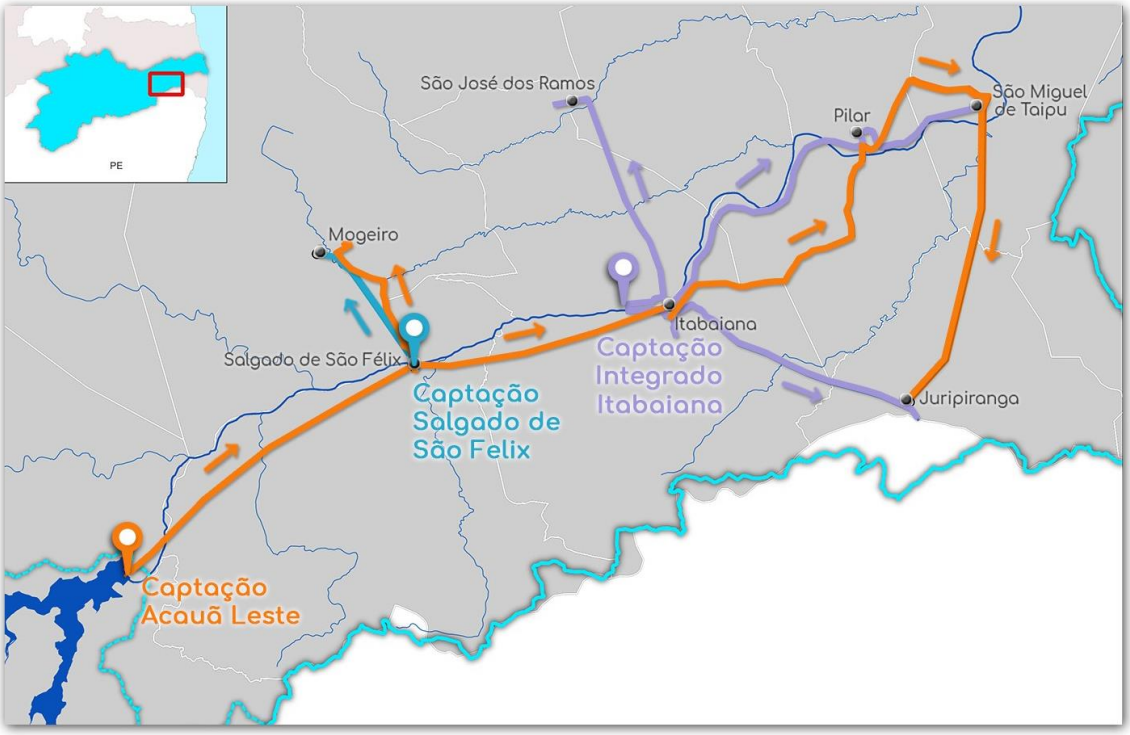
Sistemas Integrados Acauã Leste, Salgado de São Félix e Itabaiana

Os sistemas integrados de Acauã Leste, Salgado de São Félix e Itabaiana são três sistemas independentes de adutoras que abastecem municípios em comum entre elas. O maior dos sistemas é o Acauã Leste, que capta água no Açude de Acauã, segue para Salgado de São Félix, abastece o município, deriva para Mogeiro, segue para Itabaiana, Pilar, São Miguel de Taipu e por fim, Juripiranga.

Outra captação ocorre no município de Salgado de São Félix, que dá nome ao segundo sistema da série, abastecendo Salgado de São Félix e Mogeiro.

O terceiro sistema da série é o Sistema Integrado de Itabaiana, que capta água à jusante de Acauã e abastece Itabaiana, São José dos Ramos, Pilar, São Miguel do Taipu e Juripiranga.

Os três sistemas integrados atuam de formas independentes e abastecem municípios em comum do PRH-RPB.



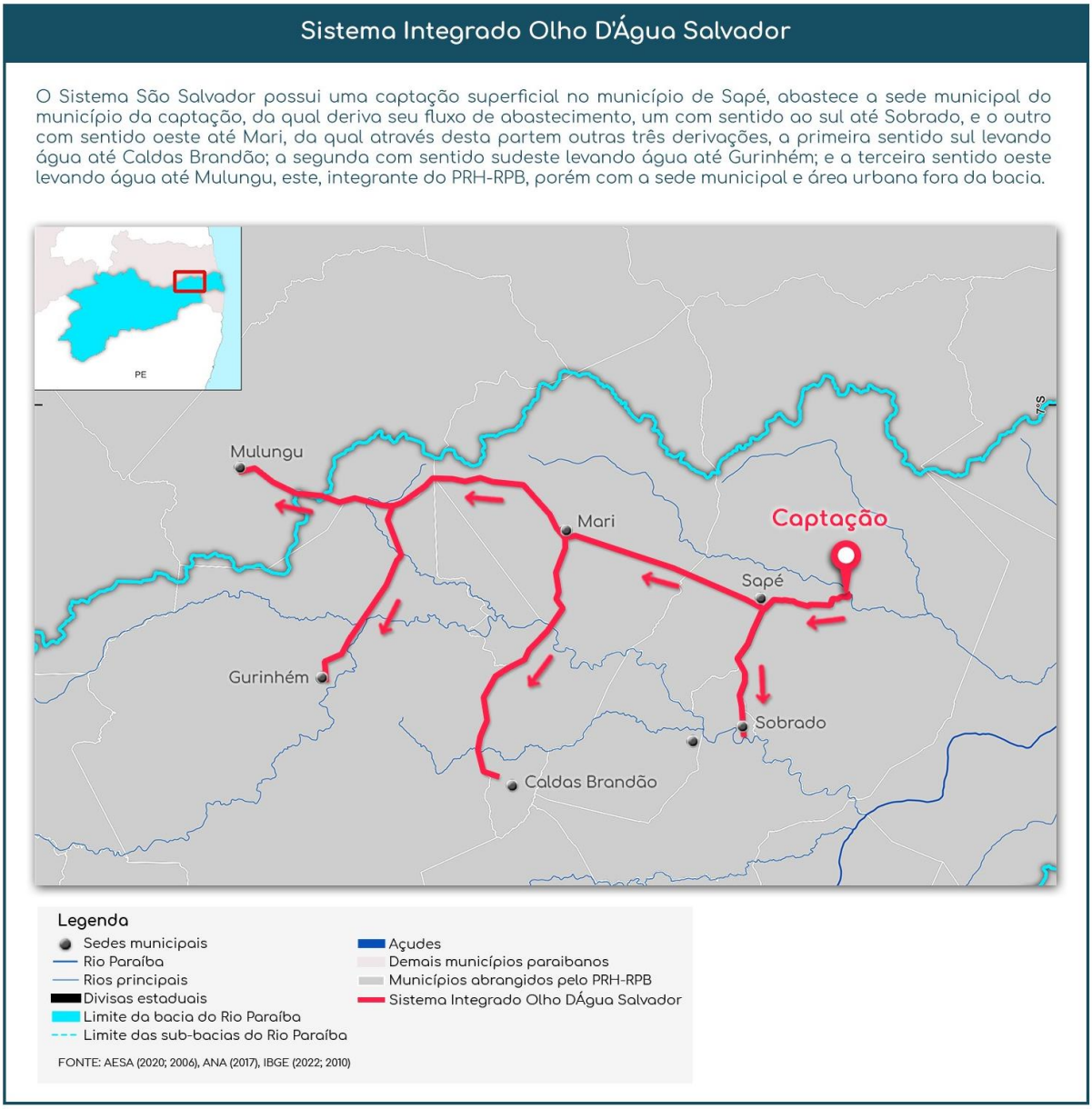
Legenda

- Sedes municipais
- Rio Paraíba
- Rios principais
- Divisas estaduais
- Limite da bacia do Rio Paraíba
- Limite das sub-bacias do Rio Paraíba
- Açudes
- Demais municípios paraibanos
- Municípios abrangidos pelo PRH-RPB
- Sistema Integrado Acauã Leste
- Sistema Integrado Salgado de São Félix
- Sistema Integrado Integrado Itabaiana

FONTE: AESA (2020; 2006), ANA (2017), IBGE (2022; 2010)

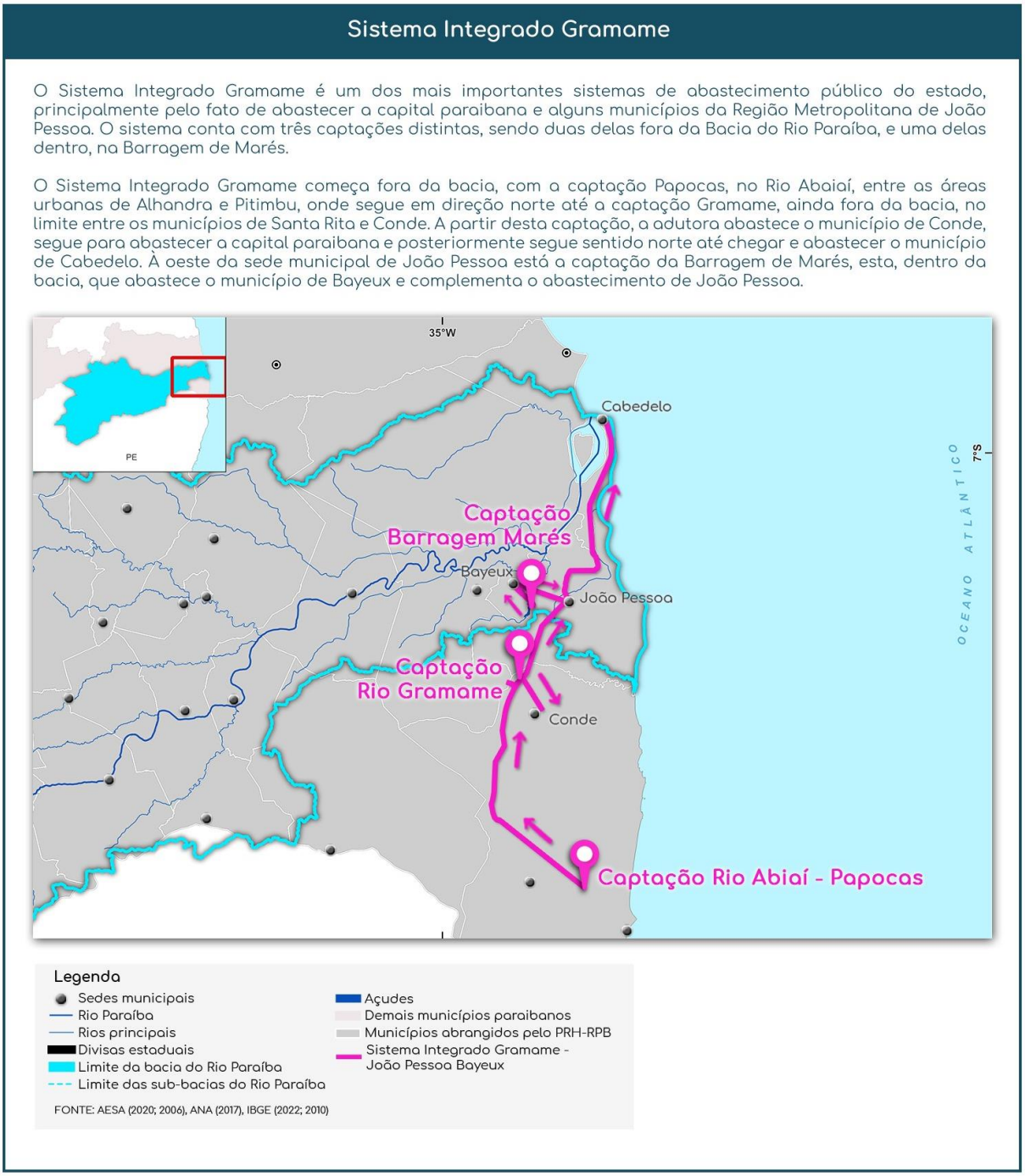
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.23 - Sistema Integrado Olho D'água Salvador



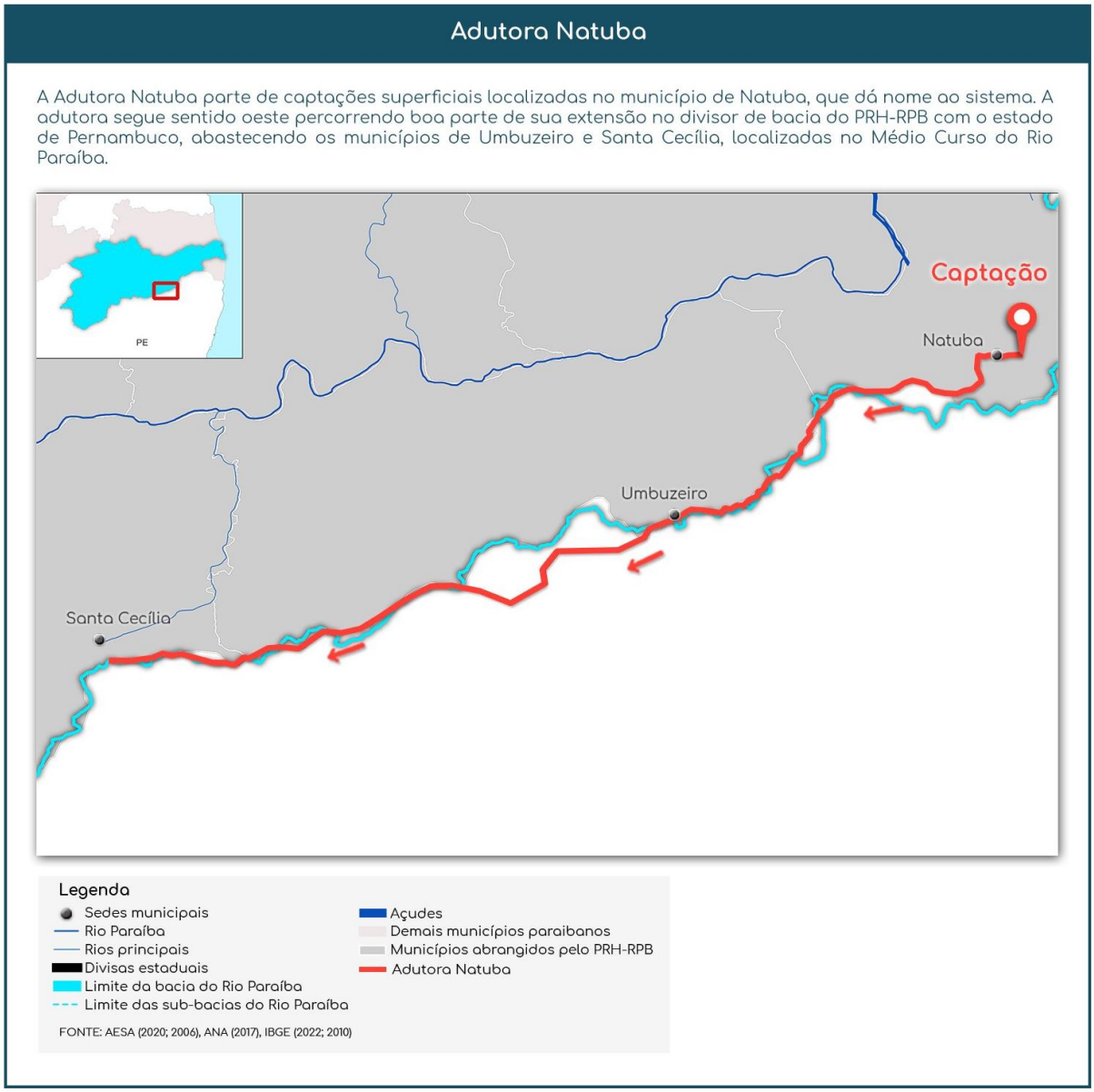
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.24 - Sistema Integrado Gramame



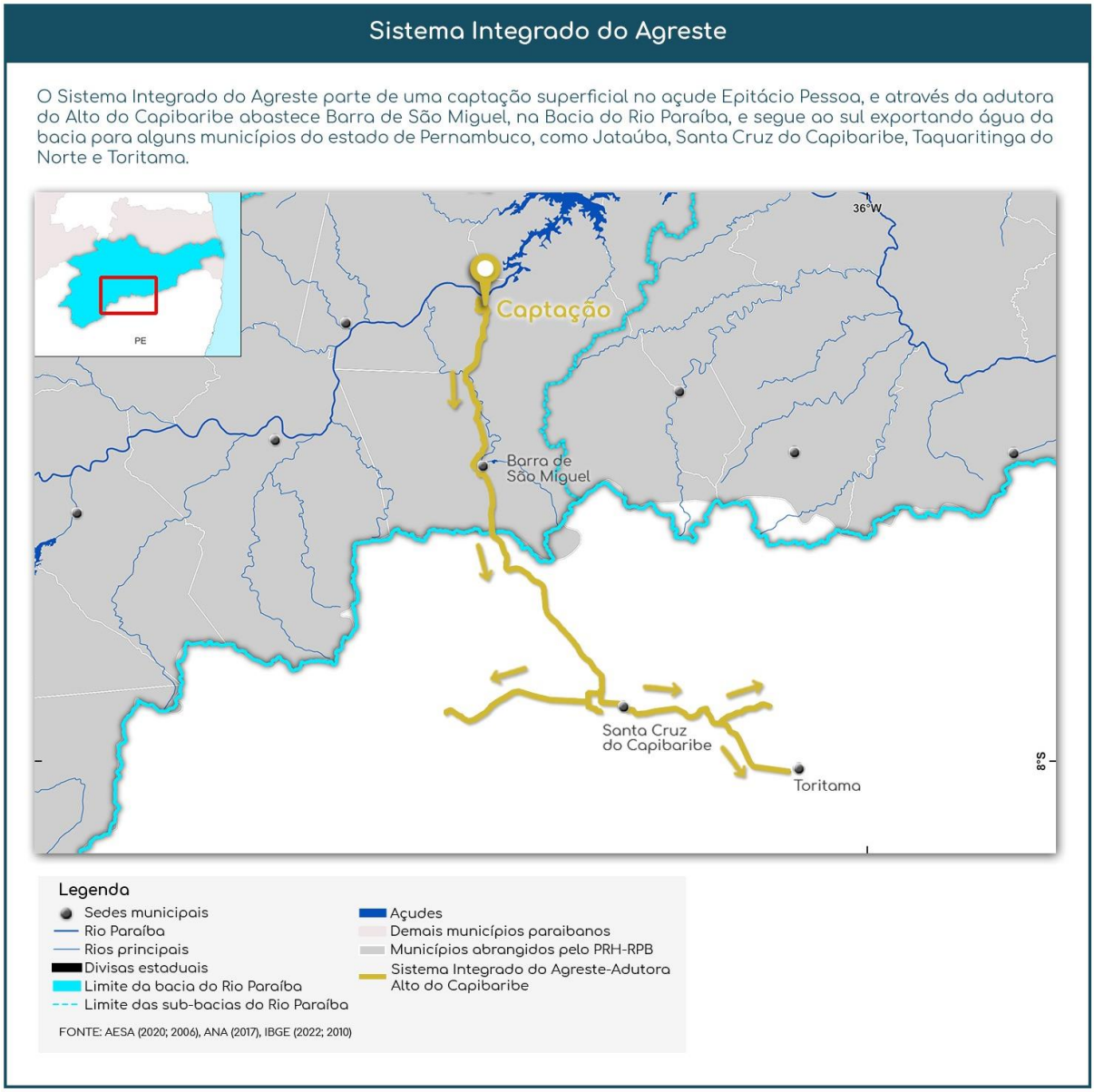
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.25 - Adutora Natuba



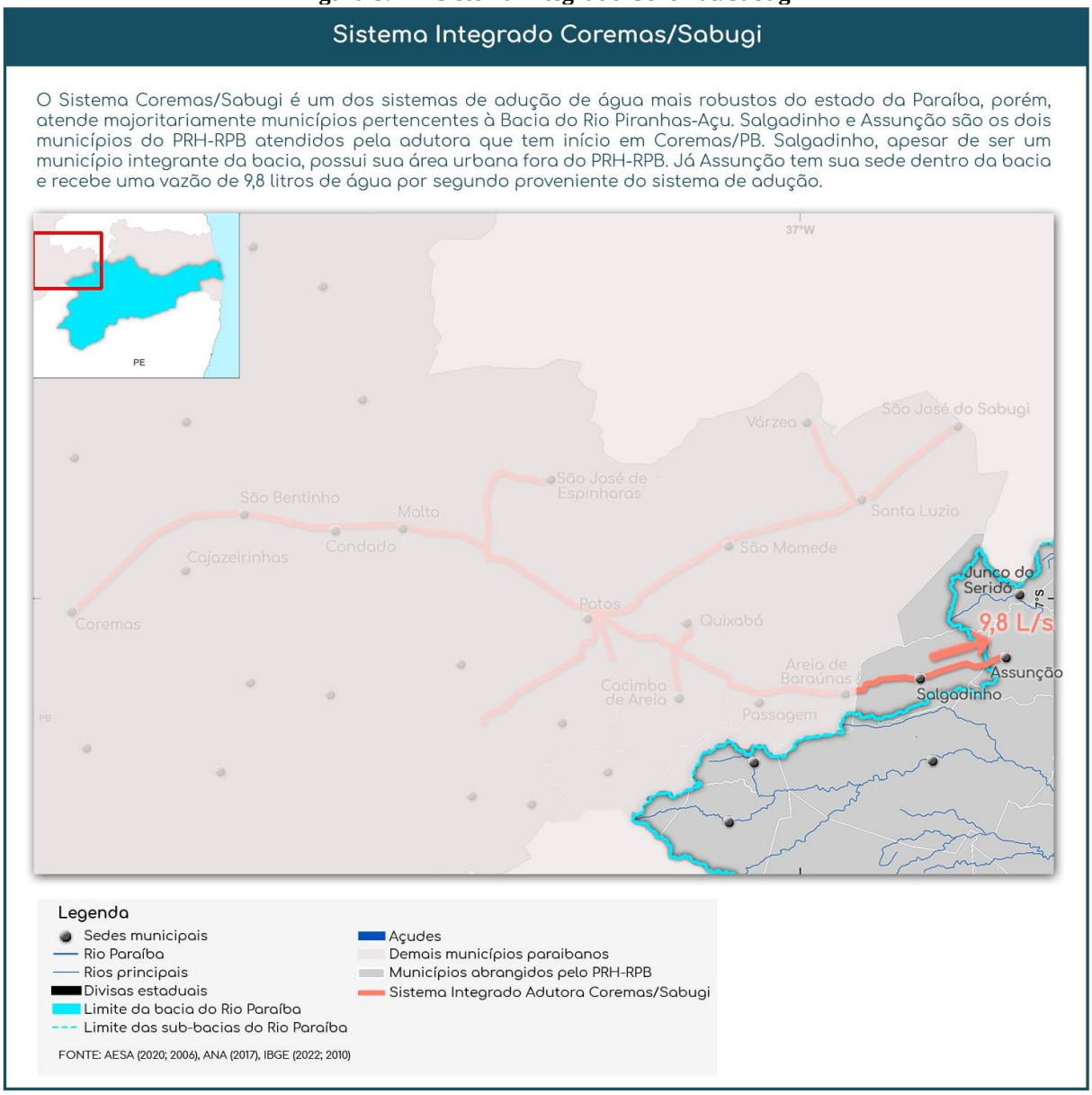
Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.26 - Sistema Integrado do Agreste



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Figura 5.27 - Sistema Integrado Coremas/Sabugi



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), adaptado de ANA (2021).

Além desses sistemas integrados citados acima, cabe destacar que existem outros sistemas em fase de construção ou projeto, como por exemplo, o Sistema Integrado Transparaíba com os ramais de Curimataú e o de Cariri que irão transportar a água do Açude Epitácio Pessoa para outros municípios paraibanos e a construção da terceira adutora do Sistema Integrado Campina Grande que visa ampliar o abastecimento humano na cidade de Campina Grande. Além disso, as adutoras na abrangência do PRH-RPB e as fases em que se encontram estão melhor detalhadas no item 6.1.5.

5.2.3.2 Distribuição das demandas humanas urbanas nos sistemas integrados e captações isoladas

Para alocar nos açudes as demandas de cada um dos sistemas integrados, foi necessário levantar as informações disponíveis sobre a distribuição das parcelas de água demandadas por cada um

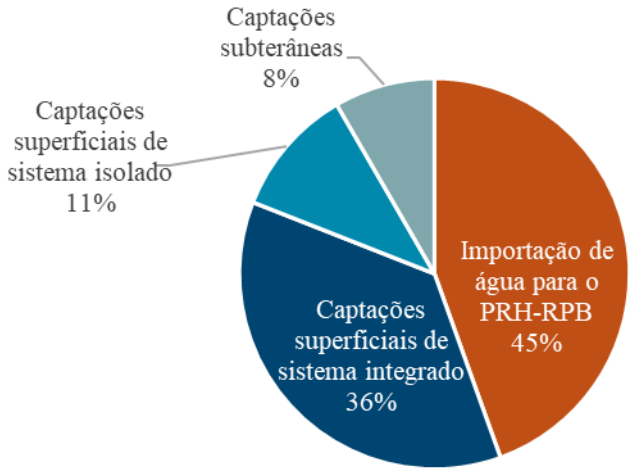
dos municípios que fazem parte de tais sistemas, incluindo as demandas oriundas dos sistemas isolados.

Para tanto, o Atlas Águas (ANA, 2021) possui croquis para a representação desde a captação nos mananciais até as cidades, tanto em nível municipal como dos sistemas integrados. Ademais, para complementar os valores indisponíveis de captações isoladas nos croquis, foram utilizados os dados de abastecimento público dos Cadastro de Outorgas Estaduais da AESA, até abril de 2024, complementados com os dados de outorgas em rios federais do CNARH (ANA, 2024).

Dessa forma, foi possível estimar as parcelas das demandas municipais que são oriundas dos sistemas integrados, bem como a parte proveniente de captações isoladas superficiais e subterrâneas. Essas porcentagens foram, então, aplicadas aos valores de demandas municipais estimadas e já apresentadas no item 5.1.1.2.

A Figura 5.28 apresenta os percentuais das fontes de demandas de abastecimento humano urbano dos municípios do PRH-RPB, em que é possível observar que metade das demandas são oriundas de captações superficiais, e destas 77% resultam de sistemas integrados. Destaca-se que 44% da água utilizada pelo setor é importada para a bacia, em decorrência principalmente do abastecimento dos municípios de João Pessoa e Cabedelo que compõem os Sistemas Integrados de Gramame, e de João Pessoa e Bayeux.

Figura 5.28 - Origem das demandas para abastecimento humano urbano dos municípios do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024).

Por fim, a tabela apresenta os totais dos valores estimados para as demandas humanas urbanas para as unidades de análise do balanço hídrico a ser apresentado no capítulo 5.3, bem como as vazões captadas fora da bacia do Rio Paraíba para o abastecimento de municípios pertencentes ao PRH-RPB. Ressalta-se que, diferentemente dos açudes, onde as unidades de análise correspondem às bacias afluentes deste como ressaltado no item 5.2.1, as captações no Baixo Paraíba foram espacializadas por ottobacias agrupadas posteriormente por UABHs, de modo que na tabela é apresentado o somatório das demandas nessa sub-bacia.

Tabela 5.17 - Demandas de abastecimento humano urbano nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB

Unidade de Análise	Abastecimento Humano Urbano (L/s)
Epitácio Pessoa	1.403,90
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	176,14
Cordeiro	65,59
Camalaú	5,79
Poções	13,50
São Salvador	-
Santo Antônio	5,76
Mucutu	9,40
José Rodrigues	-
Sumé	12,10
Soledade	-
Serra Branca II	4,15
Marés	198,99
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	28,68
Baixo Paraíba*	492,43
Fora PRH-RPB	2.023,40
Abastecimento Subterrâneo	426,65
Total	**4.866,48**

* Demandas provenientes de captações fora dos açudes.
Fonte: Cobrape (2024).

5.2.4 Abastecimento Rural Humano

A espacialização das vazões de demanda para abastecimento público rural foi realizada conforme a metodologia descrita no item 5.1.1.3. Esta metodologia baseia-se na multiplicação do valor de 100 L/hab.dia pelo número de pessoas em cada célula de análise, considerando apenas as células classificadas como rurais.

O cálculo é realizado de modo desagrupado para cada célula, a fim de que seja possível relacionar a característica mais relevante para o tipo de demanda de interesse. Para o abastecimento público humano rural foi utilizado o número de população residente nas células classificadas como rurais. Realizado o cálculo para o valor proporcional de demanda em cada célula, o resultado pode ser agregado por soma nas ottobacias que são as unidades de áreas utilizadas como base para geração das UABH.

Este procedimento de espacialização possibilita a associação de vazões de demanda em pequenas áreas que podem ser reagrupadas conforme a necessidade específica de análise, permitindo maior flexibilidade quanto à variação da representação de sua ocorrência espacial dentro da bacia do Rio Paraíba.

A Tabela 5.18 apresenta a distribuição espacial das demandas de abastecimento público rural por UABH. Destaca-se as maiores demandas nas unidades de Epitácio Pessoa, Acauã e nas demais UABHs do Baixo Paraíba, acumulando aproximadamente 85% do total demandado para este tipo de uso.

Tabela 5.18 - Demandas de abastecimento humano rural nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB

Unidade de Análise	Abastecimento Humano Rural (L/s)
Epitácio Pessoa	48,83
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	101,17
Cordeiro	5,82
Camalaú	3,26
Poções	7,83
São Salvador	3,28
Santo Antônio	1,28
Mucutu	7,85
José Rodrigues	2,67
Sumé	5,75
Soledade	1,94
Serra Branca II	0,22
Marés	0,51
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	9,62
Baixo Paraíba*	127,78
Total	**327,81**

* Demandas provenientes de captações fora dos açudes.
Fonte: Cobrape (2024).

5.2.5 Setor Agrícola

A espacialização da demanda para o setor agrícola foi realizada baseada na localização dos pontos de captação de água do Cadastro de Outorgas Estaduais da AESA e do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH (ANA, 2024), para a finalidade de irrigação.

Utilizando-se as coordenadas geográficas dos pontos de outorgas para captação de água, o procedimento adotado consiste na alocação destes pontos nas células de análise, por meio de processamento espacial. A relação estabelecida permite vincular os dados de vazão de outorga às células, sendo possível realizar agregação por soma das mesmas em UABH.

A Tabela 5.19 apresenta os valores de vazão média para demanda de irrigação nas UABH de Epitácio Pessoa, Acauã, Cordeiro, Camalaú, Poções, São Salvador, José Rodrigues e as demais unidades do Baixo Paraíba que possuem outorga para este tipo de demanda, com destaque para o Baixo Paraíba, que acumula mais de 88% do volume total de água para irrigação, resultante da extensa produção de cana-de-açúcar na região conforme destacado no item □.

Tabela 5.19 - Demandas agrícolas nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB

Unidade de Análise	Agricultura (L/s)
Epitácio Pessoa	124,84
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	84,65
Cordeiro	10,88
Camalaú	1,13
Poções	0,13
São Salvador	57,63
Santo Antônio	-
Mucutu	-
José Rodrigues	3,11
Sumé	-

Unidade de Análise	Agricultura (L/s)
Soledade	-
Serra Branca II	-
Marés	-
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	-
Baixo Paraíba*	2.173,35
Total	**2.455,72**

* Demandas provenientes de captações fora dos açudes.
Fonte: Cobrape (2024).

5.2.6 Pecuária

A demanda hídrica para dessedentação animal e outros tipos de usos na atividade pecuária foi espacializada com base na área de pastagem existente em cada UABH, distribuindo-se proporcionalmente a demanda municipal apresentada no item 5.1.1.5.

Para cálculo das vazões proporcionais, utilizou-se a metodologia de desagregação da informação nas menores unidades de área possíveis, sendo estas correspondentes à pastagem existentes em cada célula de análise.

Estas pequenas áreas foram geradas por meio da desagregação dos dados espaciais de cobertura e uso do solo provenientes do MapBiomas (MAPBIOMAS, 2022), de modo a estabelecer a relação da vazão de demanda em cada município pela respectiva área de pastagem existente. A fim de garantir a adequada distribuição de demanda nos municípios que estão parcialmente incluídos na bacia do Rio Paraíba, realizou-se a correlação da demanda com a proporção de área municipal contida interna e externamente a bacia. Assim considerou-se, portanto, vazões menores para aqueles municípios pertencentes a outras bacias hidrográficas.

Assim como realizado no item 5.2.4, a desagregação em pequenas unidades de áreas permite o relacionamento mais adequado do valor de demanda hídrica em uma porção territorial, dado que uma determinada atividade está vinculada a características específicas desta área. Para a pecuária associa-se as áreas de pastagem para o manejo e criação de animais.

Os valores resultantes da espacialização nas UABHs são apresentados na Tabela 5.20. Observa-se que todas as unidades possuem valores de demanda, com destaque para Epitácio Pessoa, Acauã e as demais unidades do Baixo Paraíba que juntas concentram quase 78% da vazão total.

Tabela 5.20 - Demandas para pecuária nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB

Unidade de Análise	Pecuária (L/s)
Epitácio Pessoa	115,48
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	104,43
Cordeiro	15,06
Camalaú	7,02
Poções	15,26
São Salvador	3,49
Santo Antônio	6,4
Mucutu	9,28
José Rodrigues	1,64
Sumé	16,92
Soledade	4,9
Serra Branca II	0,35

Unidade de Análise	Pecuária (L/s)
Marés	2,45
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	10,69
Baixo Paraíba*	104,44
Total	**417,81**

* Demandas provenientes de captações fora dos açudes.
Fonte: Cobrape (2024).

5.2.7 Setor Industrial

Para a espacialização do setor industrial foi empregado o processo de alocação das vazões de demanda nas células de análise, utilizando-se as coordenadas geográficas dos pontos de outorga para captação de água provenientes do Cadastro de Outorgas Estaduais da AESA.

Semelhante ao procedimento realizado na espacialização de demandas agrícolas, os valores dos volumes de água para uso industrial são vinculados espacialmente às células, sendo possível agrupá-los posteriormente em UABH por meio do atributo de suas respectivas ottobacias.

A Tabela 5.21 apresenta aos valores de demanda espacializadas nas unidades de Epitácio Pessoa, Acauã, Cordeiro e nas demais unidades do Baixo Paraíba. É possível observar a concentração desta demanda nas unidades que contém as maiores cidades da bacia, com destaque para a capital João Pessoa e Campina Grande. AS outras UABH não possuem demanda de outorgas registrada para esta finalidade no cadastro estadual.

Tabela 5.21 - Demandas industriais nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB

Unidade de Análise	Indústria (L/s)
Epitácio Pessoa	0,57
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	10,26
Cordeiro	7,85
Camalaú	-
Poções	-
São Salvador	-
Santo Antônio	-
Mucutu	-
José Rodrigues	-
Sumé	-
Soledade	-
Serra Branca II	-
Marés	-
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	-
Baixo Paraíba*	310,41
Total	**329,09**

* Demandas provenientes de captações fora dos açudes.
Fonte: Cobrape (2024).

5.2.8 Mineração

As demandas para atividade de mineração ocorrem de forma isolada a noroeste da bacia, no município de Junco do Seridó. A espacialização foi realizada por meio da localização dos dois pontos de captação subterrânea existentes no Cadastro de Outorgas da AESA, estando estas captações na UABH do Mucutu, conforme apresenta a Tabela 5.22.

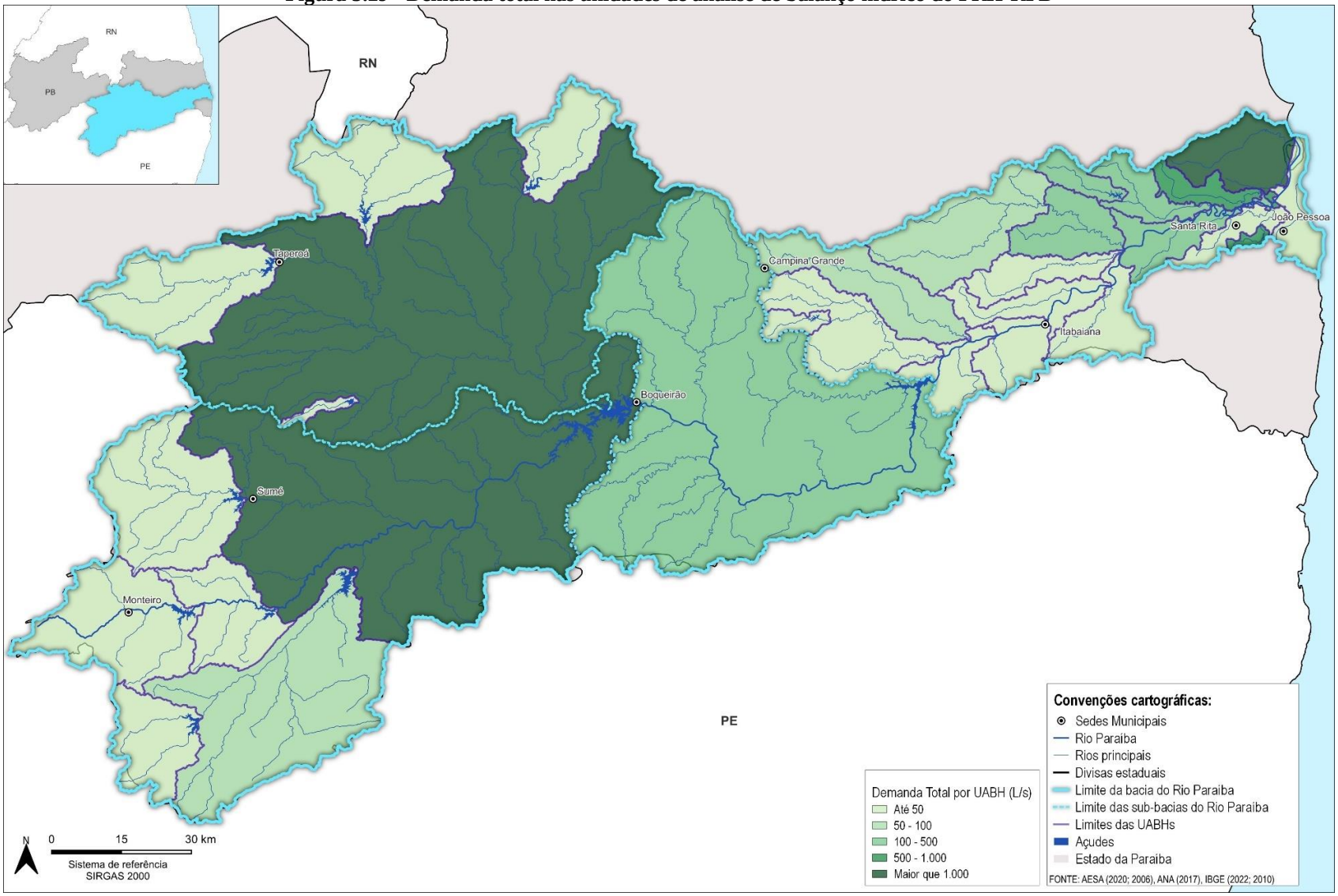
Tabela 5.22 - Demandas para mineração nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB

Unidade de Análise	Mineração (L/s)
Epitácio Pessoa	-
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	-
Cordeiro	-
Camalaú	-
Poções	-
São Salvador	-
Santo Antônio	-
Mucutu	0,20
José Rodrigues	-
Sumé	-
Soledade	--
Serra Branca II	-
Marés	-
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	-
Baixo Paraíba*	-
Total	**0,20**

* Demandas provenientes de captações fora dos açudes.
Fonte: Cobrape (2024).

Na Figura 5.29 é possível verificar espacialmente as demandas totais nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB. As maiores demandas estão presentes nas UABHs de Epitácio Pessoa, Riacho Jacuípe, Rio Engenho Novo e Marés, que representam cerca de 64% da demanda total da Bacia do Rio Paraíba. As menores demandas se concentram nas UABHs do Litoral e de Serra Branca com 2,26 L/s e 4,72 L/s, respectivamente.

Figura 5.29 - Demanda total nas unidades de análise de balanço hídrico do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024).

5.3 FONTES E CARGAS DE POLUIÇÃO

As principais mudanças no sistema aquático são decorrentes de ações antrópicas, como o lançamento de esgoto doméstico e industrial, além de atividades agro-silvo-pastoris relacionadas à produção agrícola e à dessedentação animal. A qualidade da água resulta da interação entre fenômenos naturais e antrópicos, sendo influenciada principalmente pelo clima e pelas características físicas e biológicas da bacia hidrográfica.

Portanto, as fontes de carga de poluição são um elemento crítico a ser considerado nos planos de recursos hídricos, pois influenciam diretamente a qualidade da água disponível. Para estimar as cargas poluidoras no âmbito do PRH-RPB, foram selecionadas sete fontes principais, consideradas as mais relevantes na região:

- Esgotos domésticos (rural e urbano);
- Efluentes Industriais;
- Efluente dos resíduos sólidos urbanos;
- Drenagem urbana;
- Pecuária;
- Mineração; e
- Cargas difusas.

Para cada uma das fontes poluidoras foram estimadas as cargas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e fósforo total. Tais estimativas foram baseadas em bibliografias consolidadas, tanto internacionais como nacionais.

5.3.1 Esgotos Domésticos

A geração *per capita* de cargas orgânicas provenientes do lançamento de esgotos domésticos foi fundamentada no PERH-PB (PARAÍBA, 2022), que fornece valores diários por habitante para os parâmetros de DBO e fósforo, conforme detalhado na Tabela 5.23.

Tabela 5.23 – Contribuição diária *per capita* de cargas orgânicas

Parâmetros	Taxas	Unidades
Demanda Bioquímica de Oxigênio	54	g/hab.dia
Fósforo Total	1,0	g/hab.dia

Fonte: adaptado de PERH-PB (PARAÍBA, 2022).

Para a estimativa da carga total dos esgotos domésticos foram utilizados os indicadores do levantamento do Atlas Esgotos (ANA, 2017), que reúne um extenso conjunto de dados de atendimento relativo aos serviços de esgotamento sanitário para todos os municípios brasileiros, sejam estes fornecidos pela companhia estadual, autarquias municipais ou empresas privadas. O Atlas Esgotos (ANA, 2017) permite estimar a parcela de esgoto gerado que foi coletado, tratado, não coletado, e destinado para soluções individuais, conforme mostra a Tabela 5.24.

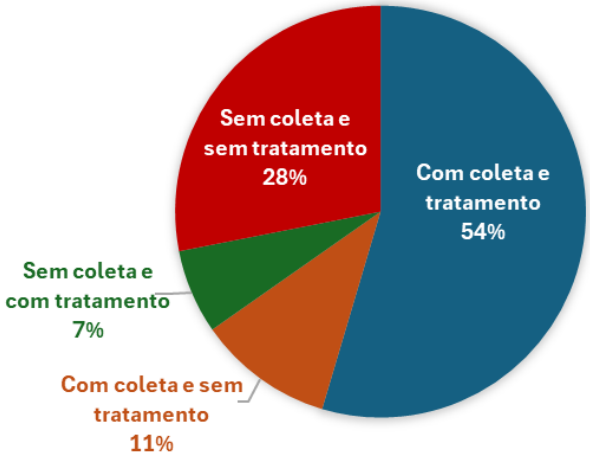
Tabela 5.24 – Taxas de coleta e tratamento por municípios

Municípios/ SES	Coletado		Não Coletado	
	Tratado	Não tratado	Solução individual	Não tratado
Alagoa Grande	69%	0%	2%	29%
Alcantil	0%	11%	0%	89%
Amparo	11%	9%	0%	80%
Araçagi	0%	25%	1%	74%
Areial	0%	72%	4%	24%
Aroeiras	0%	42%	5%	53%
Assunção	0%	55%	2%	42%
Barra de Santa Rosa	0%	86%	1%	14%
Barra de Santana	0%	47%	0%	53%
Barra de São Miguel	0%	4%	3%	93%
Bayeux	0%	17%	28%	54%
Boa Vista	0%	15%	1%	84%
Boqueirão	0%	69%	1%	31%
Cabaceiras	0%	59%	0%	41%
Cabedelo	38%	15%	37%	10%
Cacimba de Areia	0%	74%	0%	26%
Cacimbas	0%	88%	5%	7%
Caldas Brandão	0%	8%	1%	91%
Camalaú	5%	30%	0%	65%
Campina Grande	82%	0%	6%	12%
Caraúbas	0%	29%	63%	8%
Caturité	0%	81%	0%	18%
Congo	0%	55%	9%	36%
Coxixola	0%	72%	0%	28%
Cruz do Espírito Santo	0%	33%	1%	65%
Cubati	30%	0%	1%	70%
Desterro	0%	59%	1%	40%
Fagundes	0%	19%	3%	78%
Gado Bravo	0%	13%	0%	87%
Gurinhém	0%	8%	4%	88%
Gurjão	0%	34%	12%	53%
Ingá	0%	7%	1%	92%
Itabaiana	0%	34%	8%	58%
Itatuba	0%	26%	1%	72%
João Pessoa	100%	0%	0%	0%
Juarez Távora	0%	11%	2%	87%
Juazeirinho	0%	84%	2%	14%
Junco do Seridó	0%	82%	7%	11%
Juripiranga	0%	6%	1%	92%
Lagoa Seca	58%	0%	25%	17%
Livramento	0%	24%	23%	53%
Lucena	0%	1%	27%	72%
Mari	0%	0%	1%	98%
Massaranduba	0%	34%	3%	63%
Mogeiro	21%	1%	9%	69%
Montadas	0%	54%	0%	45%
Monteiro	66%	16%	3%	15%
Mulungu	0%	6%	6%	87%
Natuba	0%	8%	26%	66%
Olivedos	0%	67%	10%	22%
Ouro Velho	0%	2%	1%	97%
Parari	0%	19%	67%	14%
Pedras de Fogo	12%	0%	22%	66%
Pilar	0%	14%	10%	76%
Pocinhos	0%	48%	3%	49%
Prata	63%	1%	1%	36%
Puxinanã	0%	27%	61%	12%
Queimadas	54%	0%	10%	36%
Riachão do Bacamarte	0%	0%	32%	68%
Riachão do Poço	0%	0%	16%	84%
Riacho de Santo Antônio	0%	56%	0%	44%
Salgadinho	0%	44%	2%	54%
Salgado de São Félix	0%	2%	1%	97%
Santa Cecília	0%	18%	1%	81%
Santa Rita	0%	7%	15%	78%
Santo André	0%	0%	21%	79%
São Domingos do Cariri	0%	75%	1%	24%
São João do Cariri	0%	79%	0%	21%
São João do Tigre	13%	55%	0%	32%
São José dos Cordeiros	0%	90%	5%	5%
São José dos Ramos	0%	0%	9%	91%
São Miguel de Taipu	0%	71%	2%	27%
São Sebastião do Umbuzeiro	50%	0%	0%	50%
São Vicente do Seridó	0%	1%	0%	99%
Sapé	19%	0%	12%	69%
Serra Branca	0%	27%	7%	66%
Serra Redonda	0%	43%	13%	44%
Sobrado	0%	1%	0%	99%
Soledade	0%	70%	1%	30%
Sumé	37%	31%	1%	32%
Taperoá	0%	87%	2%	11%
Teixeira	0%	46%	1%	53%
Tenório	0%	1%	3%	96%
Umbuzeiro	0%	65%	1%	34%
Zabelê	0%	72%	0%	28%

Fonte: ANA (2017).

A maioria dos municípios abrangidos pelo PRH-RPB possui alguma estrutura de coleta de esgotos. No entanto, quase 70% desses municípios apresentam cobertura de serviços de esgotamento sanitário inferior a 60%. Os critérios supracitados foram aplicados às populações obtidas conforme o item 4.2.1, obtendo-se a distribuição da população dos municípios do PRH-RPB conforme a Figura 5.30.

Figura 5.30 – Distribuição da população dos municípios do PRH-RPB conforme a destinação dos esgotos domésticos gerados



Fonte: ANA (2017), IBGE (2024), adaptado por Cobrape (2024).

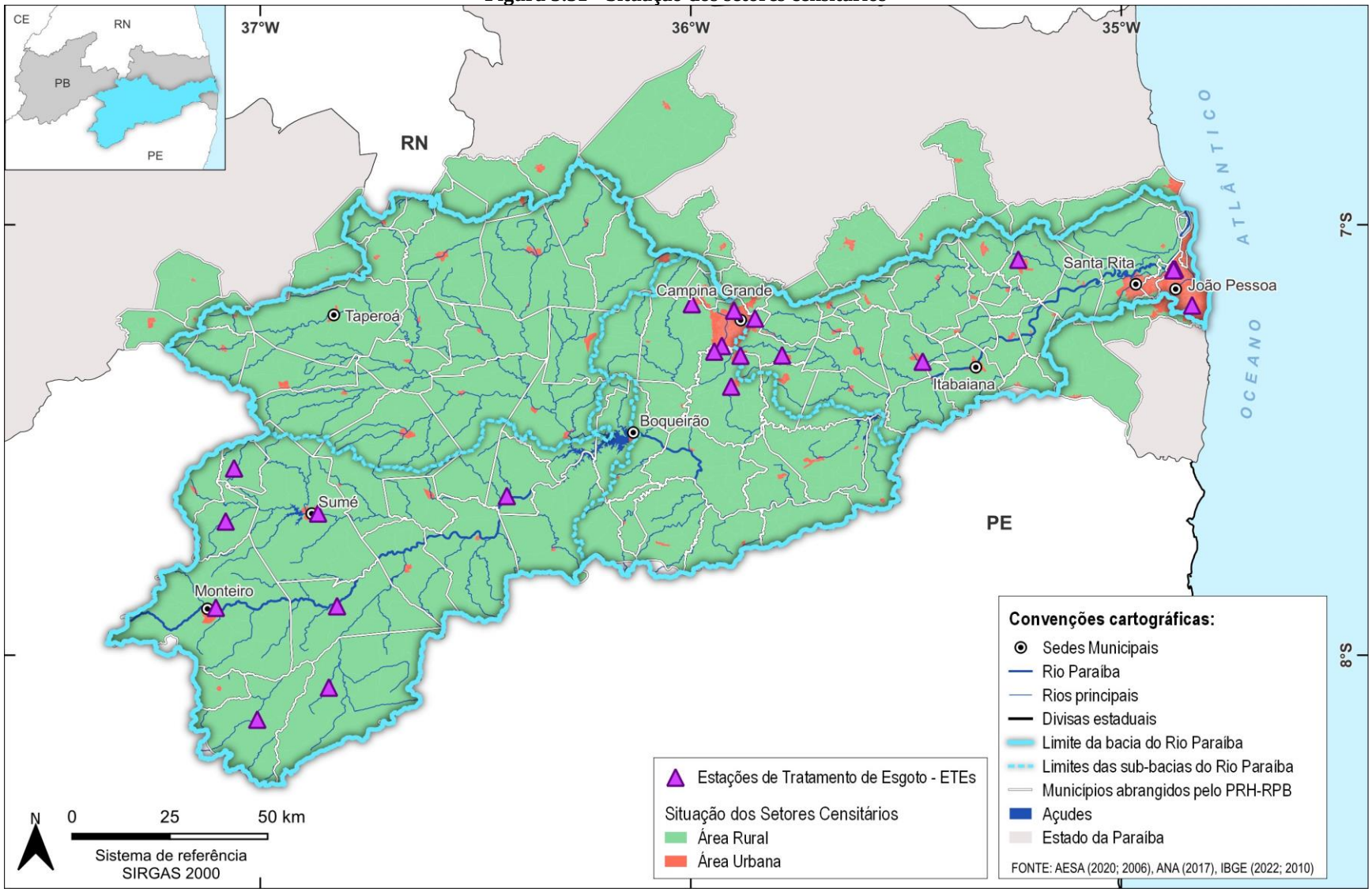
Dos 85 municípios abrangidos pelo PRH-RPB, apenas 14 possuem infraestruturas para o tratamento de esgoto em operação, totalizando 22 Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) nesses municípios (Figura 5.31). A maioria dos sistemas não identifica o tipo de tratamento, e dentre os que possuem tal informação são, em sua maioria, constituídos por um conjunto de lagoas: Lagoas Anaeróbias (LA), Lagoas Facultativas (LF) e Lagoas de Maturação (LM). Além disso, são utilizados Reatores Anaeróbios (RA) do tipo UASB.

Entre tais sistemas de tratamento, verifica-se uma eficiência média na remoção de DBO variando entre 60% e 85%, o que é relativamente baixo, considerando a vazão reduzida dos corpos hídricos na maioria dos municípios. Apesar disso, a baixa eficiência de tratamento e a baixa disponibilidade hídrica característica da região tornam esses sistemas potenciais geradores de água de reuso, especialmente para uso agrícola.

Devido à falta de informações mais detalhadas, a estimativa das cargas poluidoras utilizou a mesma metodologia adotada no PERH-PB (PARAÍBA, 2022), o qual assumiu as seguintes eficiências de tratamento para os efluentes domésticos gerados (VON SPERLING, 1996):

- Em áreas com ausência de tratamento ou sem informações, foi considerada a remoção de 0% dos efluentes gerados;
- Para sistemas de tratamento do tipo fossa séptica/sumidouro, foi utilizada remoção de 40% da remoção de DBO e 20% na remoção de fósforo;
- Quando o efluente é coletado e tratado, foi considerada a remoção de uma lagoa facultativa corretamente operada, equivalente a 80% da remoção de DBO e 20% na remoção de fósforo.

Figura 5.31 - Situação dos setores censitários



Fonte: IBGE (2021).

Para a distribuição espacial das cargas oriundas do esgoto doméstico, foram utilizadas duas metodologias distintas: as cargas relativas aos esgotos coletados e tratados tiveram seu lançamento junto às estações de tratamento. Foram consideradas somente as ETEs dentro dos limites da bacia do Rio Paraíba e em municípios que apresentaram algum índice de tratamento, conforme dados do Atlas Esgoto (ANA, 2017). A localização da ETE do município de São João do Tigre foi considerada em uma localização a jusante da área urbana apenas para referência. Para o município de São Domingos do Cariri foi considerado o índice de tratamento constante no SNIS (2022) de 80,1%. Além disso, municípios como Campina Grande que possuem ETEs em diferentes bacias, tiveram contribuições distribuídas conforme a localização de suas unidades de tratamento. O resultado dessas cargas lançadas pontualmente pode ser conferido na Tabela 5.25.

Tabela 5.25 – Cargas pontuais oriundas do esgoto doméstico por sub-bacia

Sub-bacia	DBO (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)
Alto Paraíba	2.089,5	64,7
Médio Paraíba	632,6	383,9
Baixo Paraíba	15.598,1	871,3
Taperoá	-	-
Total	**27.492,1**	**1.319,9**

Fonte: ANA (2017), IBGE (2024), adaptado por Cobrape (2024).

As demais cargas relativas ao esgoto doméstico tiveram sua distribuição conforme a concentração da população do setor censitário, já descrito no item 5.1.1.1. Desta forma, municípios cuja população encontra-se adensada fora da bacia hidrográfica do Rio Paraíba não tiveram suas cargas atribuídas à mesma. Essas cargas difusas podem ser observadas na Tabela 5.26.

Tabela 5.26 – Cargas difusas oriundas do esgoto doméstico por sub-bacia

Sub-Bacia	DBO (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)
Alto Paraíba	1.507,5	28,7
Médio Paraíba	5.786,8	127,7
Baixo Paraíba	26.652,4	480,2
Taperoá	8.261,8	155,6
Total	**42.208,6**	**792,2**

Fonte: Cobrape (2024).

5.3.2 Efluentes Industriais

A busca das principais fontes poluidoras de origem industrial foi realizada, em âmbito nacional, no CNARH (ANA, 2024), bem como, em âmbito estadual, foram consultados os cadastros de outorga estaduais fornecidos pela AESA (2024).

No CNARH, não foram constatadas vazões relativas ao lançamento de efluentes industriais, de modo que os dados de outorgas industriais foram obtidos com a AESA, tendo sido utilizado o mesmo cadastro apresentado no item 5.1.1.6. Uma vez que o cadastro não apresenta dados de cargas ou concentração no lançamento de efluentes para os empreendimentos, foi realizado um

levantamento do percentual de participação no PIB Industrial, segundo o portal das indústrias do estado da Paraíba, apresentado na Tabela 5.27.

Tabela 5.27 – Tipologia das indústrias e participação na produção industrial

Tipologia das Indústrias	Participação no PIB		
	Paraíba	**Nordeste**	**Brasil**
Construção	35,7 %	24,3%	17,9%
Serviços industriais de utilidade pública	23,5%	24,1%	13,9%
Couros e calçados	11,4%	2,2%	0,7%
Alimentos	6,4%	9,5%	11,2%
Minerais não metálicos	6,0%	2,3%	2,0%
Têxteis	3,6%	0,9%	0,9%
Derivados de petróleo e biocombustíveis	2,5%	8,4%	7,1%
Borracha e material plástico	2,2%	2,1%	2,1%
Químicos	1,8%	5,4%	5,2%
Bebidas	1,6%	2,7%	1,8%
Extração de minerais não-metálicos	1,2%	1,0%	0,5%
Produtos de metal	0,9%	1,2%	1,9%
Vestuário	0,7%	1,0%	1,0%
Veículos automotores	-	1,9%	2,8%
Extração de minerais metálicos	-	1,5%	6,8%
Extração de petróleo e gás natural	-	1,2%	6,3%

Fonte: SENAI (2024).

Assim, devido à falta de informação sobre as cargas de poluentes de cada um dos lançamentos industriais para um melhor detalhamento, assumiu-se que as indústrias localizadas na bacia do Rio Paraíba geram efluentes sanitários com características similares ao esgoto doméstico. Neste caso, foi admitido que os efluentes industriais possuem uma taxa de retorno de apenas 20%, sendo tratados independentemente dos esgotos domésticos, em sistemas com eficiência na remoção de matéria orgânica similar a sistemas de tratamento por lagoa facultativa corretamente operada. Desse modo, considera-se que o efluente final deverá apresentar uma concentração final de 30 mg/L de DBO e 1 mg/L de fósforo.

Por fim, as cargas industriais foram espacializadas nas sub-bacias conforme as coordenadas das indústrias do cadastro de outorgas, de modo que esses valores podem ser consultados na Tabela 5.28.

Tabela 5.28 – Cargas oriundas de efluente industrial por sub-bacia do PRH-RPB

Sub-bacia	DBO (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)
Alto Paraíba	1,8	0,1
Médio Paraíba	7,7	0,3
Baixo Paraíba	35,3	1,2
Taperoá	5,6	0,2
Total	**50,4**	**1,8**

Fonte: Cobrape (2024).

5.3.3 Resíduos Sólidos Urbanos

A estimativa da poluição proveniente dos resíduos sólidos iniciou-se com a análise da massa de resíduos sólidos (RS) e das unidades de processamento em cada município pertencente à bacia do Rio Paraíba. A Tabela 5.29 apresenta o resumo desses dados para os municípios do PRH-RPB, obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2022.

Tabela 5.29 – Resumo dos destinos de RSU na bacia do Rio Paraíba

Tipo de unidade de Processamento	Massa (ton/ano)
Aterro controlado	50.510,0
Aterro sanitário	884.711,9
Lixão	15.752,2
Unidade de compostagem	2.138,0
Unidade de transbordo	361,0
Unidade de triagem	12.815,8
Unidade de triagem de RCC	59.612,7
Total	**1.025.901,6**

Fonte: SNIS (2022).

Tomando como base os fatores de emissão relativos à produção de carga poluente utilizados no PERH-PB, foram consideradas as seguintes premissas:

- Uma taxa de chorume de 0,224 m³/ton.dia uma vez que possuem aterro sanitário ou controlado;
- Os resíduos sólidos, independentemente da forma de armazenamento, geram material lixiviado, ou chorume, com concentração média de 9.000 mg/L de DBO;
- Adotada a geração de material lixiviado por resíduos sólidos com concentração de fósforo de 30 mg/L.

Utilizando os dados disponibilizados pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES-PB, 2024) sobre a disposição final de resíduos sólidos no estado da Paraíba, foi possível espacializar as cargas oriundas dos resíduos sólidos na bacia do Rio Paraíba através das células de análise. A localização dos aterros e a situação da disposição dos resíduos em cada município pode ser observada na Figura 5.32.

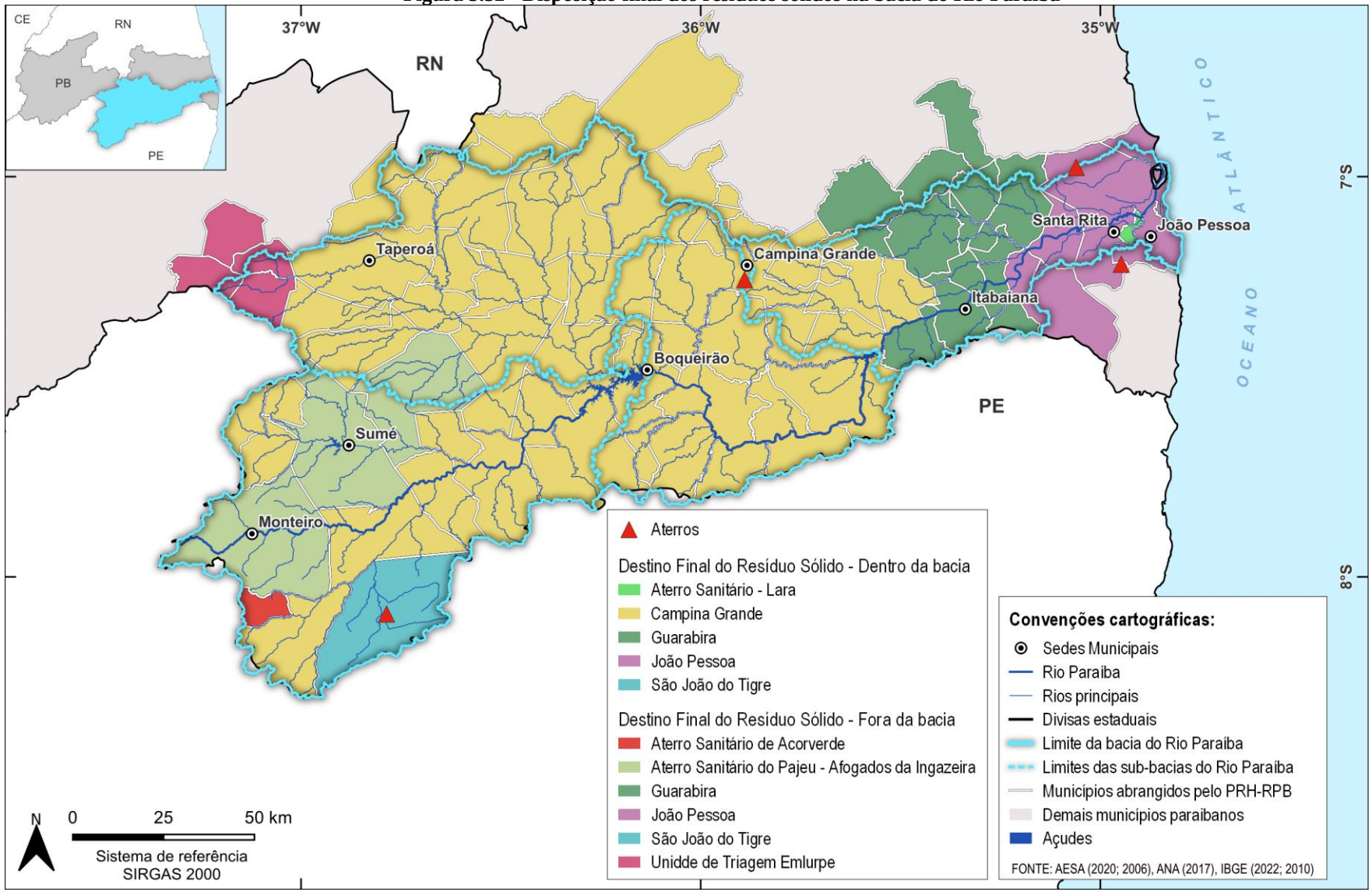
Distribuindo as contribuições municipais de RSU nas sub-bacias do PRH-RPB, verifica-se que a maior parte das cargas são oriundas da sub-bacia do Baixo Paraíba, onde estão localizados os maiores centros urbanos. Os valores por sub-bacia podem ser observados na Tabela 5.30.

Tabela 5.30 – Cargas oriundas dos RSU por Sub-Bacia

Sub-bacia	DBO (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)
Alto Paraíba	114,0	0,4
Médio Paraíba	711,7	2,4
Baixo Paraíba	2.474,8	8,2
Taperoá	135,0	0,5
Total	**3.435,6**	**11,5**

Fonte: Cobrape (2024).

Figura 5.32 - Disposição final dos resíduos sólidos na bacia do Rio Paraíba



Fonte: ABES-PB (2024).

5.3.4 Drenagem Urbana

A drenagem urbana é um sistema de infraestrutura projetado para controlar o escoamento das águas pluviais nas áreas urbanas, prevenindo inundações e minimizando os impactos negativos do excesso de chuvas. No entanto, durante esse processo, as águas pluviais transportam material particulado das áreas urbanas para os corpos hídricos, contribuindo de forma difusa para o aporte de poluentes no meio aquático.

Para estimar a poluição oriunda da drenagem urbana, considerou-se a geração de 22 kg/km².dia de DBO e 1,53 kg/km².dia de fósforo total. Essas taxas foram aplicadas às áreas urbanas em cada célula de análise, independentemente da existência de uma rede de drenagem.

De acordo com o Levantamento de Drenagem do SNIS (2022), não há tratamento da poluição decorrente das águas de drenagem urbana. Além disso, conforme proposto no PERH-PB, assume-se que 60% das cargas de DBO e Fósforo produzidas nas áreas municipais são escoados para os corpos hídricos.

Com as cargas espacializadas nas células de análise foi possível sintetizar as estimativas das cargas poluentes da drenagem urbana em suas respectivas sub-bacias, verifica-se que 63% das cargas são oriundas do Baixo Paraíba, onde estão localizados os maiores centros urbanos. Esses valores podem ser observados na Tabela 5.31.

Tabela 5.31 – Cargas de poluentes oriundas da drenagem urbana para o PRH-RPB

Sub-bacia	DBO (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)
Alto Paraíba	712,9	49,6
Médio Paraíba	1.544,8	107,4
Baixo Paraíba	4.382,9	304,8
Taperoá	958,0	66,6
Total	**7.598,6**	**528,4**

Fonte: Cobrape (2024).

5.3.5 Pecuária

No estado da Paraíba, a criação de gado bovino, caprino e ovino é bastante comum na região, proporcionando emprego e renda para muitos paraibanos. Além disso, a pecuária também influencia a cultura e tradições nordestinas, bem como, contribui para a economia local e para o abastecimento de carne, leite e derivados.

Contudo, há carência de dados para um melhor detalhamento destas cargas na bacia. Assim, para sua estimativa, utilizou-se o conceito de Bovinos Equivalentes para Demanda de Água (BEDA), baseado no documento Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2022), onde através da demanda total, considerando cada um dos animais de diferentes portes (nesse caso sendo bovinos, bubalino, suíno, equino, ovino, caprino, galináceos e codornas) é feito o cálculo do bovino equivalente, podendo assim utilizar um valor de carga unitária gerada para todos os animais.

Os valores de cargas unitárias geradas foram estimados considerando para a DBO o valor de 100 g/BEDA.dia e para o fósforo 2 g/BEDA.dia, (ANA 2013). Como a maior parte destas

cargas ficam retidas no solo e não chegam aos corpos hídricos foi considerado um abatimento de 95% sobre o total das cargas geradas.

Com os valores de cargas remanescente calculados foi possível fazer a espacialização dessas cargas utilizando as células de análise e considerando apenas as áreas de uso do solo referentes a pastagem (MapBiomas, 2022). Assim, foi sintetizado na Tabela 5.32 os valores de carga diária remanescente de DBO e fósforo oriundas da pecuária por sub-bacia do PRH-RPB.

Tabela 5.32 - Carga remanescente oriunda da pecuária

Sub-bacia	BEDA	DBO (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)
Alto Paraíba	174.701,92	874,0	17,5
Médio Paraíba	165.518,04	826,7	16,5
Baixo Paraíba	280.484,89	1.402,4	29,2
Taperoá	206.258,26	1.032,6	20,7
Total	**826.963,11**	**4.134,82**	**83,9**

Fonte: Cobrape (2024).

5.3.6 Mineração

A bacia do Paraíba abriga importantes reservas minerais, incluindo carvão, calcário, fosfato, argila e outros minerais não metálicos que são insumos importantes para setores relevantes da economia local com a construção civil e a agricultura. A exploração desses recursos minerais promove o desenvolvimento econômico e a geração de empregos, além de contribuir para a cadeia produtiva de diversos segmentos industriais locais.

Para o setor de mineração, englobando todos os tipos de substâncias extraídas, foram estimadas as cargas de fósforo total afluente aos cursos d'água. Como não havia disponibilidade de informação de cargas/produção mineral por empreendimento nos cadastros de outorga, as cargas efluentes desta atividade foram estimadas a partir das informações sobre a demanda de água do setor.

Tendo os volumes captados por empreendimento, as vazões foram agrupadas por municípios para, então, fornecer subsídios à definição das respectivas cargas remanescentes. O primeiro passo foi a determinação da vazão efluente, para isto adotou-se a taxa média de retorno de 90% da vazão captada, de acordo com Rebouças *et al.* 2006, que adotam uma faixa que vai de 85% a 95%. De acordo com os estudos de cargas do setor mineração elaborado pelo Plano de Bacias do Rio das Velhas admitiu-se uma concentração média de 0,05 mg/L de fósforo total para a vazão efluente. Com estes dados obteve-se uma carga total de fósforo na bacia equivalente a 14 kg/dia, muito inferior às cargas de fósforo de outras origens.

No estado da Paraíba apenas 5 municípios possuem outorga para mineração, destes apenas o município de Junco do Seridó está localizado na Bacia do Rio Paraíba. Os valores calculados de carga de fósforo proveniente da mineração foram de 0,0008 kg/dia devido à baixa vazão outorgada, que totaliza apenas 0,73 m³/h nos dois pontos de outorga.

5.3.7 Cargas difusas

A interação contínua e constante com o meio físico forma um equilíbrio dinâmico para o ciclo hidrológico, definindo também as características hidráulicas do sistema. As atividades humanas, quando alteram os fatores de equilíbrio, influenciam na disponibilidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica. Deste modo, o uso e ocupação do solo pode ocasionar a degradação da qualidade hídrica, uma vez que as atividades industriais, agroindustriais e urbanas, em geral, contribuem fortemente para degradação ambiental, o que poderia ser parcialmente evitado se existisse sistemas adequados de controle e monitoramento da poluição.

A estimativa da produção de cargas poluidoras de origem difusa foi realizada com base em valores padrão de carga unitária de DBO e fósforo (ANA, 2013; GOMES *et al.*, 1998), que são apresentados na Tabela 5.33. Foi considerado ainda um abatimento de 95% do total das cargas produzidas (ANA 2013).

Tabela 5.33 - Carga de uso do solo unitária para DBO e fósforo

Uso do Solo	Carga unitária (kg/ha.dia)	
	DBO	Fósforo
Agricultura	0,0491	0,00066
Cobertura florestal	0,0117	0,00002
Pastagem	0,0108	0,00001

Fonte: adaptado de ANA (2013), Gomes *et al.* (1998).

Essas taxas foram aplicadas nas áreas definidas pelo uso e cobertura do solo, tendo sido utilizada a Coleção 8 do MapBiomas (2022). Através da interseção da informação georreferenciada de uso e ocupação do solo com as células de análise e das sub-bacias do PRH-RPB, foi possível a identificação das áreas de agricultura, cobertura florestal e pastagem.

A Tabela 5.34 e a Tabela 5.35 mostram o resultado da estimativa das cargas remanescentes de origem difusa por uso do solo para cada sub-bacia. Pode-se perceber que tanto a maior contribuição por uso do solo da DBO quanto a do fósforo são originadas da agricultura, sendo a sub-bacia do Baixo Paraíba a que mais contribui para essa fonte.

Tabela 5.34 - Carga remanescente de DBO por uso do solo

	Agricultura (kg/dia)	Cobertura florestal (kg/dia)	Pastagem (kg/dia)
Alto Paraíba	231,7	208,9	103,7
Médio Paraíba	66,0	99,5	87,4
Baixo Paraíba	263,8	68,8	80,1
Taperoá	106,7	141,7	147,2
Total	**668,2**	**518,9**	**418,4**

Fonte: Cobrape (2024).

Tabela 5.35 - Carga remanescente de fósforo por uso do solo

Sub-bacia	Agricultura (kg/dia)	Cobertura florestal (kg/dia)	Pastagem (kg/dia)
Alto Paraíba	3,1	0,4	0,1
Médio Paraíba	0,9	0,2	0,1
Baixo Paraíba	3,5	0,1	0,1
Taperoá	1,4	0,2	0,1
Total	**9,0**	**0,9**	**0,4**

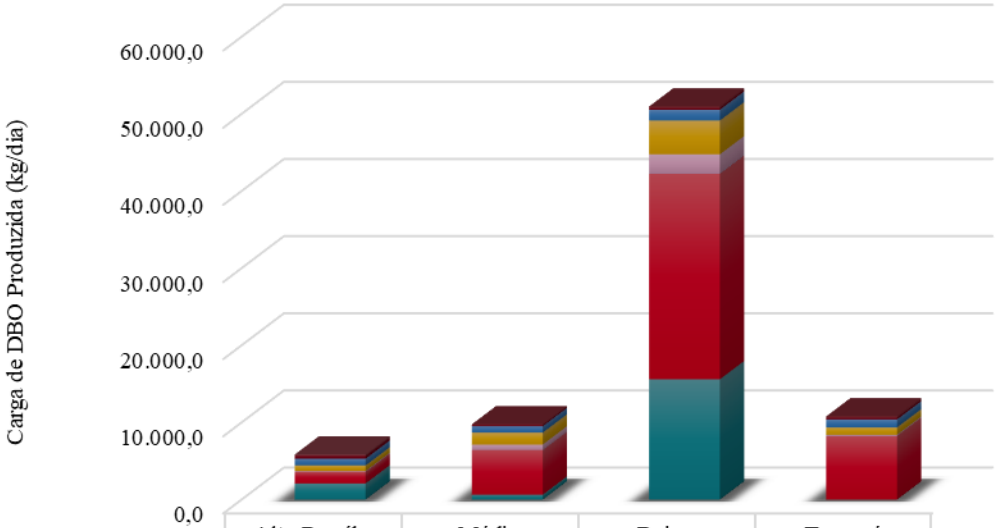
Fonte: Cobrape (2024)

5.3.8 Cargas Totais

No decorrer deste tópico serão apresentadas as cargas poluidoras geradas de DBO e fósforo para cada sub-bacia, considerando apenas as cargas que efetivamente serão encaminhadas aos corpos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

Na Figura 5.33 são apresentados os valores calculados de DBO para cada sub-bacia. Nota-se que para todas as regiões, o esgoto, somando o pontual e o disperso, tem contribuição de mais de 50% sobre o valor total. Ao fazer a análise por sub-bacias percebe-se que o Baixo Paraíba é a sub-bacia com maior contribuição de carga de DBO, isso acontece uma vez que o cálculo das cargas de esgoto é realizado por habitantes e essa região abriga municípios com elevado número de população, como por exemplo, a capital João Pessoa. Ainda relacionado ao Baixo Paraíba, é possível observar que as cargas provenientes da drenagem e dos resíduos sólidos urbanos contribuem em aproximadamente 15% do total. Para as outras sub-bacias o segundo maior contribuinte, depois do esgoto sanitário, são a pecuária para o Alto Paraíba e Taperoá, e a drenagem urbana para o Médio Paraíba.

Figura 5.33 - Carga gerada de DBO (kg/dia) por sub-bacia

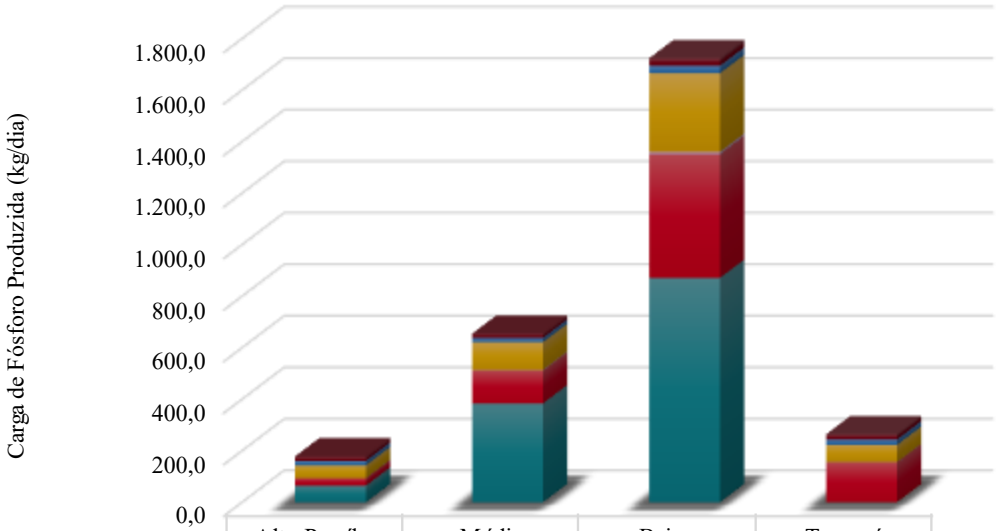


	Alto Paraíba	Médio Paraíba	Baixo Paraíba	Taperoá
Cargas difusas	544,3	252,9	412,7	395,6
Mineração	0,0	0,0	0,0	0,0
Pecuária	874,0	826,7	1.402,4	1.032,6
Drenagem Urbana	712,9	1.544,8	4.382,6	958,0
Resíduos Sólidos	114,0	711,7	2.474,8	135,0
Efluente Industrial	1,8	7,7	35,3	5,6
Esgoto Disperso	1.507,5	5.786,8	26.652,4	8.261,8
Esgoto Pontual	2.089,5	632,6	15.598,1	0,0

Fonte: Cobrape (2024).

Nota-se que o esgoto é a principal fonte da carga gerada de fósforo, contribuindo com mais de 50% do total, percebe-se ainda que com exceção do Baixo Paraíba, onde a indústria tem porcentagem considerável de contribuição, o segundo maior contribuidor para cada sub-bacia é a drenagem urbana. O município de Junco do Seridó produz uma carga de fósforo proveniente da mineração, porém o valor é muito baixo e; portanto, não é possível visualizar na Figura 5.34. Adicionalmente, pode-se observar que o Baixo Paraíba é o que mais contribui com a carga total gerada na bacia, principalmente em função da elevada quantidade oriunda do esgoto.

Figura 5.34 - Carga gerada de Fósforo (kg/dia) por sub-bacia



	Alto Paraíba	Médio Paraíba	Baixo Paraíba	Taperoá
Cargas difusas	17,5	16,5	29,2	20,7
Mineração	0,0	0,0	0,0	0,0
Pecuária	17,5	16,5	29,2	20,7
Drenagem Urbana	49,6	107,4	304,8	66,6
Residuos Solidos	0,4	2,4	8,2	0,5
Efluente Industrial	0,1	0,3	1,2	0,2
Esgoto Disperso	28,7	127,7	480,2	155,6
Esgoto Pontual	64,7	383,9	871,3	0,0

Fonte: Cobrape (2024).

A Tabela 5.36 apresenta a distribuição de cargas geradas de DBO e fósforo por sub-bacia do PRH-RPB. Nota-se que a maior carga poluidora da bacia é a DBO, sendo aproximadamente 30 vezes maior que a carga diária gerada de fósforo.

Tabela 5.36 - Contribuição total de cargas por sub-bacia

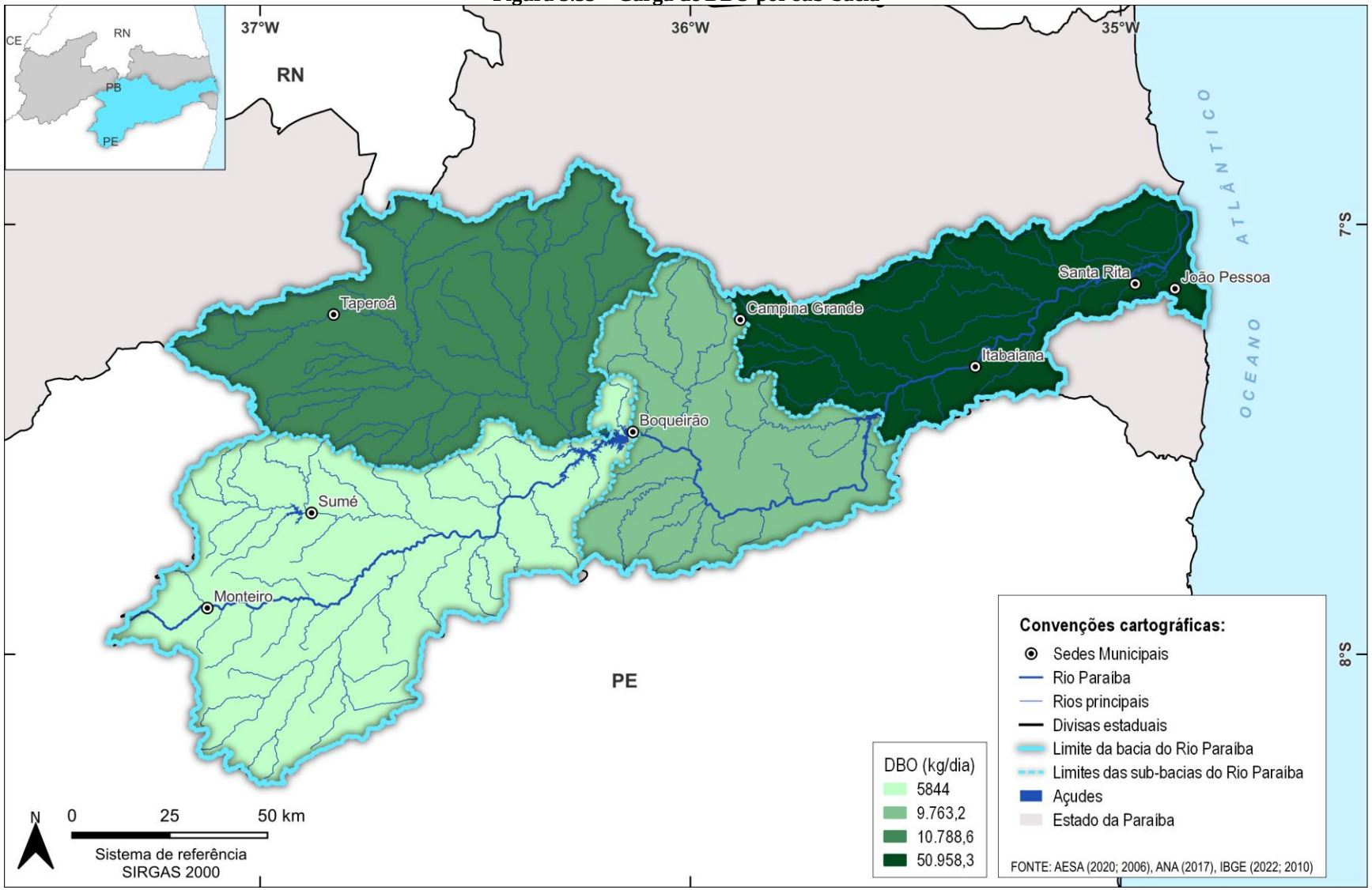
Sub-bacia	DBO (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)
Alto Paraíba	5.844,0	164,6
Médio Paraíba	9.763,2	639,4
Baixo Paraíba	50.958,3	1.698,6
Taperoá	10.788,6	245,3
Total	**77.354,1**	**2.858,9**

Fonte: Cobrape (2024).

Na Figura 5.35 e na Figura 5.36 são observadas as contribuições diárias de cargas poluidoras em cada sub-bacia para DBO e fósforo, respectivamente. O Alto Paraíba é a sub-bacia que menos contribui para as três cargas calculadas, enquanto o Baixo Paraíba é o que mais contribui tendo valores bem elevados em relação às demais sub-bacias, onde se concentra a maior parte da população residente na bacia bem como as maiores área de cultivo.

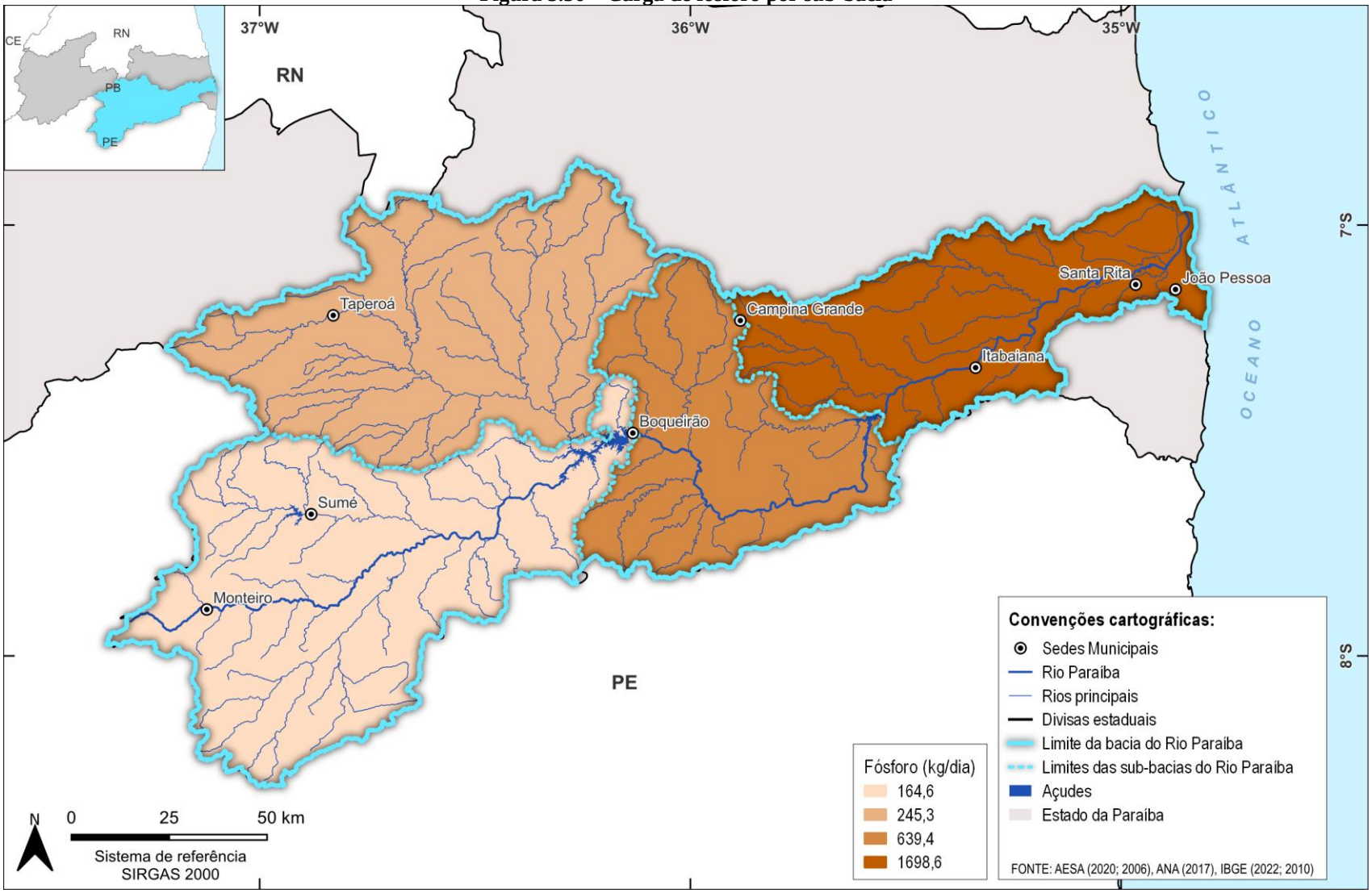
Quando analisado, o parâmetro de DBO apresenta grandes contribuições oriundas do esgoto tratado e não tratado, apontando uma grande necessidade de se instalarem novas unidades de tratamento e de aperfeiçoamento das matrizes de tratamento existentes.

Figura 5.35 – Carga de DBO por sub-bacia



Fonte: Cobrape (2024).

Figura 5.36 – Carga de fósforo por sub-bacia



Fonte: Cobrape (2024).

5.4 BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO

O balanço hídrico qualitativo foi realizado através da análise conjunta dos dados de vazão disponível e carga orgânica obtidas nos relatórios *RP03 - Estudos Hidrológicos da Bacia* e *NT01 - Diagnóstico da Bacia* respectivamente, buscando identificar a qualidade das águas superficiais nas sub-bacia do Rio Paraíba, tomando como base os critérios de qualidade definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Nesse caso, para o balanço hídrico qualitativo, a disponibilidade hídrica superficial se refere à vazão média (Q_{MLT}) e a carga de matéria orgânica se refere à carga de DBO encaminhada aos corpos hídricos. A Tabela 5.37 apresenta os valores de disponibilidade hídrica superficial das sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Paraíba considerados para as análises do balanço hídrico, ressaltando que tais valores não consideraram a disponibilidade de águas subterrâneas.

Tabela 5.37 - Disponibilidade hídrica por sub-bacia

Sub-bacia	Área da sub-bacia (km²)	Q_{sup} (L/s.km²)	Q_{MLTsup} Incremental (m³/s)	Área total de drenagem (km²)	Q_{MLTsup} Total (m³/s)
Alto Paraíba	6.727,70	0,4	2,56	6.727,70	2,56
Taperoá	5.668,24	0,6	3,63	5668,24	3.63
Médio Paraíba	3.797,58	0,7	2,51	12.395,94	8,70
Baixo Paraíba	3.950,52	6,0	23,66	20.144,04	32,36

Fonte: Cobrape (2024).

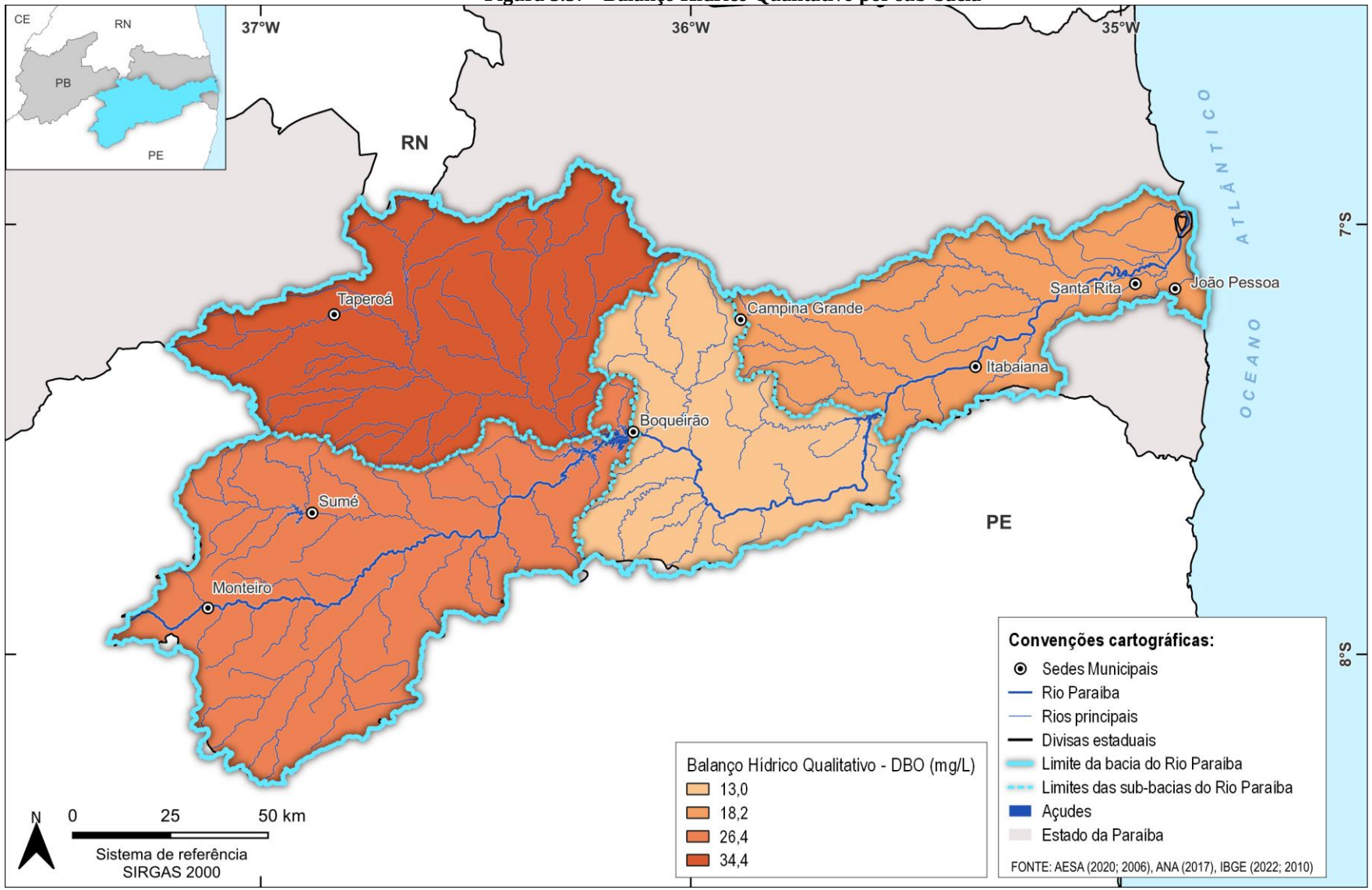
A Tabela 5.38 apresenta os resultados dos balanços hídricos qualitativos em cada uma das sub-bacias, considerando-se para o cálculo do balanço não somente a produção de DBO na sub-bacia, mas também as contribuições provenientes das sub-bacias de montante. Esses resultados podem ser visualizados espacialmente na Figura 5.37.

Tabela 5.38 - Balanço hídrico qualitativo

Sub-bacia	Corpo hídrico	Q_{MLTsup} Total (m³/s)	Carga DBO (kg/dia)	DBO (mg/L)
Alto Paraíba	Rio Paraíba	2,56	5.844	26,4
Médio Paraíba	Rio Paraíba	8,71	9.763,2	13,0
Baixo Paraíba	Rio Paraíba	32,36	50.958,3	18,2
Taperoá	Rio Taperoá	3,63	10.788,6	34,4

Fonte: Cobrape (2024).

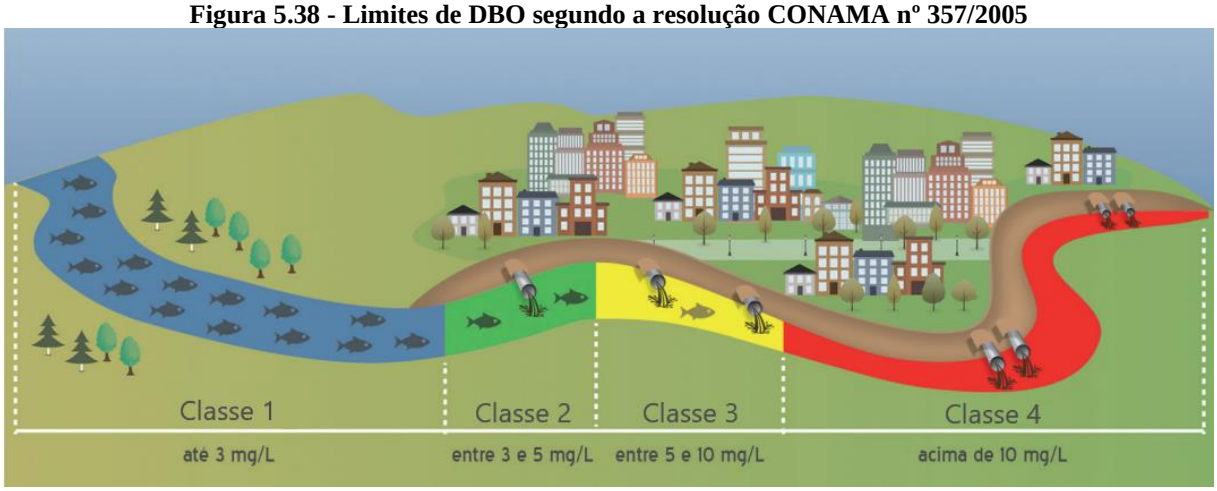
Figura 5.37 - Balanço Hídrico Qualitativo por sub-bacia



Fonte: Cobrape (2024).

A Resolução CONAMA nº 357/2005, que define condições e padrões para a classificação de enquadramento das águas doces, foi adotada como base para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos no balanço hídrico qualitativo. É importante ressaltar que essa referência foi utilizada somente para suporte da análise dos resultados, sem representar o enquadramento dos corpos hídricos propriamente dito, o qual terá seus subsídios discutidos na próxima fase (Prognóstico) do PRH-RPB. O limite de concentração de DBO por classe de rio pode ser observado na Figura 5.38.

Figura 5.38 - Limites de DBO segundo a resolução CONAMA nº 357/2005



Fonte: Adaptado de ANA (2018).

Dessa forma, as sub-bacias exibem concentrações correspondentes à classe 4, sendo a baixa disponibilidade hídrica da região a principal causa dos altos valores de concentração de DBO. Cerca de 75% da carga total de DBO é proveniente dos usos domésticos. Esses resultados indicam que a disponibilidade hídrica dos rios da bacia do Rio Paraíba é insuficiente para diluir a carga orgânica dado que as concentrações de DBO alcançaram níveis significativos.

Para corpos na classe 4, recomenda-se que as águas sejam destinadas ao abastecimento doméstico apenas após tratamento avançado e, portanto, deve-se utilizar sistemas de tratamento da água mais eficientes ou buscar soluções alternativas. Outros usos previstos abrangem a navegação, a harmonia paisagística, o abastecimento industrial e a irrigação.

5.5 BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO

Para a avaliação da situação de uma bacia hidrográfica, as legislações federal e estadual de recursos hídricos preveem o balanço entre as disponibilidades e as demandas hídricas como conteúdo mínimo a ser atendido nos Planos de Recursos Hídricos. Tal cálculo consiste numa contabilização entre as entradas e saídas em uma bacia hidrográfica, de modo que seu resultado permite conclusões importantes sobre a região, como a identificação de conflitos existentes e iminentes e locais onde a gestão e o planejamento do uso dos recursos hídricos é mais urgente.

Para tanto, utiliza-se como disponibilidade hídrica a vazão de referência determinada nos instrumentos legais sobre gestão de recursos hídricos, que geralmente são as vazões com permanência de 90% e 95% do tempo no trecho de rio analisado. No caso da Paraíba e dos demais estados com áreas dentro do perímetro do semiárido brasileiro, essas vazões são nulas

ou muito próximas de zero, devido a intermitência de seus corpos hídricos. Nesses casos, as vazões de referência estabelecidas são comumente relacionadas às vazões garantidas e médias de longo termo dos reservatórios e açudes, o que ocorre também na Paraíba, segundo seu Decreto nº 19.260/1997 (PARAÍBA, 1997).

A compatibilização entre demandas e disponibilidade hídrica para as UABHs pode ser mais complexa do que a simples comparação entre a magnitude das vazões de disponibilidade hídrica e das vazões de demandas hídricas. É necessário avaliar também outros aspectos a fim de traçar um diagnóstico que reflita o que ocorre na bacia hidrográfica para que se possam tomar medidas para uma melhor gestão do recurso hídrico disponível.

Nesse contexto e, levando em consideração ainda os resultados apresentados no *RP-03: Estudo Hidrológico da Bacia: Potencialidades e Disponibilidades Hídricas*, foi idealizado para o PRH-RPB um balanço hídrico que, embora utilize os mesmos conceitos usualmente empregados, sua metodologia é singular, desenvolvida especialmente para as análises no âmbito desse estudo. Portanto, a seguir é descrita tal metodologia concebida.

Para o cálculo do balanço hídrico no âmbito do PRH-RPB, o primeiro critério considerado foi a distinção das UABHs relativas aos açudes estratégicos na bacia, e as demais UABHs na sub-bacia do Baixo Paraíba, que não estão relacionadas aos açudes.

Em ambos os casos, foi utilizado o somatório das demandas totais espacializadas na respectiva UABH, cuja análise é apresentada no presente documento. Essa demanda foi, então, divida pela disponibilidade hídrica. Tal resultado permite avaliar o nível de comprometimento do açude e qual o risco de não se atender a demanda da UABH.

5.5.1 Balanço hídrico nas UABHs de açudes

Para as UABHs relativas aos açudes estratégicos, o valor de disponibilidade hídrica considerado foi a vazão firme dos açudes, apresentada no *RP-03: Estudo Hidrológico da Bacia: Potencialidades e Disponibilidades Hídricas*, e que consiste na vazão máxima que poderia ser regularizada por um reservatório sem comprometer sua sustentabilidade. Tal valor é teórico pois está atrelado ao volume máximo armazenável no reservatório, além de não considerar possíveis perdas, como a de evapotranspiração.

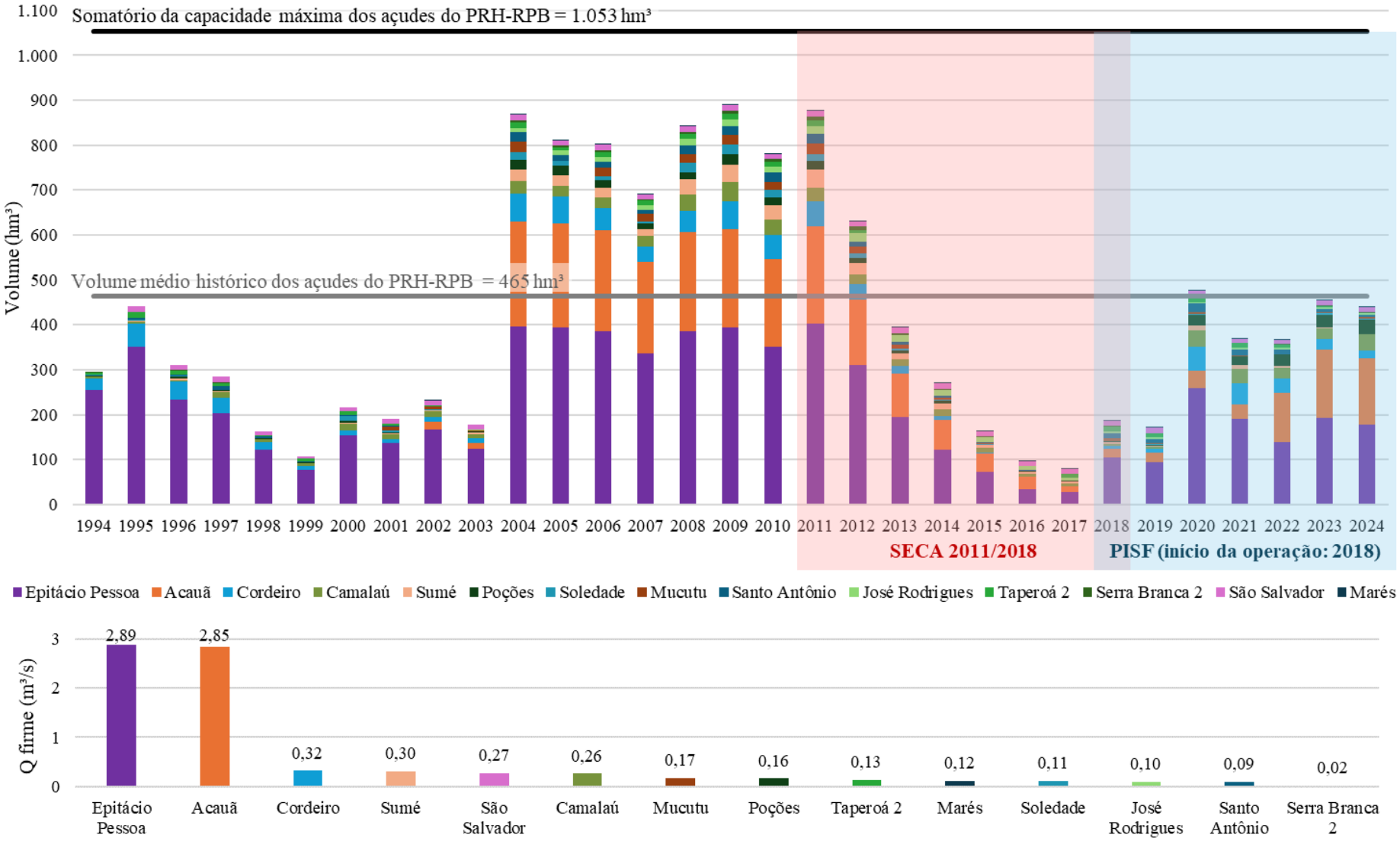
Diante disso, foi realizada uma avaliação dos volumes históricos dos açudes estratégicos do PRH-RPB, comparativamente às suas capacidades máximas, como mostra a Figura 5.39, em que é possível observar que, embora o somatório das capacidades máximas de armazenamento dos açudes estratégicos do PRH-RPB seja de pouco mais de 1.000 hm³, o volume histórico observado desses açudes representa apenas 44% dessa capacidade. Verifica-se, ainda, que em apenas 10 anos o volume médio é atingido, o que significa uma frequência de somente 30% do período observado.

Outro ponto de destaque é a comparação entre os volumes dos açudes e suas vazões firmes: Acauã e Epitácio Pessoa detém cerca de 70% da capacidade de armazenamento da bacia, proporção essa também observada no histórico de volumes e na vazão firme gerada por tais açudes. Esses números demonstram a importância desses açudes para a região.

Assim, é observado que os volumes registados nesses açudes são menores que a metade da capacidade máxima. Considerando que a vazão firme está associada ao volume máximo armazenável, a análise do balanço hídrico apenas sob a ótica da comparação entre a demanda hídrica e a vazão firme pode gerar resultados que não demonstrem a realidade da região e fragilizem o diagnóstico e planejamento de seus recursos hídricos.

Adicionalmente, tal avaliação também não reflete o comportamento das vazões em uma bacia hidrográfica, que variam ao longo do tempo. Em geral, essas flutuações nas magnitudes das vazões são analisadas com a organização gráfica dos dados no tempo, em fluviogramas que podem ser apresentados em diferentes escalas de tempo (diária, mensal, anual) como função da disponibilidade dos dados e da necessidade da análise.

Figura 5.39 - Avaliação do volume histórico médio dos açudes estratégicos do PRH-RPB e suas vazões firmes

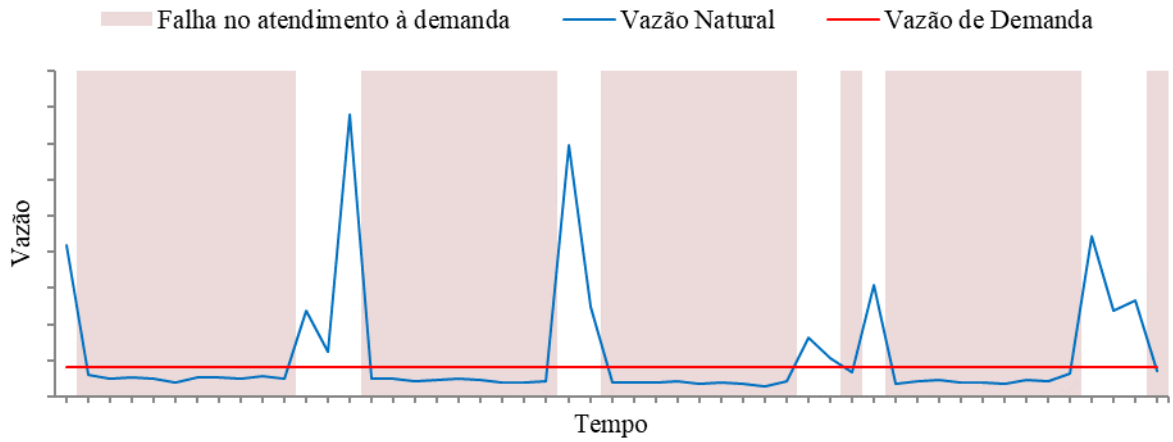


Fonte: Cobrape (2024).

No semiárido, por exemplo, as vazões naturais apresentam um comportamento bastante definido. Durante o período seco, que compreende cerca de oito meses ao longo do ano, as vazões são muito baixas e nulas. Entretanto, no período úmido, os volumes escoados podem ser muito altos. Na estação úmida as chuvas ocorrem de maneira concentrada, em um curto período, ou seja, apesar do período úmido durar cerca de quatro meses ao ano, o volume de água escoado nos rios é resultado de poucos dias de chuva.

A Figura 5.40 ilustra um fluviograma de vazões naturais que representam vazões disponíveis em uma bacia hidrográfica qualquer. Traz-se, então, uma primeira análise entre a vazão disponível e a vazão de demanda existente para esta unidade de análise, sendo que nos períodos de tempo em que a vazão de demandas supera a vazão disponível naturalmente, há indicação de falha no atendimento à demanda, ou seja, corresponde ao período em que as demandas não seriam atendidas pela vazão natural.

Figura 5.40 - Ilustração de um fluviograma de vazões observadas e comparação dessas quanto ao atendimento à demanda

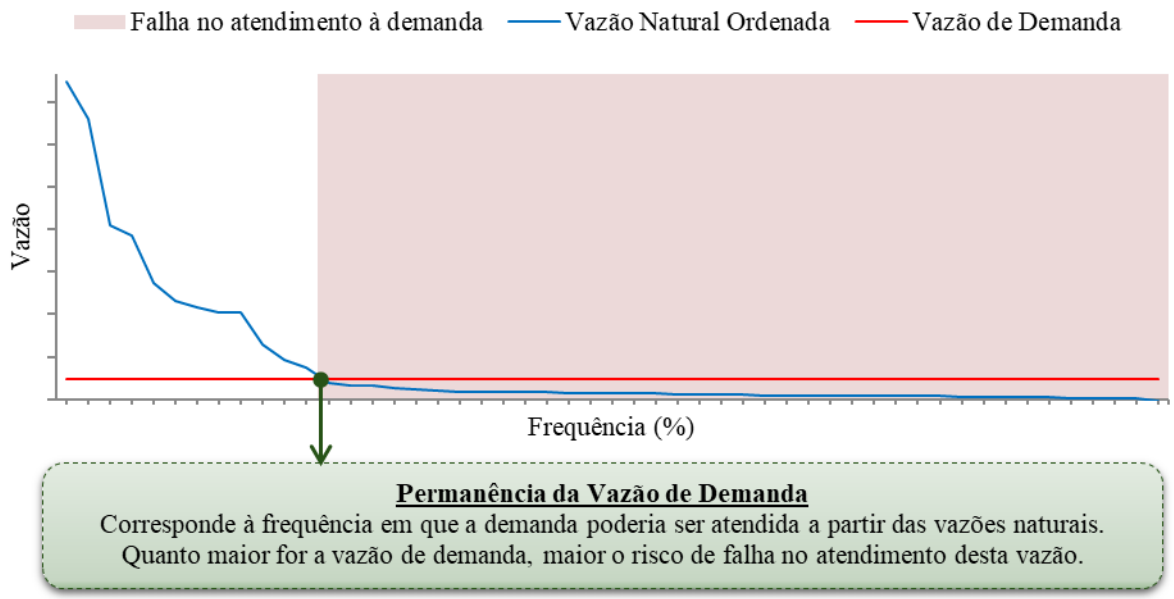


Fonte: Cobrape (2024).

Um recurso comumente utilizado para analisar a frequência em que uma vazão é igualada ou superada dentro de uma série conhecida de vazões, é a construção da curva de permanência das vazões, que consiste no ordenamento decrescente dos valores de vazão observados, ou estimados, no caso de séries pseudo-históricas. Posteriormente, para cada valor de vazão é calculada a frequência de ocorrência na série completa, e esses valores são acumulados de tal modo que, como resultado, obtenha-se a frequência com que um valor específico de vazão foi igualado ou superado dentro do período analisado.

Construída a curva de permanência de uma série de vazões naturais de uma determinada área de análise, pode-se encontrar com qual frequência a vazão de demanda associada a esta mesma área seria atendida ou não, o que é ilustrado a Figura 5.41.

Figura 5.41 - Ilustração de uma Curva de Permanência e indicação da obtenção da permanência associada à vazão de demanda

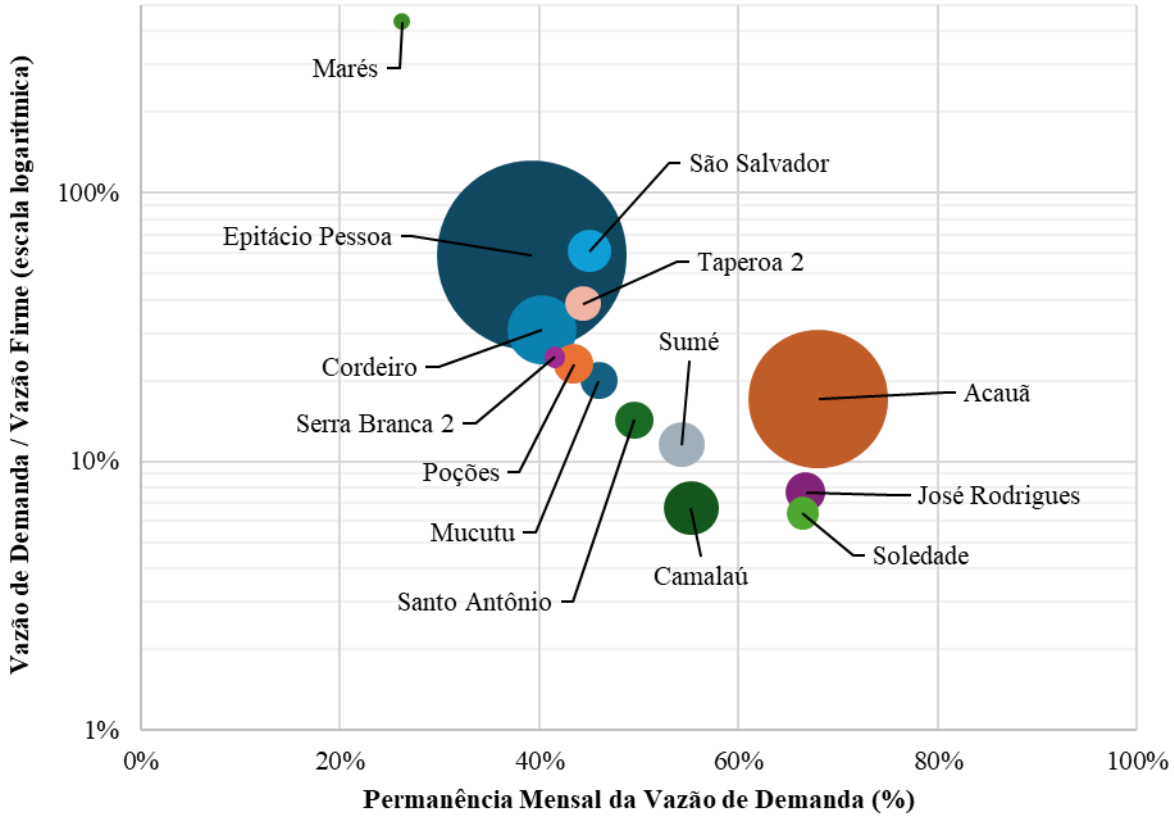


Fonte: Cobrape (2024).

Para as UABHs dos açudes, esta permanência da demanda evidencia a vulnerabilidade do sistema, já que quanto maior o tempo em que a demanda supera a vazão afluente ao açude, menor é a recarga deste açude, aumentando o risco de diminuição de seu volume médio a longo prazo. Por esta razão, é uma métrica interessante de ser observada juntamente com a relação direta entre a vazão de demanda e a vazão firme dos açudes, que por sua vez avalia a disponibilidade hídrica com base na capacidade máxima de acumulação dos açudes, a qual nem sempre está disponível, como se pode observar da Figura 5.39. Portanto, o balanço hídrico para as UABHs dos açudes conta com a análise conjunta de duas métricas: a relação entre a vazão de demanda e a vazão firme dos açudes e a permanência das vazões de demanda.

Dessa forma, o resultado do balanço hídrico das UABHs dos açudes é apresentado na Figura 5.42, em que o eixo vertical representa a relação direta entre a vazão de demanda e a vazão firme dos açudes, de modo que, quanto mais essa relação se aproxima de 100%, maior o risco associado ao não atendimento das demandas já existentes. Já no eixo horizontal estão apresentadas as permanências das vazões de demanda que, quanto maior a permanência, ou seja, mais próxima de 100%, maior o tempo de recarga do açude e menor o risco de deplecionamento do mesmo. Por fim, o tamanho das bolhas referentes a cada açude é determinado pelo seu volume médio histórico.

Figura 5.42 – Balanço Hídrico para as UABHs dos Açudes Estratégicos



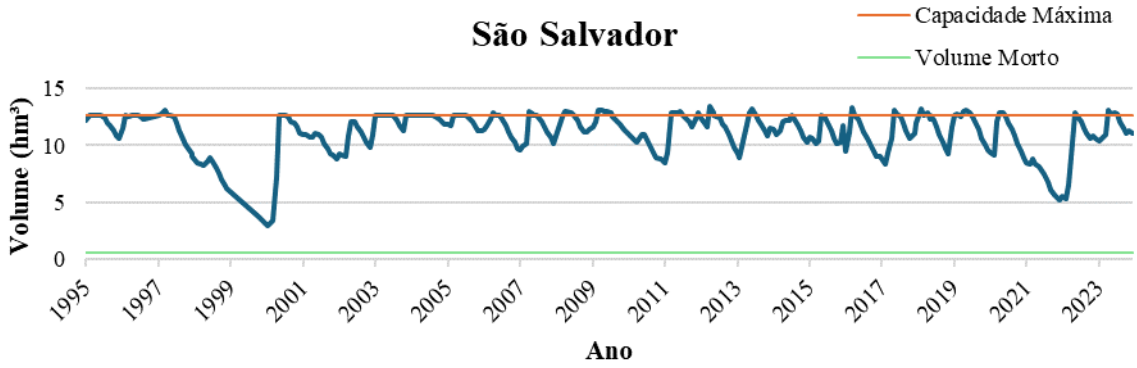
Fonte: Cobrape (2024).

Na Figura 5.42 se destacam a posição das três UABHs de açudes existentes na região do Baixo Paraíba, pelo comportamento díspar entre si. A primeira, localizada na região central da Figura 5.42, está a UABH do Açude São Salvador que, pela análise trazida no eixo vertical, indica uma situação muito crítica, em que 61% da sua vazão disponível já está comprometida com o atendimento a demanda alocada para este açude.

Esta alta demanda se reflete também na baixa permanência que esta tem frente às vazões afluentes ao açude, destacando o comprometimento da segurança hídrica dos municípios que são atendidos por este açude visto que ao menos 62% das demandas estão vinculadas ao abastecimento público urbano e rural dos municípios de Caldas Brandão, Gurinhém, Mari, Mulungu (fora do PRH-RPB), Sapé e Sobrado (Sistema Integrado Olho d'Água/Salvador).

Apesar da alta pressão sobre o açude, seus volumes apresentam recuperações sucessivas, como é possível observar na Figura 5.43, possivelmente por esta UABH estar localizada em uma região com maior disponibilidade hídrica natural.

Figura 5.43 - Série histórica de volumes mensais para o Açude São Salvador (PB)

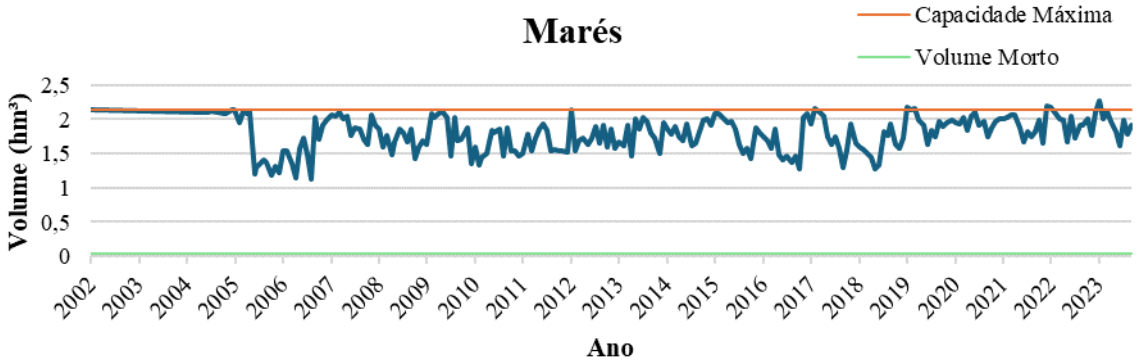


Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

A segunda UABH que se destaca é do açude Marés, que possui a maior vazão de demanda associada, uma vez que apresenta a menor frequência para a qual a demanda seria suprida apenas com a capacidade natural da bacia, desconsiderando a capacidade de acumulação e regularização conferida pela construção do açude associado à UABH (eixo horizontal da Figura 5.42).

A análise da demanda alocada para a UABH Marés a partir do eixo vertical da Figura 5.42 evidencia que somente a disponibilidade hídrica garantida pela vazão firme do açude Marés não é suficiente para que o sistema não colapse. Portanto, o que tem garantido o atendimento à demanda nesta UABH é a importação de água que chega ao açude a partir da bacia hidrográfica do Rio Gramame (PDRH Gramame – PARAÍBA, 2000). O reflexo deste funcionamento fica evidenciado quando se observa a pouca flutuação nos volumes observados no açude Marés, frente a sua alta demanda, conforme apresenta a Figura 5.44.

Figura 5.44 – Série histórica de volumes mensais para o Açude Marés (PB)



Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

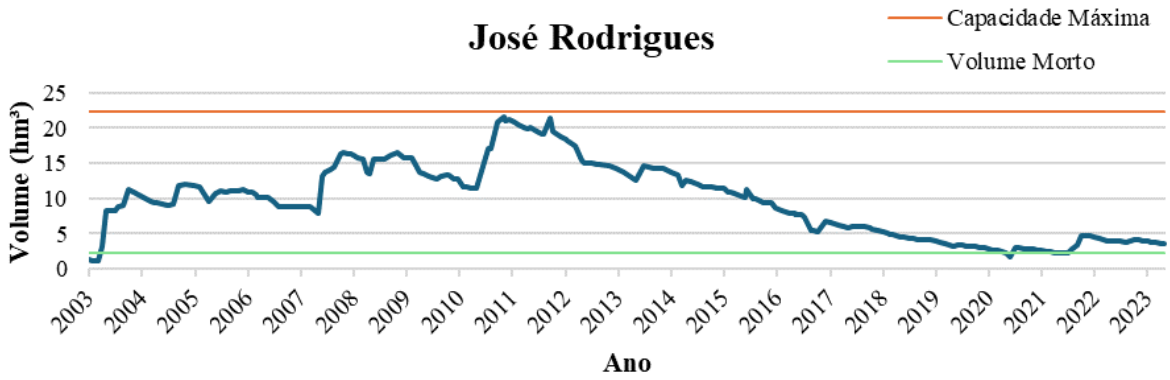
A terceira UABH que se destaca tem o comportamento diametralmente oposto à Marés. Trata-se da UABH do açude José Rodrigues, também localizada na sub-bacia do Baixo Rio Paraíba e que é uma das unidades de análise em que a relação entre a vazão de demanda e a vazão de disponibilidade (eixo vertical da Figura 5.42) indica que menos de 10% da vazão firme garantida pelo açude está comprometida com a demanda alocada para a UABH.

De acordo com a classificação da MMA (2006) no PNRH, este índice indicaria que a região estaria em uma situação confortável quanto à compatibilização entre demanda e disponibilidade

hídrica. Entretanto, como evidencia a análise do eixo horizontal da Figura 5.42, a vazão de demanda alocada para esta região é consideravelmente pequena, uma vez que em mais de 60% do tempo ela poderia ser suprida pela disponibilidade natural da bacia hidrográfica de contribuição sem mesmo a necessidade do reservatório instalado.

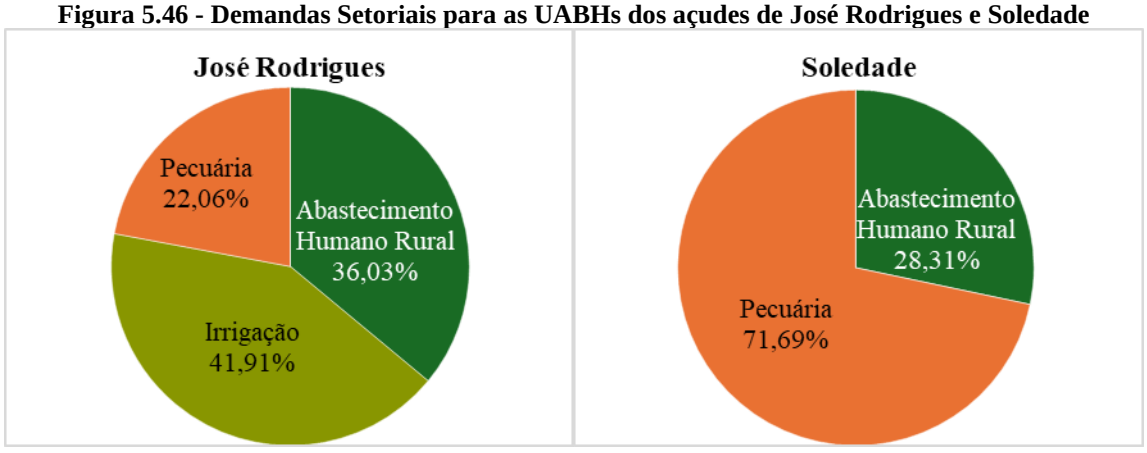
Apesar de estar localizado no distrito de Galante, pertencente à cidade de Campina Grande, que possui a segunda maior população na bacia do Rio Paraíba, as águas do açude José Rodrigues não são utilizadas para abastecimento urbano desde que os níveis do açude passaram a cair com a estiagem que teve início em 2012 (Figura 5.45 e Figura 5.46). Apesar de estar próximo de Campina Grande, não se tem informações se este açude foi ou poderia ser uma fonte hídrica para abastecimento do município de Campina Grande, que hoje tem sua demanda alocada no Sistema Integrado Campina Grande Boqueirão com captação no açude Epitácio Pessoa.

Figura 5.45 - Série histórica de volumes mensais para o Açude José Rodrigues



Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

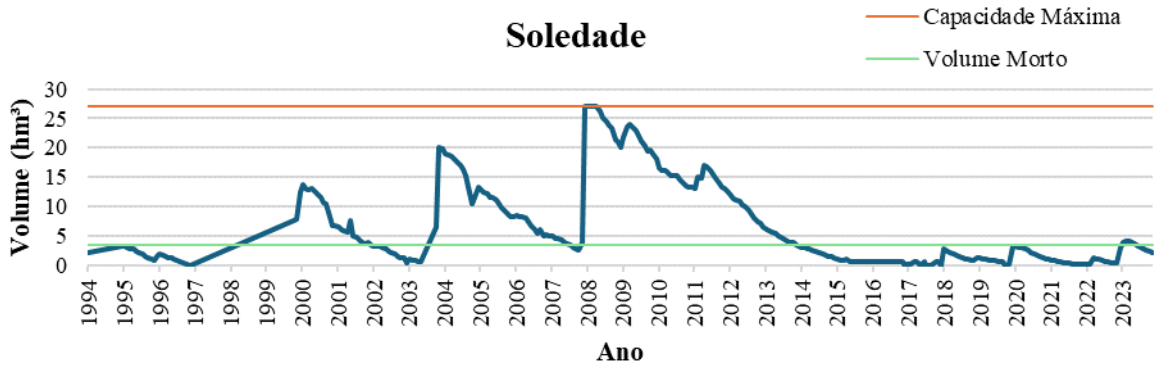
Figura 5.46 - Demandas Setoriais para as UABHs dos açudes de José Rodrigues e Soledade



Fonte: Cobrape (2024).

O balanço hídrico da UABH do açude Soledade está posicionado muito próximo ao do açude José Rodrigues no gráfico da Figura 5.42, e com as demandas setoriais e o comportamento dos volumes do açudes com comportamento semelhante, como é possível observar da Figura 5.46 e Figura 5.47. O município de Soledade, anteriormente atendido pelo açude Soledade (Carvalho e Rodrigues, 2015; Pereira *et al.*, 2015; Melo, 2016) teve suas demandas urbanas realocadas para o Sistema Integrado do Cariri que também tem sua captação no açude Epitácio Pessoa (Atlas Água - ANA, 2021).

Figura 5.47 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Soledade (PB)



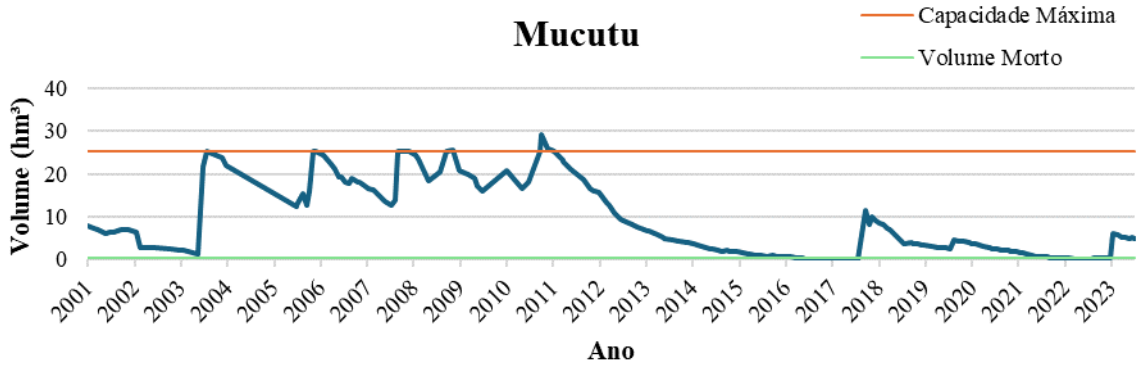
Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

Na UABH do Açude Mucutu, as demandas setoriais se apresentam percentualmente bem divididas, com cerca de 50% para os setores de abastecimento urbano e rural, e os demais 50% para os setores de pecuária e indústria. Essas demandas representam 20% da vazão firme do açude, o classificando em situação de preocupante a crítica, de acordo com MMA (2006). Cabe observar também que o açude Mucutu, antes do período de estiagem prolongada iniciado em 2011, mantinha volumes entre sua capacidade média e máxima com bom índice de recuperação. Entretanto, a partir de 2011, sem aportes significativos, o açude sucumbiu e desde então não voltou a atingir sua capacidade média.

Como resultado deste comportamento, cidades antes abastecidas pelo açude, como Juazeirinho e Cabaceiras, passaram a ser abastecidas pelo Sistema Integrado Cariri (com captação no açude Epitácio Pessoa), enquanto o município de Assunção passou a ser atendido pelo Sistema Integrado Adutora Coremas/Sabugi (captação na Bacia do Rio Piranhas-Açu).

Por fim, apesar da redução na vazão de demanda da UABH, a permanência dessa demanda ainda alocada para o açude indica que, na maior parte do tempo, as afluências que chegam ao reservatório apenas suprem a retirada constante de seu volume. Essa análise é corroborada pelo histórico de volumes do açude, que demonstra a não recuperação do mesmo após o último período prolongado de estresse hídrico (Figura 5.48).

Figura 5.48 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Mucutu (PB)



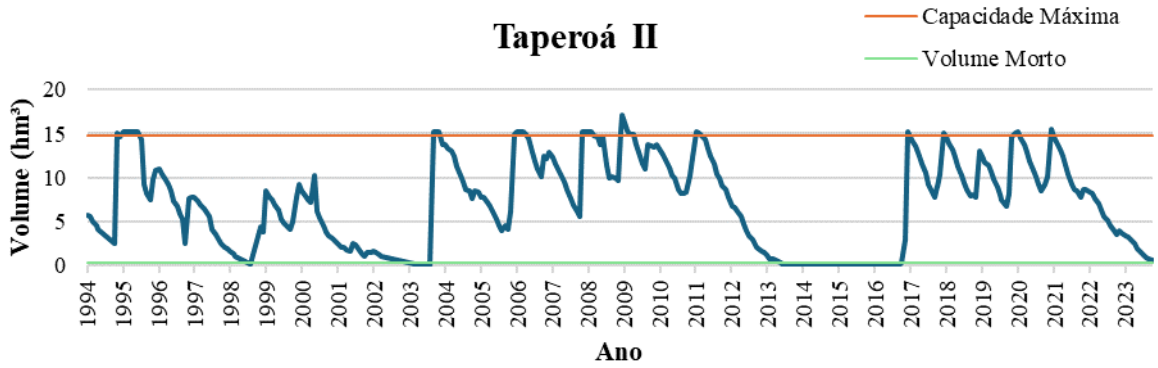
Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

Na região alta da sub-bacia do Rio Taperoá, além das UABHs dos açudes Soledade e Mucutu, tem-se também a UABH do Açude Taperoá II. O comportamento hidrológico da região é semelhante em termos de afluências, mas como o açude Taperoá II tem menor porte em relação

aos outros dois, apesar de permanecer seco por mais de quatro anos durante a seca, este voltou a encher como mostra a Figura 5.49, o que não ocorreu com Soledade e Mucutu.

A Figura 5.49 evidencia também que, da mesma forma que o açude consegue recuperar seu volume, esvazia em um curto período quando comparado aos demais açudes estratégicos na mesma sub-bacia. Esse comportamento se reflete no gráfico apresentado na Figura 5.42, em que no eixo vertical a UABH se encontra em situação crítica, ou seja, com 40% da vazão disponível comprometida com o suprimento às vazões de demanda. O mesmo comportamento se evidencia quando analisado o eixo horizontal, que demonstra ser a vazão afluente capaz de suprir a demanda e recarregar o açude em 44% do tempo.

Figura 5.49 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Taperoá II (PB)



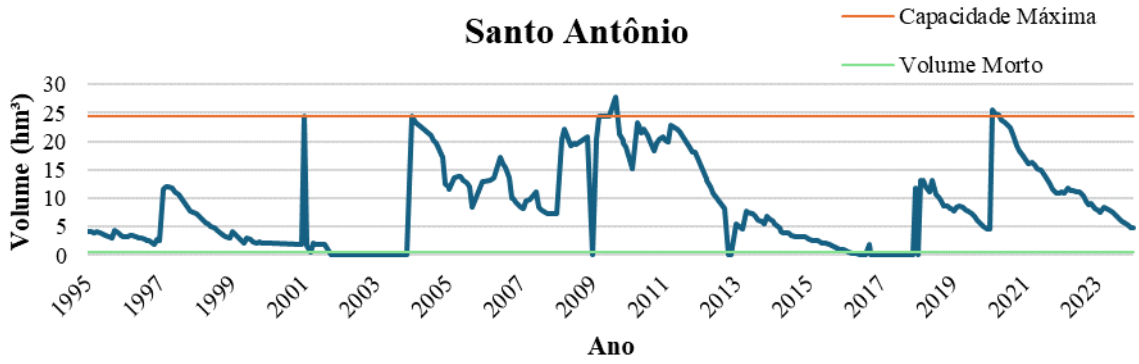
Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

Além disso, nessa UABH está alocada a captação para o abastecimento público do município de Taperoá, enquanto cidades vizinhas como Desterro e Cacimbas são abastecidas por açudes ainda menores como os açudes Jeremias e Coronel Jueca[1], ambos praticamente secos em início de setembro de 2024[2] (0,0% e 2,9% da capacidade em 06/09/2024). Desse modo, pode-se inferir que as análises demonstram a criticidade da segurança hídrica dos municípios na UABH.

No Alto Paraíba, as águas da UABH do açude Santo Antônio, localizado no município de São Sebastião do Umbuzeiro, tem como principais usos associados a pecuária (47,6%), o abastecimento urbano (42,9%) e o abastecimento público rural (9,5%). Tal demanda associada corresponde a cerca de 15% da vazão firme garantida pelo açude e que, conforme seu histórico de volumes apresentado na Figura 5.50, uma vez com sua capacidade máxima disponível, possui uma autonomia para cerca de dois anos. A permanência da vazão de demanda frente às vazões naturais afluentes indica que em 50% do tempo a vazão afluente ao açude seria capaz de suprir ou superar a vazão de demanda.

[1]<https://paraiba.pb.gov.br/noticias/obra-de-ampliacao-do-abastecimento-de-cacimbas-e-desterro-entra-na-reta-final>. Acesso em: 06 de Setembro de 2024.
[2]<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/>. Acesso em: 06 de Setembro de 2024.

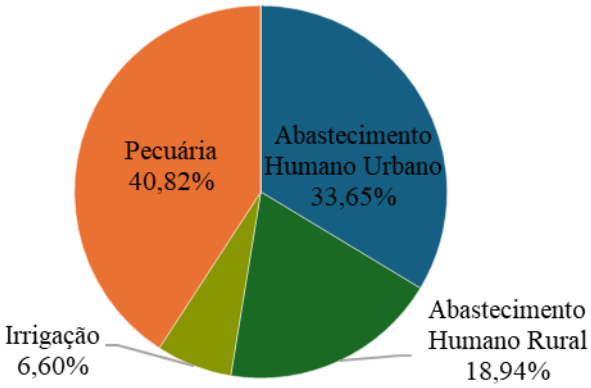
Figura 5.50 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Santo Antônio (PB)



Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

O açude Camalaú, também na sub-bacia do Alto Paraíba, tem suas principais demandas hídricas para os setores de pecuária, e abastecimento urbano e rural (Figura 5.51). A relação entre a vazão de demanda e a vazão de disponibilidade é de 7%, o que classifica a UABH em uma situação confortável.

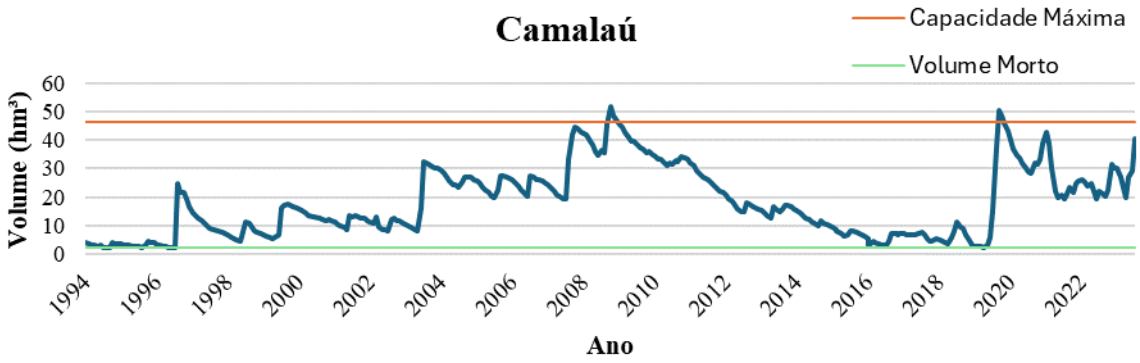
Figura 5.51 - Demandas Setoriais para a UABH do açudes de Camalaú



Fonte: Cobrape (2024).

Além disso, cabe destacar que, embora as vazões afluentes ao açude sejam capazes de suprir e superar a demanda em 55% do tempo, nos últimos 30 anos a capacidade máxima de armazenamento do açude foi atingida apenas duas vezes, e nesta última já com os volumes sob influência das vazões advindas pela operação do PISF (Figura 5.52).

Figura 5.52 - Série histórica de volumes mensais no Açude Camalaú (PB)

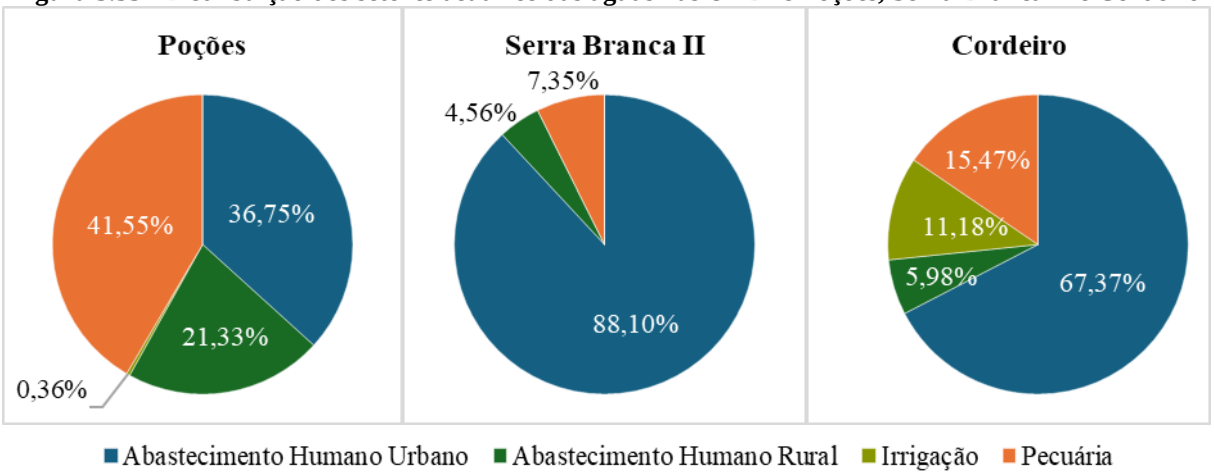


Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

Ao observar os açudes Poções, Serra Branca II e Cordeiro na Figura 5.42, todos se encontram em situação crítica quanto à relação entre a demanda de água e a vazão firme (eixo vertical), enquanto a permanência das demandas indica que, em mais da metade do tempo, sua vazão de recarga é consumida pela demanda (eixo horizontal). Contudo, Cordeiro se encontra em uma situação um pouco mais crítica quando comparado com os outros dois municípios, o que pode ser em decorrência das captações de sistemas integrados importantes na região, como é o caso do Sistema Integrado do Congo e que abastece diversos municípios localizados em outras UABHs, como Monteiro, Serra Branca e Congo.

Embora os açudes de Poções e de Serra Branca II também apresentarem percentuais significativos de uso de suas águas para o abastecimento urbano (Figura 5.53), tais captações são complementares à captação no açude Cordeiro. Este açude, como apresentado no relatório "Sistema Adutor Transparaíba Ramal Cariri - Síntese da Solução Técnica" (CAGEPA, 2020), foi construído como uma resposta ao colapso dos mananciais de 16 municípios, contudo, seu próprio colapso também ocorreu em meio à seca de 2011 a 2018, desabastecendo o Sistema Integrado do Congo.

Figura 5.53 - Distribuição dos setores usuários das águas nas UABHs Poções, Serra Branca II e Cordeiro

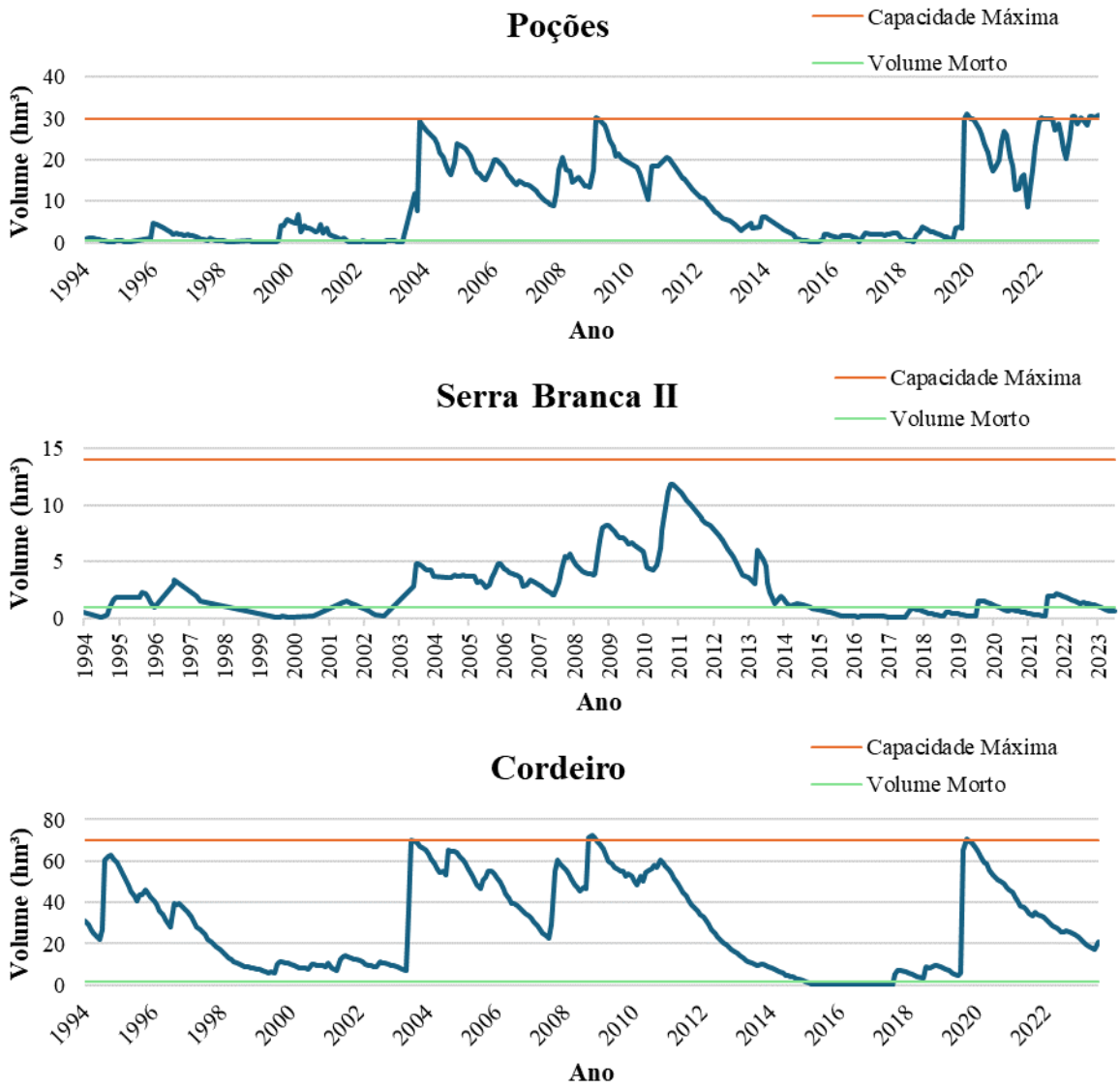


Fonte: Cobrape (2024).

Tal colapso é evidente ao observar, na Figura 5.54, a série histórica dos volumes do açude Cordeiro, refletida também nas séries de Poções e Serra Branca II. Este último consiste no açude com a menor capacidade de armazenamento e, mesmo com o final da seca, se mantém em volumes muito próximos ao seu volume morto. Cordeiro, com uma área de contribuição maior, atingiu sua capacidade máxima em 2020, contudo, sem recargas significativas desde então. Já o açude Poções, este apresentou volumes maiores armazenados após 2020, ao que se pode atribuir ao pleno funcionamento do PISF.

Portanto, os usos de água dependentes desses açudes se encontram em uma situação preocupante, uma vez que o deplecionamento desses açudes ocorre com certa frequência, à exceção de Poções, que com as águas da transposição tende a se manter com maiores níveis de volume caso não haja paralizações na operação do PISF.

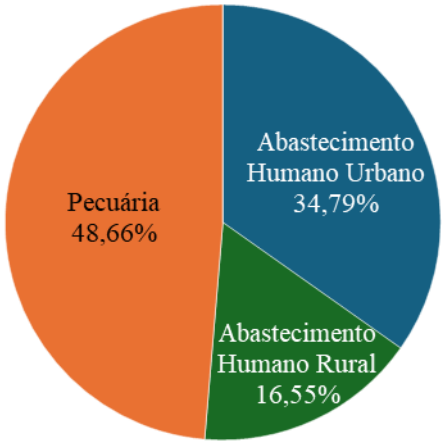
Figura 5.54 - Série histórica de volumes mensais para os Açudes Poções, Serra Branca II e Cordeiro



Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

A UABH do açude de Sumé encontra-se em uma situação preocupante, com suas demandas consumindo 12% da vazão firme calculada para o açude. As demandas alocadas na UABH são apresentadas na Figura 5.55, em que é verificado que o principal consumo de água é pela atividade pecuária, com quase 50% da demanda de água da UABH. Ao verificar os municípios com sedes urbanas localizadas na UABH, tem-se que Sumé e Prata são abastecidos pelo Sistema Integrado do Congo, cuja captação é feita no açude Cordeiro (CAGEPA, 2020; ANA, 2021), enquanto Amparo e Ouro Velho, além de também comporem o Sistema Integrado do Congo, contam ainda com suprimento do sistema Ouro Velho/Prata, com captação no açude Ouro Velho que está inserido dentro da UABH do açude Sumé.

Figura 5.55 - Distribuição dos setores usuários das águas na UABH do açude Sumé



Fonte: Cobrape (2024).

A construção do açude de Sumé, que teve o início de sua operação na década de 60, visava o uso múltiplo de suas águas, com prioridade para o abastecimento humano e agricultura, sendo esta impulsionada por uma iniciativa do Governo Federal para mitigar os efeitos da seca nos anos 1970 no Nordeste, incluindo programas de irrigação na região. Foram criados, então, vários perímetros irrigados, e dentre eles o Perímetro Irrigado Sumé – PIS (Vitorino Filho, 2017; Amorim, 2017; Lima, 2016).

O sistema do PIS consistia na distribuição de água por meio de uma rede de canais de alvenaria, distribuindo por gravidade a água do açude até os lotes. Os primeiros sinais de saturação do sistema no início da década de 90, quando o manancial secou por dois anos consecutivos, desabastecendo o município de Sumé e levando os produtores com lotes a suprirem suas demandas de água por meio de poços. Mesmo com o enchimento do açude posteriormente, a precariedade da infraestrutura dos canais prejudicou a retomada do perímetro (Vitorino Filho, 2017; Amorim, 2017).

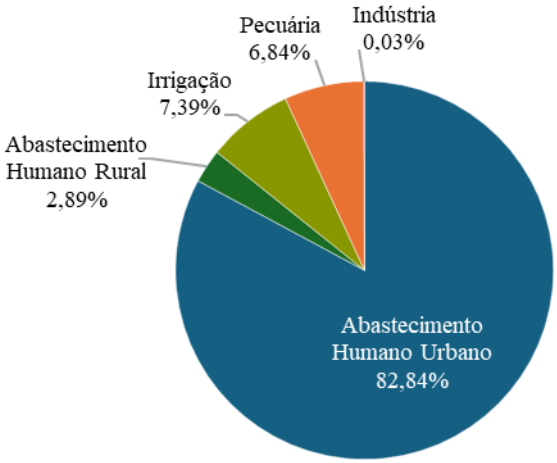
Nesse sentido, na Resolução Conjunta ANA/AESA nº 118 (ANA/AESA, 2022) que dispõe sobre condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Sumé, são descritas duas situações sobre seu estado hidrológico: a primeira, atualmente vigente, tem como prioridade o abastecimento público; e a segunda articula a irrigação como prioridade, estando vinculada à modernização do PIS atestada pela ANA, o que demonstra a intenção de retomar tal atividade na região. Essa informação deverá ser articulada na próxima etapa do PRH-RPB.

Desse modo, verifica-se que a situação do açude não se encontra em maior criticidade devido as principais demandas já terem sido realocadas para outros sistemas.

A UABH referente ao açude de Epitácio Pessoa na Figura 5.42 indica que este se encontra em situação crítica, com quase 60% de sua vazão firme sendo utilizada pelas demandas na UABH, enquanto a recarga do açude ocorre apenas em 39% do tempo, já que no restante é superada pela demanda.

Quando analisadas as demandas dessa unidade (Figura 5.56), verifica-se que mais de 80% da água é destinada ao abastecimento público, com diversos sistemas captando suas águas, conforme demonstrado no item 5.2.3.1: Sistema Integrado Campina Grande Boqueirão, Alcantil - Riacho Santo Antônio, Cabaceiras - Sistema Integrado Cariri e Sistema Integrado do Agreste-Adutora Alto do Capibaribe. Desse modo, pode-se inferir que a segurança hídrica dos municípios que integram tais sistemas podem estar comprometida.

Figura 5.56 - Distribuição dos setores usuários das águas na UABH Epitácio Pessoa



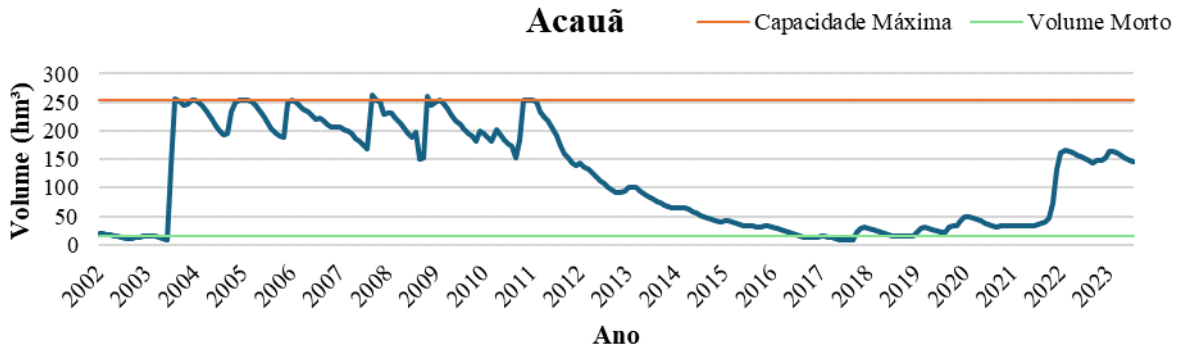
Fonte: Cobrape (2024).

O Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 1/2022/COMAR/SRE (ANA, 2022) indica que, antes do início da operação do PISF, o sistema hídrico Poções-Epitácio Pessoa já registrava conflitos entre os usos e os usuários de suas águas, principalmente entre o abastecimento público e a agricultura irrigada. Essa situação poderá ser agravada com o pleno funcionamento da transposição do PISF, o que já pode ver observado nas reuniões de alocação[3], com novos municípios demonstrando o interesse de que seus sistemas de abastecimento recebam tal contribuição. Além disso, o histórico do açude é marcado por se tornar manancial de novos municípios à medida que os açudes menores não foram mais suficientes, tendo início com sua construção para o atendimento de Campina Grande após o açude de Vaca Brava não ser suficiente para seu abastecimento na década de 50 (Souza, 2013).

Por fim, a UABH do açude Acauã se encontra em situação preocupante, com 17% da sua vazão firme já sendo utilizada pela demanda na UABH e, embora em 68% do tempo as vazões naturais afluentes estejam para a recarga do açude, seu gráfico da série histórica de volumes (Figura 5.57) demonstra que, mesmo após o fim da seca e o início da operação do PISF, seu volume não voltou aos patamares registrados antes de 2011.

[3] Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/alocacao-de-agua-e-marcos-regulatorios/marcos-regulatorios/marcos-regulatorios-pb>. Acesso: 07/08/2024.

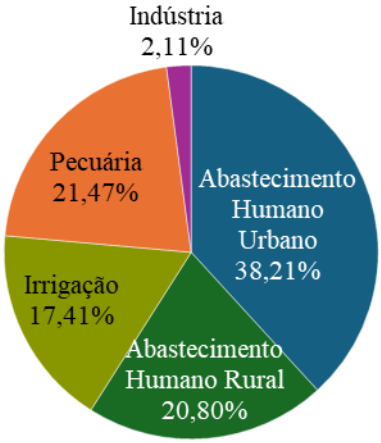
Figura 5.57 - Série histórica de volumes mensais para o Açude Acauã



Fonte: Cobrape (2024), com dados de AESA (2024).

No açude são captadas as águas para diversos sistemas de abastecimento, os quais são: Acauã - Gado Bravo, Acauã Ingá, Adutora Natuba, Sistema Integrado Acauã Leste, Sistema Integrado Itabaiana e Sistema Integrado Salgado de São Félix. Além desses usos, como se pode observar na Figura 5.58, é característica do açude o uso múltiplo de suas águas, de modo que os resultados do balanço hídrico indicam que tais setores podem estar na iminência do comprometimento de sua segurança hídrica.

Figura 5.58 - Distribuição dos setores usuários das águas na UABH Acauã



Fonte: Cobrape (2024).

Embora em uma situação mais confortável que o açude Epitácio Pessoa, com o pleno funcionamento do PISF e a implementação/finalização de novas adutoras e canais, a pressão sobre o açude Acauã tende a aumentar. Portanto, tal consideração deverá ser incorporada no prognóstico do PRH-RPB, a ser desenvolvido na *Fase B: Cenarização, compatibilização e articulação para o Plano de Recursos Hídricos*.

5.5.2 Balanço hídrico nas demais UABHs do Baixo Paraíba

Na sub-bacia do Baixo Paraíba, diferentemente das demais sub-bacias do PRH-RPB, o número e o porte dos açudes é menor. Nela estão 6 dos 3 açudes monitorados pela AESA, nenhum na calha principal do Rio Paraíba, e dentre estes 3 foram considerados estratégicos para o PRH-RPB (ver item 5.2.1).

Desta maneira, a forma de se definir as UABHs nesta região adotou critérios próprios (ver item 5.2.1), uma vez que, em grande parte, essas UABHs não drenam suas águas até um açude, mas para o canal principal do Rio Paraíba. Isto é reflexo de se dispor de uma vazão média de longo termo maior nesta região da bacia, como resposta a um diferente comportamento climatológico, especialmente na porção mais próxima do litoral. Sendo assim, a disponibilidade hídrica para essas UABHs não estão associadas a um açude, mas sim, á vazões naturais de referência.

Nesse sentido, o RP-03 apresentou em detalhes a disponibilidade hídrica para toda a bacia do Rio Paraíba e resultou que as vazões pseudohistóricas de 90% de permanência são nulas para quase toda a área de drenagem da bacia hidrográfica, a qual está inserida na região semiárida, marcada pela característica intermitente de seus cursos d'água. Como já destacado, apenas na porção próxima a foz do Rio Paraíba no oceano é possível observar vazões diferentes de zero nesta faixa de permanências. Cabe ainda destacar que, não só o índice pluviométrico do litoral é maior, como também a distribuição temporal das chuvas é menos definida quando comparada com as chuvas na porção semiárida da bacia hidrográfica.

Portanto, enquanto o balanço hídrico foi avaliado a partir da análise da relação entre as demandas e a vazão firme garantida pelo volume instalado do reservatório para as UABHs associadas a um açude estratégico, para as demais UABHs do Baixo Paraíba o balanço hídrico será avaliado em termos da relação entre as demandas e o potencial de recarga natural da bacia, dada pela vazão média de longo termo (Q_{MLT}). É importante esclarecer que esta análise não se trata de um balanço hídrico convencional entre as demandas hídricas e a disponibilidade hídrica, mas representa uma análise da vulnerabilidade hídrica a partir da relação entre as demandas hídricas e a potencialidade hídrica da região.

A vulnerabilidade hídrica em termos da relação entre as demandas e a potencialidade hídrica da região, dada pela máxima vazão teoricamente passível de regularização, ou seja, a Q_{MLT}, representa uma análise de sensibilidade em termos do comprometimento do recurso hídrico naturalmente produzido na bacia com o suprimento às demandas alocadas para cada unidade de análise. Este índice, conforme cita Campos (2022), é apresentado por Szestay (1970) e para Gleick (1990) uma relação igual ou superior a 20% já deve ser considerada crítica para regiões em desenvolvimento. Campos (2022) enfatiza que o valor estabelecido como crítico para a relação de vulnerabilidade depende bastante da capacidade da região em regularizar de forma eficiente o potencial de escoamento superficial que apresenta.

O Nordeste Brasileiro, especialmente a região semiárida, se caracteriza por uma alta variabilidade das vazões ao longo do ano, pois os rios são majoritariamente intermitentes com prolongada estação seca, escoando águas apenas no período de chuvas, este caracterizado por eventos pontuais e de alta intensidade, além da alta taxa de evaporação decorrente das altas temperaturas da região. Para a região, Campos (2022) ressalta, portanto, que o valor a partir do qual o índice de vulnerabilidade indica criticidade deve ser um dos mais baixos do planeta, entretanto, há poucos estudos nesse sentido, de forma que o autor adota como indicativo de vulnerabilidade uma relação igual ou superior a 10%, metade do valor sugerido por Gleick (1990).

Na Tabela 5.39 é apresentada a vulnerabilidade hídrica para cada UABH do Baixo Paraíba, com exceção das UABHs dos Açudes José Rodrigues, São Salvador e Marés, com análise apresentada no item 5.5.1. Destaca-se da Tabela 5.39 o fato de que 12 das 15 UABHs, apresentarem o índice de vulnerabilidade hídrica, conforme definido, de até 10%. Das 3 UABHs restantes, as unidades do Rio Engenho Novo e Rio Una, estariam em situação crítica, com o índice acima de 20%, enquanto a UABH Riacho Jacuípe tem índice entre 10 e 20% e ainda não estaria nesta situação.

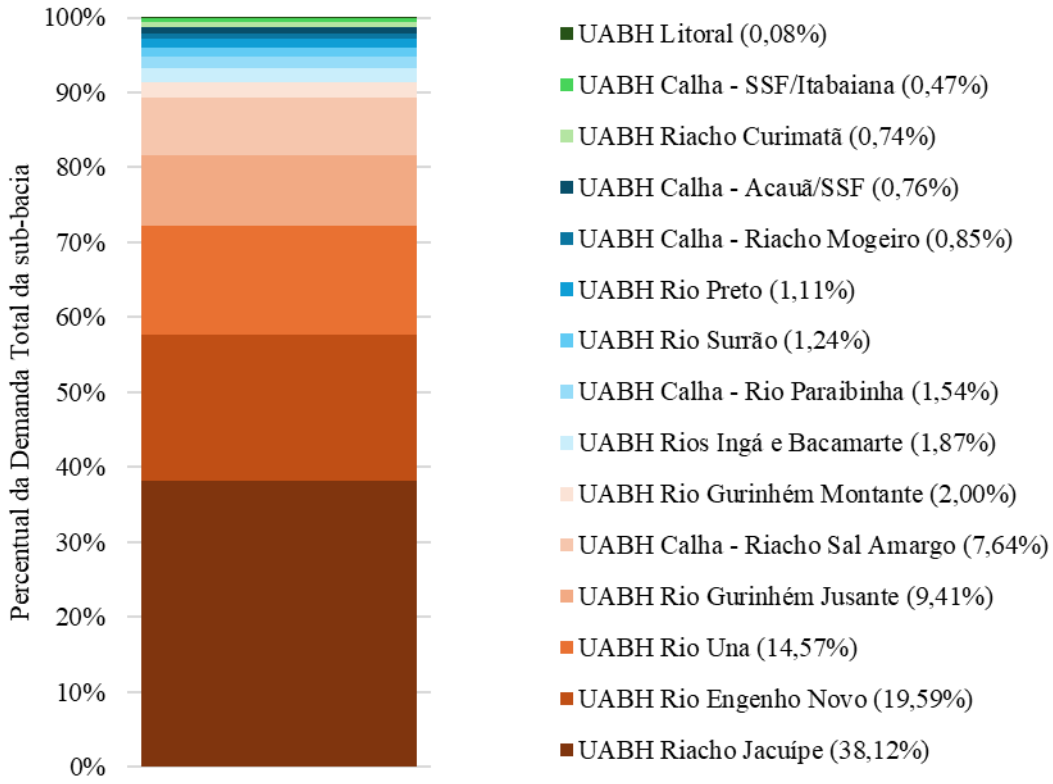
Tabela 5.39 – Vulnerabilidade Hídrica para as UABHs do Baixo Paraíba

UABH	Demanda Hídrica Total (L/s)	Potencialidade Hídrica Q_{MLT} (m³/s)	Vulnerabilidade Hídrica
Calha - Acauã/SSF	21,34	10,68	0,20%
Calha - Riacho Sal Amargo	213,78	21,08	1,01%
Calha - Riacho Mogeiro	23,83	11,79	0,20%
Calha - Rio Paraibinha	43,01	12,98	0,33%
Calha - SSF/Itabaiana	13,02	11,11	0,12%
Litoral	2,26	32,05	0,01%
Riacho Curimatã	20,71	13,74	0,15%
Riacho Jacuípe	1.066,52	5,79	18,42%
Rio Engenho Novo	548,20	1,61	34,05%
Rio Gurinhém Jusante	263,31	3,54	7,44%
Rio Gurinhém Montante	56,03	2,13	2,63%
Rio Preto	31,14	2,55	1,22%
Rio Surrão	34,63	0,72	4,81%
Rio Una	407,63	1,92	21,23%
Rios Ingá e Bacamarte	52,41	1,00	5,24%

Fonte: Cobrape (2024).

Cabe destacar ainda que as UABHs Riacho Jacuípe e Rios Engenho Novo e Una são as que apresentam as mais altas demandas da sub-bacia do Baixo Paraíba e são afluentes da margem esquerda do Rio Paraíba, estando localizadas na porção final da bacia do Rio Paraíba. Como evidencia a Figura 5.59, as demandas totais dessas três unidades de análise representam mais de 70% de toda a demanda de água estimada para a UPH do Baixo Paraíba que não contam com um açude estratégico. Outro aspecto relevante a ser considerado é o de que essas UABHs, juntamente com as unidades duas que compreendem a bacia do Rio Gurinhém e a UABH Calha - Riacho Sal Amargo somam mais de 90% da demanda total da sub-bacia (Figura 5.59).

Figura 5.59 – Distribuição da demanda total por UABH no Baixo Paraíba (sem as UABHs dos açudes)

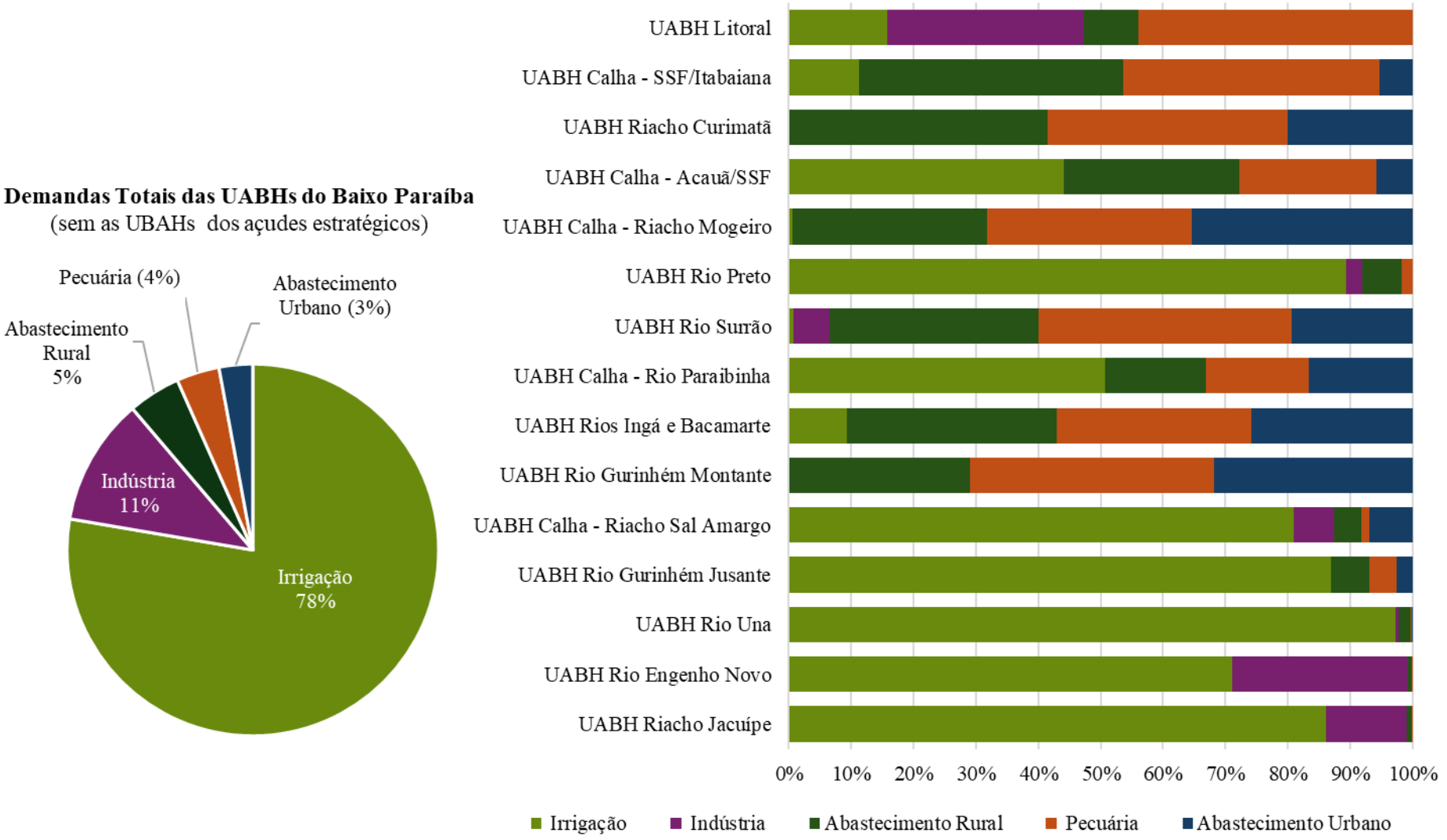


Fonte: Cobrape (2024).

Adicionalmente, a Figura 5.60, que apresenta as demandas totais por setores usuários na sub-bacia e para cada uma das UABHs de forma específica, auxilia na análise de compatibilização das demandas com a disponibilidade hídrica do Baixo Paraíba, objetivo do Balanço Hídrico, que é avaliado aqui de forma não convencional por conta das características particulares da região semiárida, em termos da vulnerabilidade hídrica. Pode-se observar que, nas UABHs que concentram a maior parte das demandas do Baixo Paraíba, os setores que mais demandam água são os setores de irrigação e industrial, respectivamente. Nas demais UABHs predominam, além da irrigação, o consumo para pecuária, abastecimento rural, e urbano, este em menor porcentagem.

Portanto, é possível inferir que, dada a característica natural da disponibilidade hídrica na região, as demandas prioritárias de grande parte das UABHs têm seu suprimento associado a outras UABHs na bacia, como a dos açudes Acauã e Epitácio Pessoa, ou ainda, da importação de água para a bacia, como é o caso do abastecimento urbano para a cidade de João Pessoa, localizada na UABH com a menor demandas associada (UABH Litoral, 0,08% da demanda total da sub-bacia - Figura 5.59).

Figura 5.60 – Distribuição das demandas por setor usuário para as UABHs do Baixo Paraíba (sem as UABHs dos açudes estratégicos)



Fonte: Cobrape (2024).

A compatibilização entre demandas e disponibilidade hídrica, nas UABHs Rio Una, Rio Engenho Novo, Riacho Jacuípe, Rio Gurinhém-Jusante e também Riacho Sal Amargo, que concentram as maiores demandas para irrigação, são as UABHs com maior comprometimento da disponibilidade hídrica frente às demandas. Por esta razão, são áreas em que a gestão dos recursos hídricos e da demanda hídrica necessitará de maior atenção. Com o maior comprometimento na disponibilidade hídrica, há necessidade permanente de ações para que sejam atendidos os usos múltiplos demandados, de forma a mitigados conflitos já instalados ou futuros.

5.6 SÍNTESE DO BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO

De forma a sintetizar a análise comparativa e verificar a compatibilidade entre as demandas hídricas existentes na bacia frente à disponibilidade hídrica conferida pelo comportamento hidrológico natural de aportes de água à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba buscou-se um índice para avaliar os resultados quanto a níveis de criticidade. Portanto, foi utilizado como base o indicador de retirada de água adotado no Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) e no Atlas Geográfico de Recursos Hídricos (2013), com base no índice utilizado pela *European Environment Agency* e pelas Nações Unidas.

Esse indicador é calculado pela relação entre a demanda total anual e a vazão média de longo termo (Q_{MLT}), classificando a disponibilidade hídrica em classes para atender às demandas e identificando regiões com alta demanda em relação aos recursos disponíveis, propensas a sofrer problemas de estresse hídrico. Cabe ressaltar que, nas UABHs do Baixo Paraíba foi considerada a vulnerabilidade hídrica, que é a própria Q_{MLT}, enquanto a disponibilidade hídrica das UABHs dos açudes estratégicos é a vazão firme associada à capacidade máxima do açude. Esta vazão firme é calculada em função da vazão média de longo termo da bacia de contribuição do açude, e é considerada como a máxima vazão que este pode regularizar, sem comprometer a sustentabilidade do reservatório.

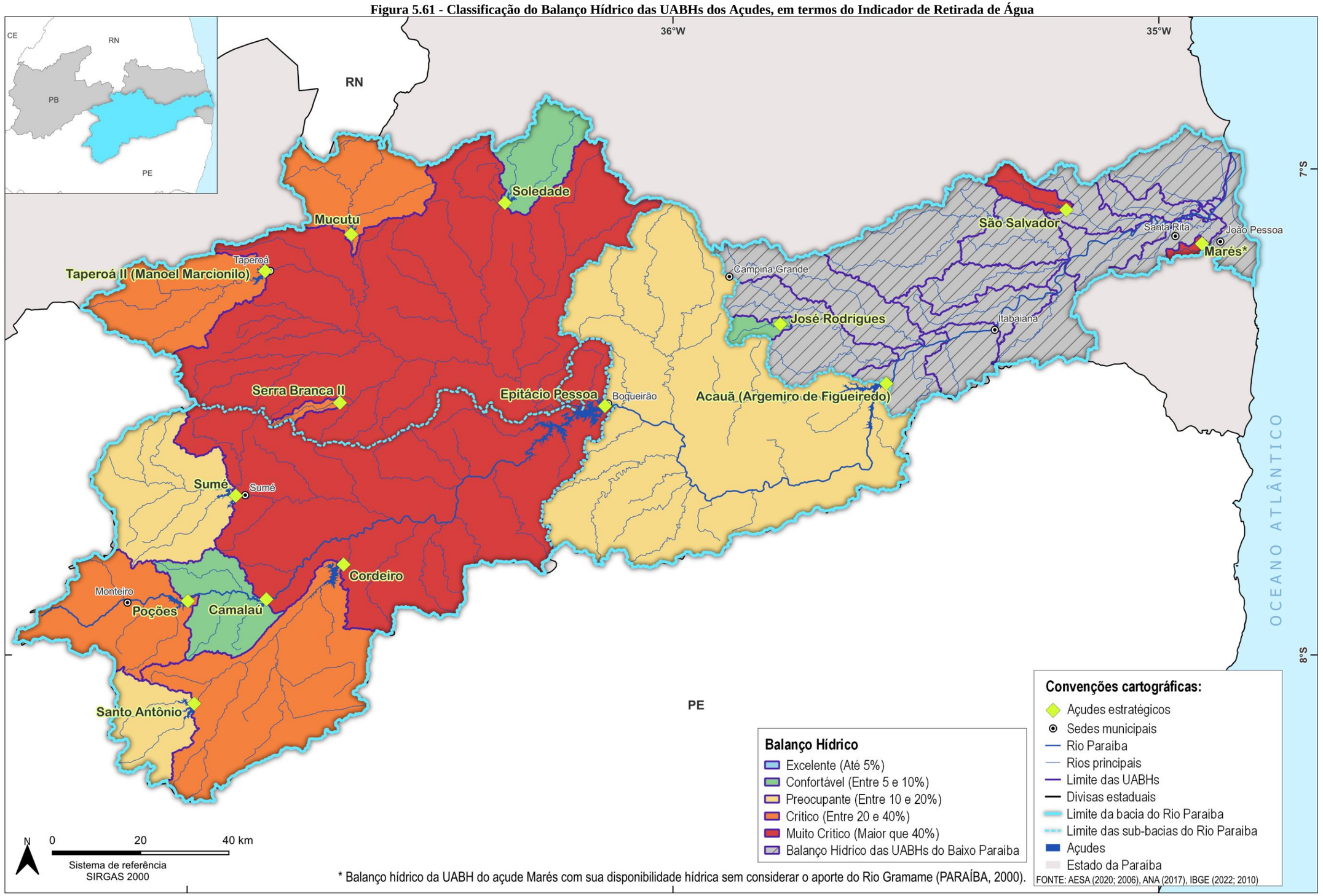
Desta forma, a aplicação do indicador de retirada de água adotado pelo MMA (2006) foi realizada para as UABHs dos açudes e para as demais na região do Baixo Rio Paraíba. A classificação segue os seguintes critérios:

- Até 5%: excelente, pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária.
- 5 a 10%: confortável, pode precisar de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- 10% a 20%: preocupante, gerenciamento indispensável, exigindo investimentos médios;
- 20 a 40%: crítica, exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- Acima de 40%: muito crítica.

O resultado desta classificação é apresentado na Figura 5.61, para as UABHs dos Açudes, e na Figura 5.62, para as UABHs da região do Baixo Paraíba. Nas unidades relacionadas aos açudes, o destaque é Epitácio Pessoa, cuja concentração de demandas para o abastecimento urbano

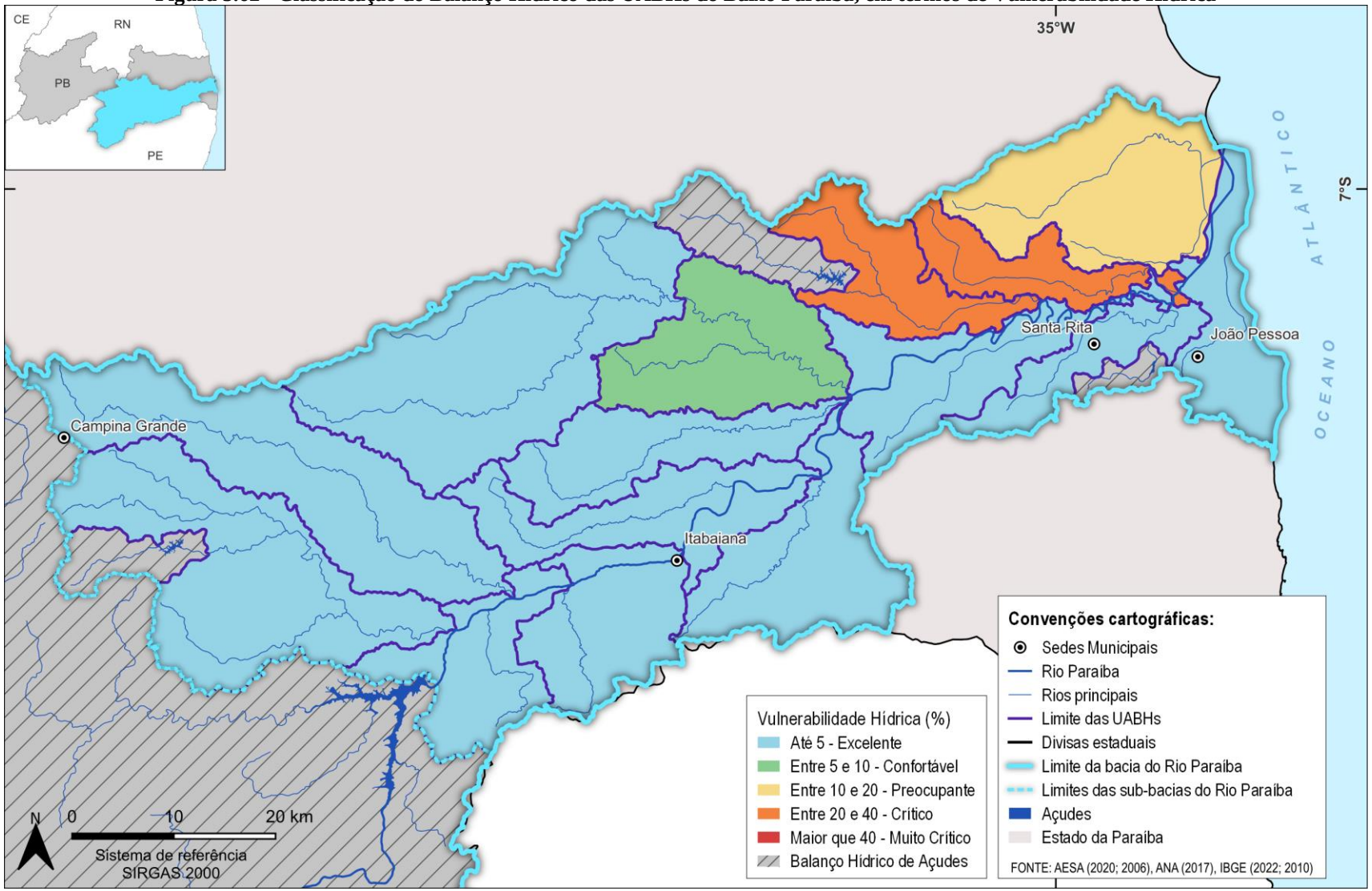
(82% da demanda da UABH) evidencia a vulnerabilidade desse setor frente aos recursos hídricos escassos. Na UPH do Baixo Paraíba, onde a principal atividade usuária de água é a agricultura, as UABHs com maior criticidade são as que concentram 70% da demanda agrícola do PRH-RPB. Essas informações salientam características importantes da bacia: o Alto Paraíba e o Taperoá utilizam suas águas principalmente para o abastecimento humano, enquanto o Médio Paraíba é uma região de transição, com importante atividade agropecuária além do consumo humano, e o Baixo Paraíba se consolida como intensiva prática de irrigação.

Figura 5.61 - Classificação do Balanço Hídrico das UABHs dos Açudes, em termos do Indicador de Retirada de Água



Fonte: Cobrape (2024).

Figura 5.62 - Classificação do Balanço Hídrico das UABHs do Baixo Paraíba, em termos de Vulnerabilidade Hídrica



Fonte: Cobrape (2024).

6 CARACTERIZAÇÃO DO SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA

6.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Neste item é fornecido um panorama em relação a caracterização dos Sistemas de Abastecimentos de Água (SAA) dos municípios que compõem o PRH-RPB. As informações em relação ao SAA, parte da etapa do Diagnóstico, estão baseadas em principais fontes relacionadas aos recursos hídricos e saneamento básico, como a Agência Nacional da Água (ANA), a Agência Estadual de Gestão das Águas da Paraíba (AESA), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e Companhia de Água e Esgoto de Paraíba (CAGEPA).

6.1.1 Aspectos Institucionais

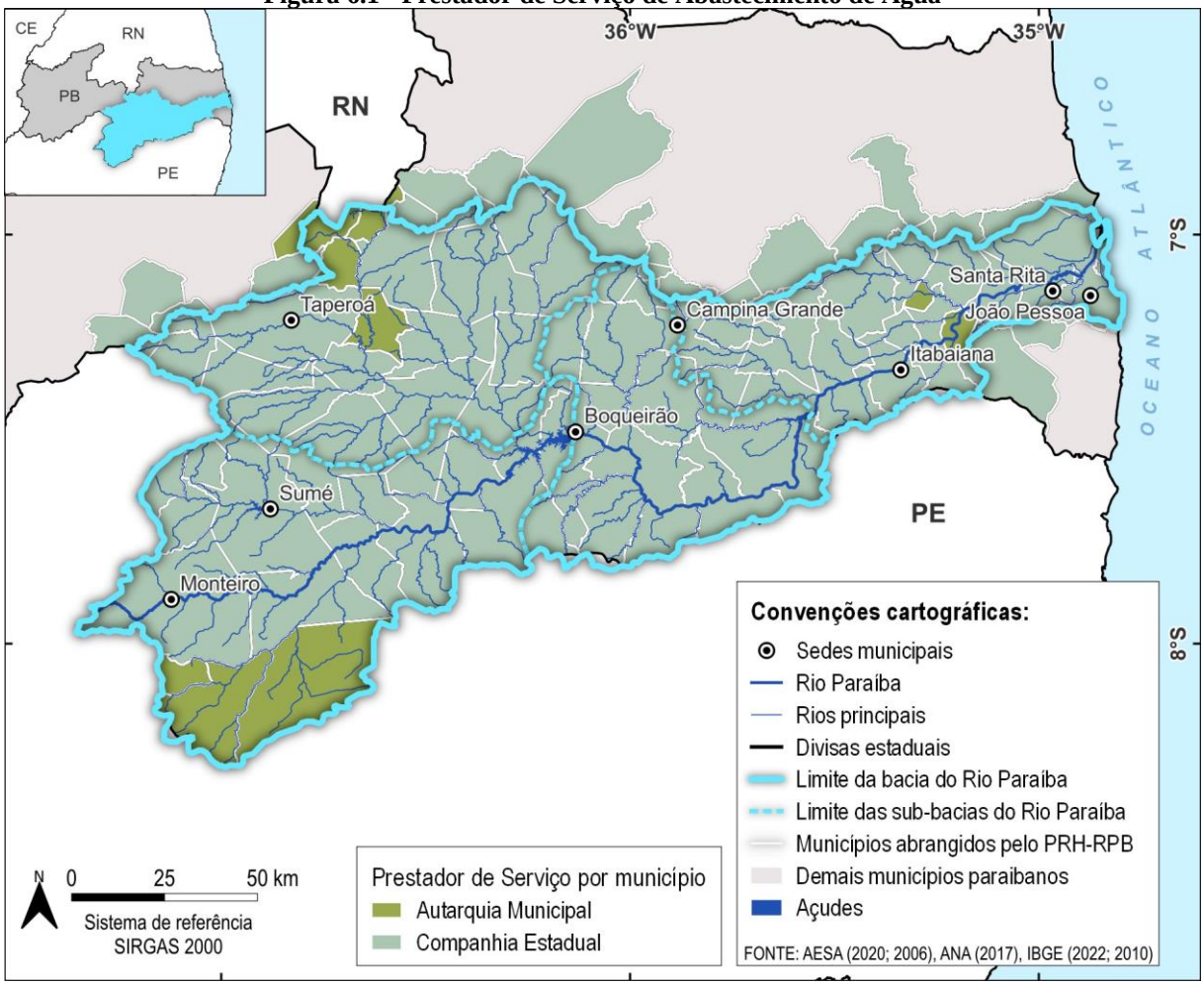
As diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil são sancionadas pela Lei Federal nº 11.445/2007, tendo a atualização do art. 175 pela Lei Federal nº 14.026/2020. No Estado da Paraíba, a Lei Estadual nº 9.260/2010 institui diretrizes da política estadual de saneamento básico. As prestações de serviços de água e esgoto, podem ser classificados como públicas ou privadas (FUNASA, 2012):

- **Prestação de Serviços Públicos:** As prestações de serviços de saneamento básico podem ser organizadas por uma administração pública municipal direta ou administração pública municipal indireta (como autarquias municipais ou empresas públicas). Além disso, os prestadores de serviços públicos podem ter companhia estaduais de saneamento e de sociedade mista (FUNASA, 2012).
- **Prestação de Serviços Privados:** No Brasil, a Lei Federal nº 11.079/2004 institui normas em que o poder público pode constituir contratos administrativos concessão com a iniciativa privada para a realização de serviços ou obras públicas.

Os principais responsáveis pela prestação de serviços de abastecimento de água no Brasil são as Companhias Estaduais de Saneamento, que atendem 71% dos municípios, os quais reúnem a quase a mesma proporção da população (74%). As entidades municipais – Serviços Autônomos e Prefeituras – atendem 25% dos municípios nos quais encontram-se 20% da população, e apenas 4% dos municípios possuem serviços de concessionárias privadas, que englobam 6% da população (ANA, 2021).

No Estado da Paraíba, a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) é responsável por atender 200 municípios dos 223 municípios do estado. É uma sociedade de economia mista, vinculada com a Secretária de Infraestrutura dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (SEIRHMA), tendo o predomínio em todo território do estado (CAGEPA, s.d.). Em relação a região do PRH-RPB, a CAGEPA é a principal encarregada pela prestação de serviços de abastecimento, atendendo 89% municípios da bacia (ANA, 2021), os quais podem ser visualizados na Figura 6.1.

Figura 6.1 - Prestador de Serviço de Abastecimento de Água



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

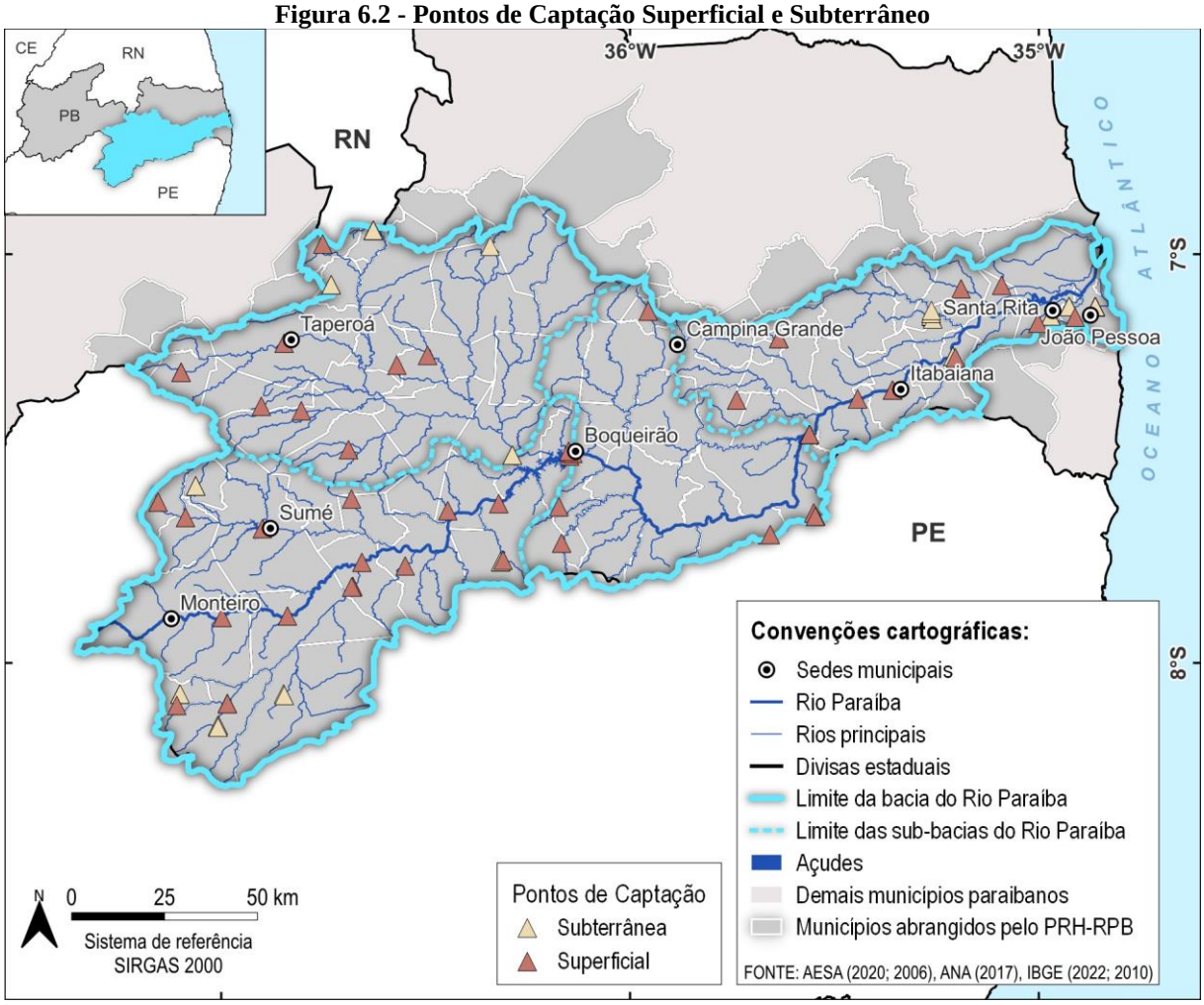
Entretanto, dados fornecidos pelo SNIS de 2023 apresentaram algumas divergências com os dados apresentados pela ANA (2021). Nos dados do SNIS (2023) os municípios de Assunção, Junco de Seridó e Santo André tem como prestadora de serviço a CAGEPA, enquanto estes municípios estão apresentados pela ANA tendo a Prefeitura Municipal como responsável. Já os municípios de Alcantil e Santa Cecília, nos dados da ANA (2021) tem como a CAGEPA a operadora responsável, o que não ocorre no SNIS. Segundo o SNIS (2023), o município de Zabelê tem como prestadora de serviço a Prefeitura Municipal de Zabelê outros sete municípios não apresentaram informação sobre a operadora. Dessa forma, foi considerado como referência nesse estudo os dados fornecidos pelo SNIS por serem mais atuais.

6.1.2 Captação da Água Bruta

A Captação de Água é a primeira etapa do sistema de abastecimento e compreende estruturas e dispositivos implementados em mananciais superficiais ou subterrâneos para captar a água destinada para o abastecimento (MS, 2020). Na Figura 6.2 a seguir, é possível verificar os pontos de captação superficial e subterrâneo distribuídos na abrangência do PRH-RPB. Dos

111 pontos de captação representados, 48% são de pontos de captação superficial e 52% são subterrâneos.

Figura 6.2 - Pontos de Captação Superficial e Subterrâneo



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

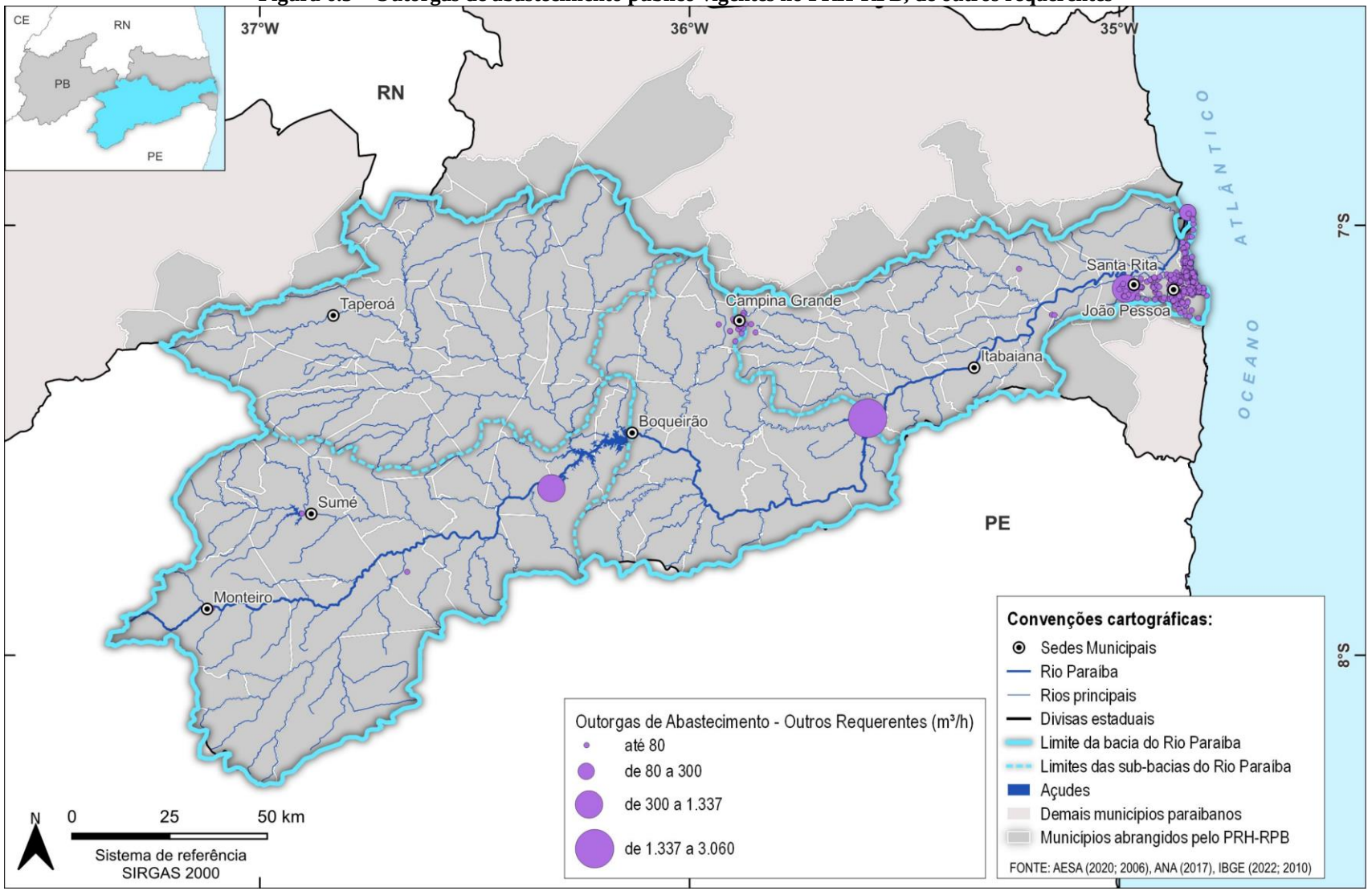
6.1.2.1 Outorgas de Captação para o Abastecimento Públicos Vigentes

A obtenção de outorga obedece a disposição da Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamentada pela Lei Federal nº 9.433, (BRASIL, 1997). Na mesma lei, o Art. 11, assegura as outorgas como instrumento para o uso de recursos hídricos, garantindo o controle qualitativo e quantitativo da água.

A Figura 6.3 apresenta, espacialmente, as outorgas vigentes para o abastecimento público, não requeridas pela CAGEPA, dos municípios que compõem o PRH-RPB, com a data de validade posterior ao ano de 2023, e que foram obtidas no Relatório de Outorgas para Consumo Externo da AESA (s.d.). Três outorgas de maior vazão horária podem ser destacadas: (i) no município Barra de São Miguel, com vazão de 1.337 m³/h; (ii) no município de Itatuba, com a vazão de 3.060 m³/h; e (iii) no município Santa Rita, com a vazão de 936 m³/h.

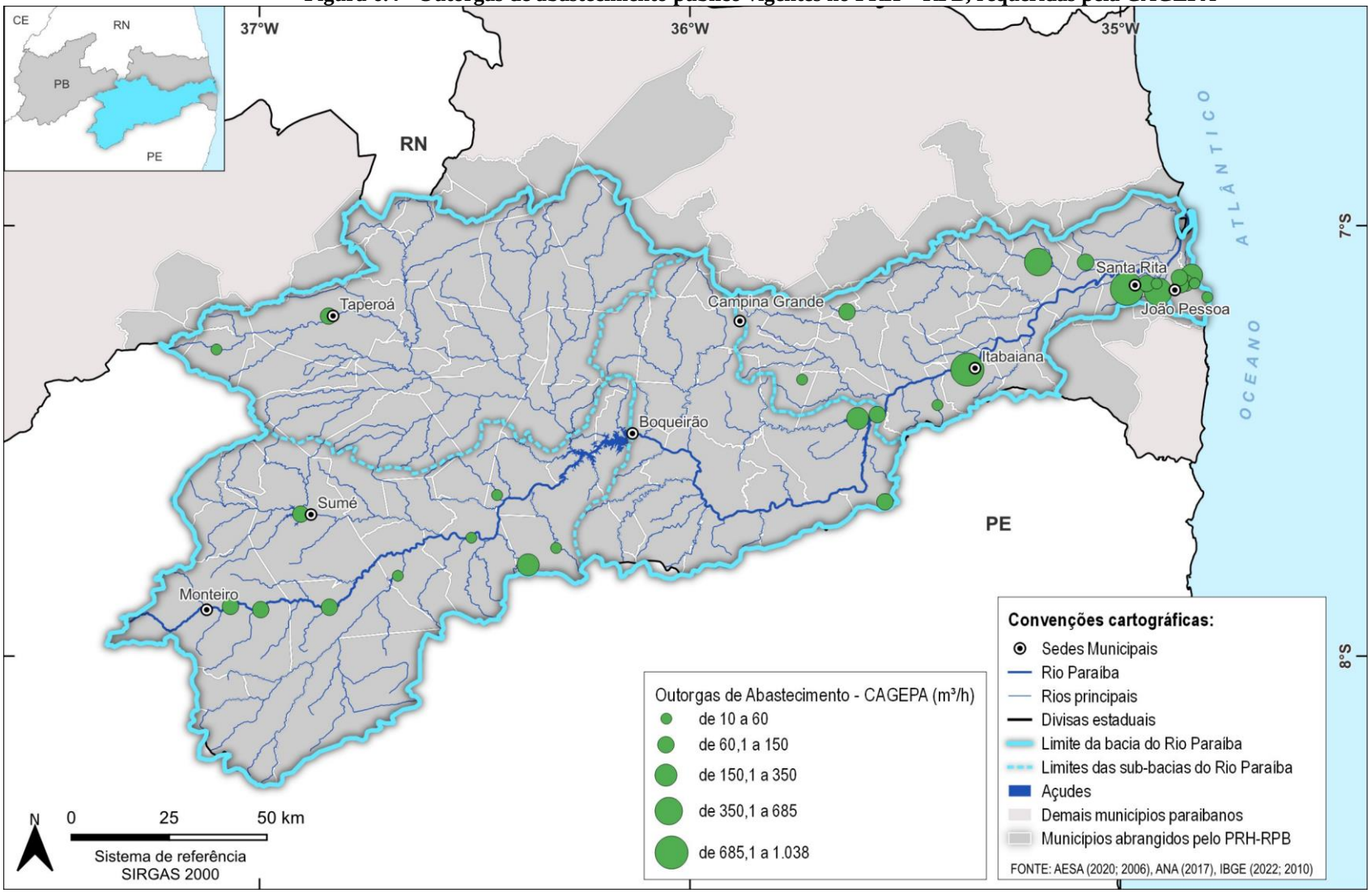
Por fim, além destas outorgas, também há as com requerimento da CAGEPA, que podem ser visualizadas na Figura 6.4 e consistem nas maiores vazões-horária, sendo as principais outorgas deste requerente localizadas próximas dos municípios de João Pessoa e Itabaiana.

Figura 6.3 – Outorgas de abastecimento público vigentes no PRH-RPB, de outros requerentes



Fonte: Adaptado de AESA (s.d.).

Figura 6.4 - Outorgas de abastecimento público vigentes no PRH – RPB, requeridas pela CAGEPA



Fonte: Adaptado de AESA (s.d.).

6.1.3 Mananciais de abastecimento

Os mananciais são fontes de águas superficiais ou subterrâneas usados para o abastecimento da população urbana. O perfil da exploração dessa fonte vai depender da disponibilidade hídrica, da qualidade e quantidade demandada pela população (ANA, 2010).

O Quadro 6.1 apresenta os principais mananciais de abastecimento na região do PRH-RPB, segundo os dados do Atlas Águas (ANA, 2021), no qual é possível verificar que em grande maioria, os mananciais são superficiais. Ademais, em alguns municípios, foi verificado o uso de um conjunto de manancial para suprir a demanda de abastecimento de água, destacando-se que como mananciais superficiais são mencionados principalmente açudes.

Quadro 6.1 – Mananciais de abastecimento do PRH-RPB

Municípios	Manancial(is) de Abastecimento	Tipo de Manancial
Aroeiras, Gado Bravo, Ingá, Itatuba, São José dos Ramos	Açude Acauã	Superficial
Itabaiana, Juripiranga, Pilar	Açude Acauã/ Açude Acauã-Mirim	Superficial
São Miguel de Taipu	Açude Acauã/ Açude Acauã-Mirim/Rio Paraíba/Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
Gurinhém	Açude Acauã/ Açude São Salvador	Superficial
Juarez Távora	Açude Acauã/ Barragem Brejinho	Superficial
Mogeiro, Salgado de São Félix	Açude Acauã-Mirim/ Rio Paraíba	Superficial
Barra de São Miguel	Açude Bichinho/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
Camalaú	Açude Camalaú	Superficial
Caraúbas	Açude Campos	Superficial
Alcantil, Boqueirão, Riacho de Santo Antônio	Açude Canudos/ Açude Epitácio Pessoa/ Açude Santo Antônio	Superficial
Riachão do Bacamarte	Açude Chão dos Pereiros	Superficial
Serra Redonda	Açude Chupadouro II/ Açude Massaranduba	Superficial
Congo, Parari, São João do Cariri	Açude Cordeiro	Superficial
Gurjão	Açude Cordeiro/ Açude Gurjão	Superficial
Ouro Velho	Açude Cordeiro/ Açude Ouro Velho	Superficial
Amparo	Açude Cordeiro/ Açude Ouro Velho/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
Monteiro	Açude Cordeiro/ Açude Poções	Superficial
São José dos Cordeiros	Açude Cordeiro/ Açude São José	Superficial
Prata	Açude Cordeiro/ Açude São Paulo	Superficial
Serra Branca	Açude Cordeiro/ Açude Serra Branca II	Superficial
Sumé	Açude Cordeiro/ Açude Sumé	Superficial
Livramento	Açude Cordeiro/ Barragem Russos	Superficial
Junco do Seridó	Açude do Estado	Superficial
Zabelê	Açude dos Bodes/ Açude Santo Antônio	Superficial
Barra de Santana, Boa Vista, Campina Grande, Caturité, Cubati, Juazeirinho, Lagoa Seca, Olivedo, Pocinhos, Queimadas e Soledade	Açude Epitácio Pessoa	Superficial
Cabaceiras	Açude Epitácio Pessoa/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
Fagundes	Açude Gavião	Superficial
Cacimbas e Desterro	Açude Jeremias	Superficial
Coxixola	Açude Lagoa de Cima	Superficial

Municípios	Manancial(is) de Abastecimento	Tipo de Manancial
Taperoá	Açude Manoel Marcionílio (Taperoá II)	Superficial
Puxinanã	Açude Milhã (Evaldo Gonçalves)	Superficial
Santa Cecília	Açude Natuba	Superficial
Umbuzeiro	Açude Natuba/ Barragem ND	Superficial
Natuba	Açude Natuba/ Barragem ND/ Barragem Riacho Caiana	Superficial
São Domingos do Cariri	Açude São Domingos	Superficial
Caldas Brandão, Mari, Mulungu, Sapé e Sobrado	Açude São Salvador	Superficial
Assunção	Barragem Capoeira/ Barragem Farinha/ Barragem Jatobá/ Rio Piancó/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
João Pessoa	Barragem Marés/ Rio Abiaí – Papocas/ Rio Gramame/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
Bayeux	Barragem Marés/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
São Sebastião do Umbuzeiro	Barragem Santo Antônio/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
Santo André	ND	Superficial
Cruz do Espírito Santo	Riacho Buchacha	Superficial
Cabedelo	Rio Abiaí – Papocas/ Rio Gramame	Superficial
Santa Rita	Rio Tibiri/ Subterrâneo	Superficial/ Subterrânea
Lucena, Riachão do Poço, São João do Tigre e Tenório	Subterrâneo	Subterrânea
Alagoa Grande	Açude Acauã/ Barragem do Quinze/ Barragem Serra Grande	Superficial
Araçagi	Açude Araçagi/ Açude Tauá	Superficial
Teixeira	Açude Bastiana/ Açude Riacho das Moças	Superficial
Areial	Açude Covão	Superficial
Barra de Santa Rosa	Açude Curimataú	Superficial
Massaranduba	Açude Massaranduba/ Açude Sindô Ribeiro	Superficial
Cacimba de Areia e Salgadinho	Barragem Capoeira/Barragem Farinha/ Barragem Jatobá I/ Rio Piancó	Superficial
Pedras de Fogo	Barragem do Mato	Superficial
Montadas	Barragem Emidio	Superficial
São Vicente do Seridó	Açude Epitácio Pessoa	Superficial

Legenda: ND: não denominado.
Fonte: ANA (2021).

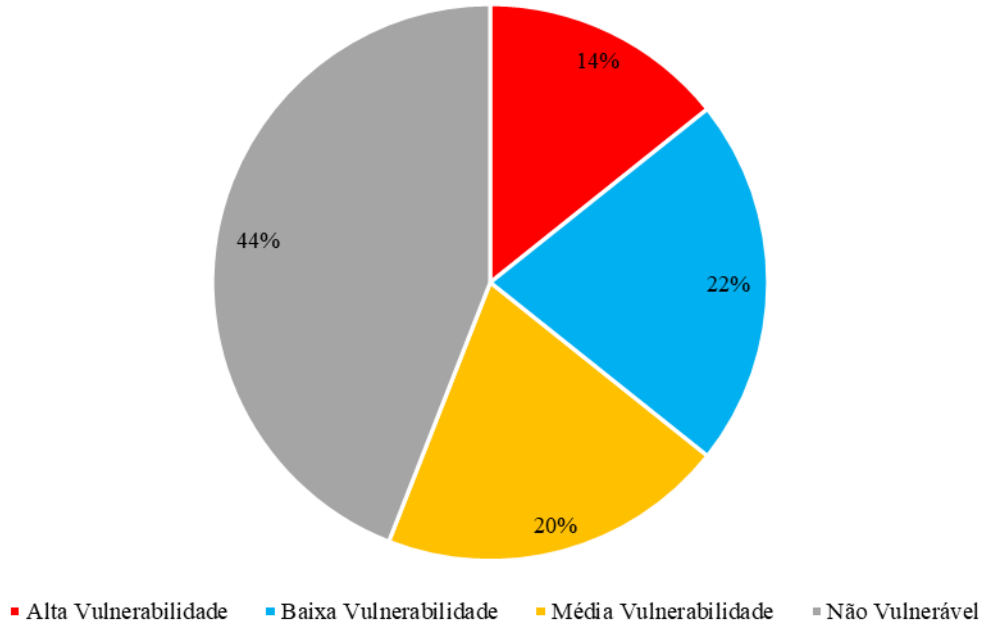
A eficiência da produção de água é um dos indicadores que foi utilizado para a análise do Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbanos (ISH – U) no Atlas Água (ANA, 2021). Para avaliar a eficiência da produção de água, um dos critérios é a vulnerabilidade dos mananciais que pode ser classificado de acordo com a metodologia adotado pela ANA. O índice é calculado de acordo com três avaliações sucessivas (ANA, 2021):

i. a resiliência local: que consiste na análise do potencial de armazenamento de água para avaliar a segurança hídrica local;
ii. o grau de atendimento à demanda: identifica as demandas locais com o nível de oferta hídrica dos mananciais;

iii. o porte do manancial: os portes mais elevados dos mananciais tendem a apresentar mais segurança hídrica no local de abastecimento, em comparação com vários mananciais de pequeno porte.

Em relação a classificação de vulnerabilidade dos mananciais, apresentada na Figura 6.5 e no Quadro 6.2, é verificado que a maioria dos municípios do PRH-RPB possui mananciais não vulneráveis ou com baixa vulnerabilidade, enquanto uma pequena porcentagem apresenta alta vulnerabilidade e que necessita de maior atenção (ANA, 2021).

Figura 6.5 - Classificação de Vulnerabilidade dos Mananciais do PRH-RPB



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

Quadro 6.2 - Classificação de Vulnerabilidade dos Mananciais do PRH-RPB

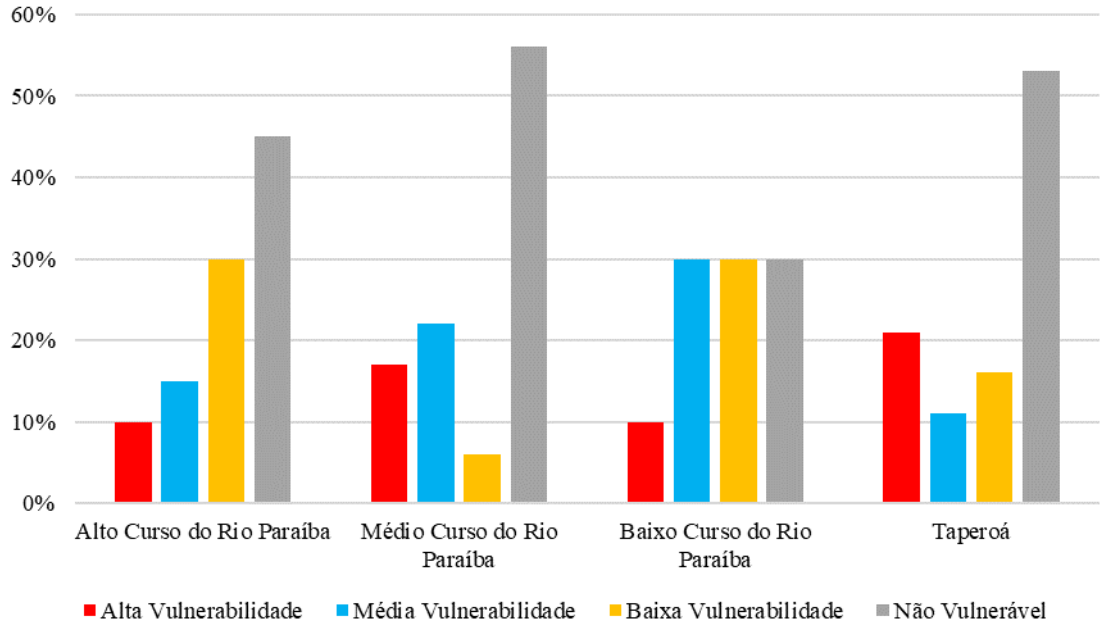
Classificação Manancial	Municípios
Alta Vulnerabilidade	Areial, Cabedelo, Coxixola, Cruz do Espírito Santo, Fagundes, Junco do Seridó, Montadas, Ouro Velho, Santa Rita, Santo André, Teixeira e Tenório.
Média Vulnerabilidade	Barra de São Miguel, Bayeux, Cacimbas, Desterro, João Pessoa, Lucena, Massaranduba, Natuba, Pedras de Fogo, Puxinanã, Riachão do Bacamarte, Santa Cecília, São Domingos do Cariri, São João do Tigre, São José dos Ramos, Serra Redonda e Umbuzeiro.
Baixa Vulnerabilidade	Alagoa Grande, Amparo, Assunção, Barra de Santa Rosa, Caldas Brandão, Camalaú, Caraúbas, Gurinhém, Mari, Mulungu, Riachão do Poço, Riacho de Santo Antônio, São José dos Cordeiros, Sapé, Serra Branca, Sobrado, Taperoá e Zabelê.
Não Vulnerável	Alcantil, Araçagi, Aroeiras, Barra de Santana, Boa Vista, Boqueirão, Cabaceiras, Cacimba de Areia, Campina Grande, Caturité, Congo, Cubati, Gado Bravo, Gurjão, Ingá, Itabaiana, Itatuba, Juarez Távora, Juazeirinho, Juripiranga, Lagoa Seca, Livramento, Mogeiro, Monteiro, Olivedos, Parari, Pilar, Pocinhos, Prata, Queimadas, Salgadinho, Salgado de São Félix, São João do Cariri, São Miguel de Taipu, São Sebastião do Umbuzeiro, São Vicente do Seridó, Soledade e Sumé.

Fonte: ANA (2021).

Conforme observado na Figura 6.6, é possível verificar que a sub-bacia do Taperoá apresenta uma alta vulnerabilidade dos seus mananciais (21%) em comparação as outras sub-bacias, ao passo que as regiões de alto e médio curso do rio Paraíba demonstram percentuais mais baixos

de mananciais com alta vulnerabilidade de seus mananciais (10% e 11%, respectivamente). As regiões que caracterizam a maioria de seus mananciais como tendo baixa vulnerabilidade são novamente as áreas de alto e baixo curso do rio Paraíba. Por outro lado, tanto a região do médio curso do rio Paraíba quando a sub-bacia do Taperoá são as áreas que apresentam mais da metade de seus mananciais classificados como não vulneráveis.

Figura 6.6 - Vulnerabilidade por sub-bacias



FONTE: Adaptado de ANA (2021).

6.1.4 Tratamento de Água

O tratamento da água é uma etapa essencial para garantir a qualidade da água, retirando impurezas físicas, química e biológicas que possam causar danos à saúde humana (FUNASA, 2016). A escolha do tipo de tratamento de água depende, além das características da água, de processos de tratamentos com a viabilidade técnica e econômica (MS, 2006), podendo ser:

- **Compacta:** são estações de tratamento de água de pequeno porte, com capacidade de tratamento de vazões menores, sendo propícias para locais onde não há rede pública de abastecimento, como condomínios, indústrias e áreas rurais. As etapas de tratamento dessas estações variam, podendo incluir tratamento preliminar e tratamento físico-químico nas mais simples, ou até tratamento bacteriológico nas mais complexas. Ocupam pequenas áreas e são de fácil operação (SALUTA, s. d.; AGITTEC, s. d.);
- **Convencional:** usado para tratamento de águas brutas que possuem cor e turbidez elevadas e exigem algumas etapas para melhorar a qualidade. Os processos que estão inclusos neste tratamento são: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção (MS, 2020);
- **Dessalinização:** o tratamento tem o objetivo de retirar de águas salobras substâncias dissolvidas tornando adequado para o abastecimento público. Os métodos usados para

a retirada dessa substância podem ocorrer por destilação térmica ou membranas (SILVEIRA *et al.*, 2015);

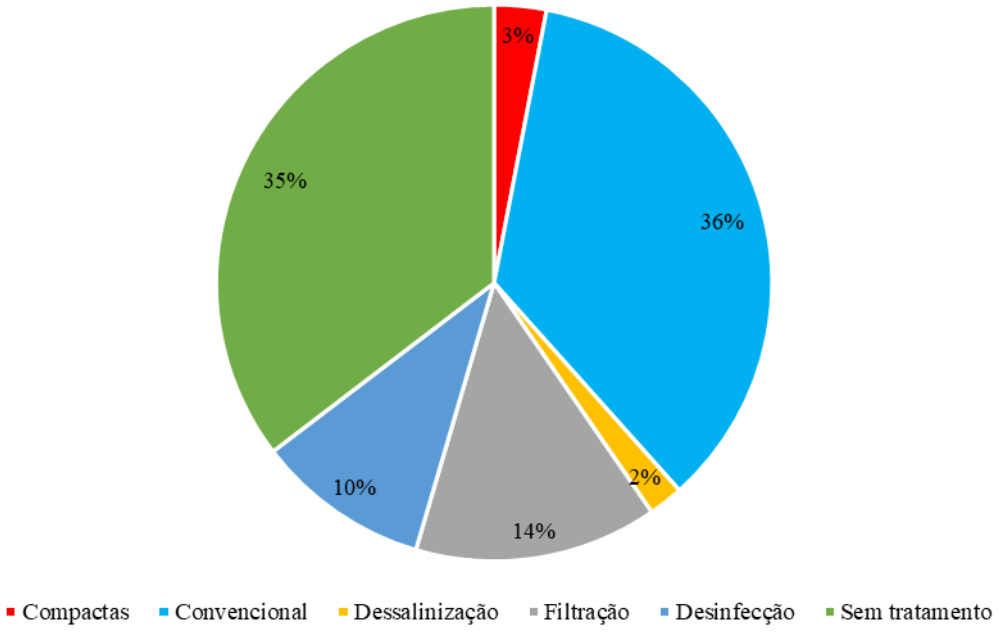
- **Filtração:** consiste na passagem de água em uma unidade filtrante com o objetivo de remoção de partículas em suspensão presentes na água (MS, 2020);
- **Desinfecção:** o processo consiste no uso de agentes químicos ou físicos na água para a remoção de microrganismos patógenos (MS, 2020).

No PRH – RPB, dos 124 pontos de captação, 80 apresentaram informações sobre o tipo de tratamento, os quais são apresentados na Figura 6.7. Dos que não apresentaram tratamento (35%), 89% são captação subterrânea e 11% são de captação superficiais e podem ser conferidos no Quadro 6.3.

Os tratamentos compactos (3%) são usados nos municípios de Taperoá, Coxixola e Barra de São Miguel. De acordo com os dados fornecidos pela AESA, estas estações compactas usam o processo de tratamento convencional e filtração.

Ademais, o tratamento de dessalinização foi verificado nos poços dos municípios de Tenório e São Sebastião de Umbuzeiro. Conforme o Embrapa (2004), a maioria dos poços perfurados na região do Nordeste necessitam de dessalinização por apresentar elevados teores de sais.

Figura 6.7 - Tipos de Tratamento PRH – RPB



Fonte: Adaptado, ANA (2021).

Quadro 6.3 - Tipos de Tratamento dos Sistemas de Captação

Sistema	Nome Fantasia	Tipo de Captação	Tipo de Tratamento
Cacimbas	Açude Jeremias	Superficial	Convencional
Isolado Monteiro	Açude Poções	Superficial	Convencional
Isolado Zabelê	Açude Santo Antônio	Superficial	Sem tratamento
Congo	Açude Carneiro	Superficial	Convencional
Fagundes	Açude Gavião	Superficial	Convencional
Natuba	Barragem	Superficial	Convencional
Taperoá	Açude Manoel Marciolino	Superficial	Compacta
Borborema	Açude Borborema	Superficial	Sem tratamento
Isolado Puxinanã	Açude Milhã	Superficial	Convencional
Itabaiana	Açude Acauã - Captação Flutuante	Superficial	Convencional
Barra de São Miguel	Açude Bichinho	Superficial	Filtração ascendente
Sistema Integrado Acauã Leste	Açude Acauã-Mirim	Superficial	Convencional
Natuba	Barragem de Nível Riacho Caiana	Superficial	Convencional
Junco do Seridó	ND	Superficial	Sem tratamento
Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio	Açude Canudos - Captação Secundária	Superficial	Convencional
Integrado Congo, Integrado Ouro Velho - Prata, Isolado Monteiro, Isolado São José dos Cordeiros, Livramento, Serra Branca	Açude Cordeiro	Superficial	Convencional
Olho D´Água - Salvador	Açude São Salvador	Superficial	Convencional
Integrado Campina Grande (Boqueirão)	Açude Boqueirão (Epitácio Pessoa)	Superficial	Convencional
Isolado Zabelê	Açude dos Bodes	Superficial	Sem tratamento
Integrado Ouro Velho - Prata	Açude Ouro Velho	Superficial	Filtração ascendente
Isolado Serra Redonda	Açude Chupadouro II	Superficial	Convencional
Salgado de São Félix e Mogeiro	Rio Paraíba	Superficial	Convencional
Isolado Sumé	Açude Sumé	Superficial	Convencional
Riacho de Santo Antônio	Açude Santo Antônio	Superficial	Filtração lenta ou direta
Coxixola	Açude Lagoa de Cima	Superficial	Compacta sobre pressão
Isolado São Miguel de Taipu 1	Rio Paraíba	Superficial	Simples desinfecção
Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio	Açude Santo Antônio	Superficial	Convencional
Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio	Açude Epitácio Pessoa	Superficial	Convencional
Itabaiana	Açude Acauã - Tomada Direta	Superficial	Convencional
Livramento	Barragem Russos	Superficial	Filtração lenta ou direta
Prata	Açude São Paulo	Superficial	Convencional
Camalaú	Açude Camalaú	Superficial	Convencional
Sistema de Gramame	Barragem Marés	Superficial	Convencional
Acauã Ingá	Açude Acauã	Superficial	Convencional
Integrado Acauã/ Gado Bravo	Açude Acauã	Superficial	Filtração pressurizada
Isolado São José dos Cordeiros	Açude São José	Superficial	Filtração ascendente
Umbuzeiro	Riacho Orodongo	Superficial	Filtração ascendente

Sistema	Nome Fantasia	Tipo de Captação	Tipo de Tratamento
Adutora Natuba	Açude Natuba	Superficial	Convencional
Emergencial - Coxixola	Rio Paraíba	Superficial	Compacta sobre pressão
Riachão do Bacamarte	Açude Chã dos Pereiros	Superficial	Convencional
Cabaceiras, Integrado Cariri	Açude Epitácio Pessoa	Superficial	Convencional
Riachão do Bacamarte	Açude Chã dos Pereiros	Superficial	Convencional
Santa Rita	Rio Tibiri	Superficial	Convencional
Adutora do Agreste, Jataúba, Santa Cruz do Capibaribe, Taquaritinga do Norte	Rio Paraíba	Superficial	Compacta, Dupla filtração, Dupla filtração
São Domingos do Cariri	Açude São Domingos	Superficial	Convencional
Sistema de Gramame	Rio Gramame	Superficial	Convencional
Integrado Congo	Açude Namorado	Superficial	Sem tratamento
Desterro	Açude Jeremias	Superficial	Filtração ascendente
Serra Branca	Açude Serra Branca II	Superficial	Simples desinfecção
Gurjão	Açude Gurjão	Superficial	Filtração rápida
São Sebastião do Umbuzeiro	Barragem Santo Antônio	Superficial	Simples desinfecção
Caraúbas	Açude Campos	Superficial	Convencional
João Pessoa	Poço 7	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado São Miguel de Taipu 2	Poço P2	Subterrânea	Simples desinfecção
Poços Sebastião do Umbuzeiro	Poço 3 Hospital	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado Zabelê	Poço Lavanderia 1	Subterrânea	Sem tratamento
São João do Tigre	Poço 1	Subterrânea	Simples desinfecção
Poços Santa Rita	Poço P3	Subterrânea	Sem tratamento
Bayeux	Poço 21	Subterrânea	Sem tratamento
Amparo	1 Poço Amparo	Subterrânea	Simples desinfecção
João Pessoa	Poço 20	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado São Miguel de Taipu 2	Poço P1	Subterrânea	Simples desinfecção
Isolado Tenónio 2	Poço Comunidade Posse	Subterrânea	Sem tratamento
São João do Tigre	Poço 1	Subterrânea	Simples desinfecção
Amparo	1 Poço Amparo	Subterrânea	Simples desinfecção
Barra de São Miguel	Poço 3	Subterrânea	Filtração ascendente
Poços Sebastião do Umbuzeiro	Poço 4 Hospital	Subterrânea	Dessalinização
Poços Sebastião do Umbuzeiro	Poço 2 Cimiro	Subterrânea	Sem tratamento
Cabaceiras	Poço 1	Subterrânea	Convencional
Isolado Tenónio 2, Isolado Tenório	Poço Tenório de Baixo 1	Subterrânea	Dessalinização, sem tratamento
João Pessoa	Poço Amazonas e de reunião	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 23	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado São Miguel de Taipu 2	Poço P5	Subterrânea	Simples desinfecção
João Pessoa	Poço 24	Subterrânea	Sem tratamento
Poços Santa Rita	Poço P1	Subterrânea	Sem tratamento
Assunção	Poço 2	Subterrânea	Sem tratamento
Bayeux	Poço 14	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 7	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado São Miguel de Taipu 2	Poço P3	Subterrânea	Simples desinfecção

Sistema	Nome Fantasia	Tipo de Captação	Tipo de Tratamento
João Pessoa	Poço 2 - Cidade Verde	Subterrânea	Sem tratamento
Barra de São Miguel	Poço 1	Subterrânea	Filtração ascendente
João Pessoa	Poço 18	Subterrânea	Sem tratamento
Assunção	Poço 1	Subterrânea	Sem tratamento
Poços Santa Rita	Poço P2	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 3	Subterrânea	Sem tratamento
Bayeux	Poço 10	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 13	Subterrânea	Sem tratamento
Cabaceiras	Poço 1	Subterrânea	Convencional
João Pessoa	Poço 34	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 5	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado Zabelê	Poço Lavanderia 1	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado São Miguel de Taipu 2	Poço P4	Subterrânea	Simples desinfecção
João Pessoa	Poço 27	Subterrânea	Sem tratamento
Bayeux	Poço 11 (Betel)	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 9	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado Tenónio 2	Poço Comunidade Matadouro	Subterrânea	Sem tratamento
Barra de São Miguel	Poço 2	Subterrânea	Filtração ascendente
Amparo	1 Poço Amparo	Subterrânea	Simples desinfecção
Isolado Tenónio 2, Isolado Tenório	Poço Tenório de Baixo 1	Subterrânea	Dessalinização, sem tratamento
João Pessoa	Poço 6	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 19	Subterrânea	Sem tratamento
João Pessoa	Poço 1 - Cidade Verde	Subterrânea	Sem tratamento
Poços Sebastião do Umbuzeiro	Poço 1 Frei Damião	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado Tenónio 2	Poço Comunidade Campo de Futebol	Subterrânea	Sem tratamento
Massaranduba	Açude Massaranduba	Superficial	Filtração ascendente
Pedras de Fogo	Barragem do Mato (Rio Gramame)	Superficial	Convencional
Alagoa Grande	Barragem do Quinze	Superficial	Convencional
Montadas	Barragem Emidio	Superficial	Filtração ascendente
Alagoa Grande	Barragem Serra Grande	Superficial	Convencional
Areial	Açude Covão	Superficial	Filtração ascendente
Teixeira	Açude Bastiana	Superficial	Convencional
Massaranduba	Açude Sindô Riveiro	Superficial	Filtração ascendente
Teixeira	Açude Riacho das Moças	Superficial	Convencional
Barra de Santa Rosa	Açude Curimataú	Superficial	Filtração ascendente
Isolado Lucena	Poço 5	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado Lucena	Poço 3	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado Lucena	Poço 1	Subterrânea	Sem tratamento
Isolado Lucena	Poço 6	Subterrânea	Sem tratamento
Isolada Lucena	Poço 2	Subterrânea	Sem tratamento

Fonte: ANA (2021).

6.1.5 Adutoras

As adutoras são canalizações que fazem parte da infraestrutura de abastecimento de água. A principal função das adutoras é conduzir a água por meio de tubulações ou canais (FUNASA, 2016).

Na área do PRH-RPB, são identificadas adutoras em fase de estudo, obra, projeto e operando, as quais são relacionadas no Quadro 6.4 e podem ser visualizadas na Figura 6.8.

Quadro 6.4 - Adutoras na abrangência do PRH-RPB

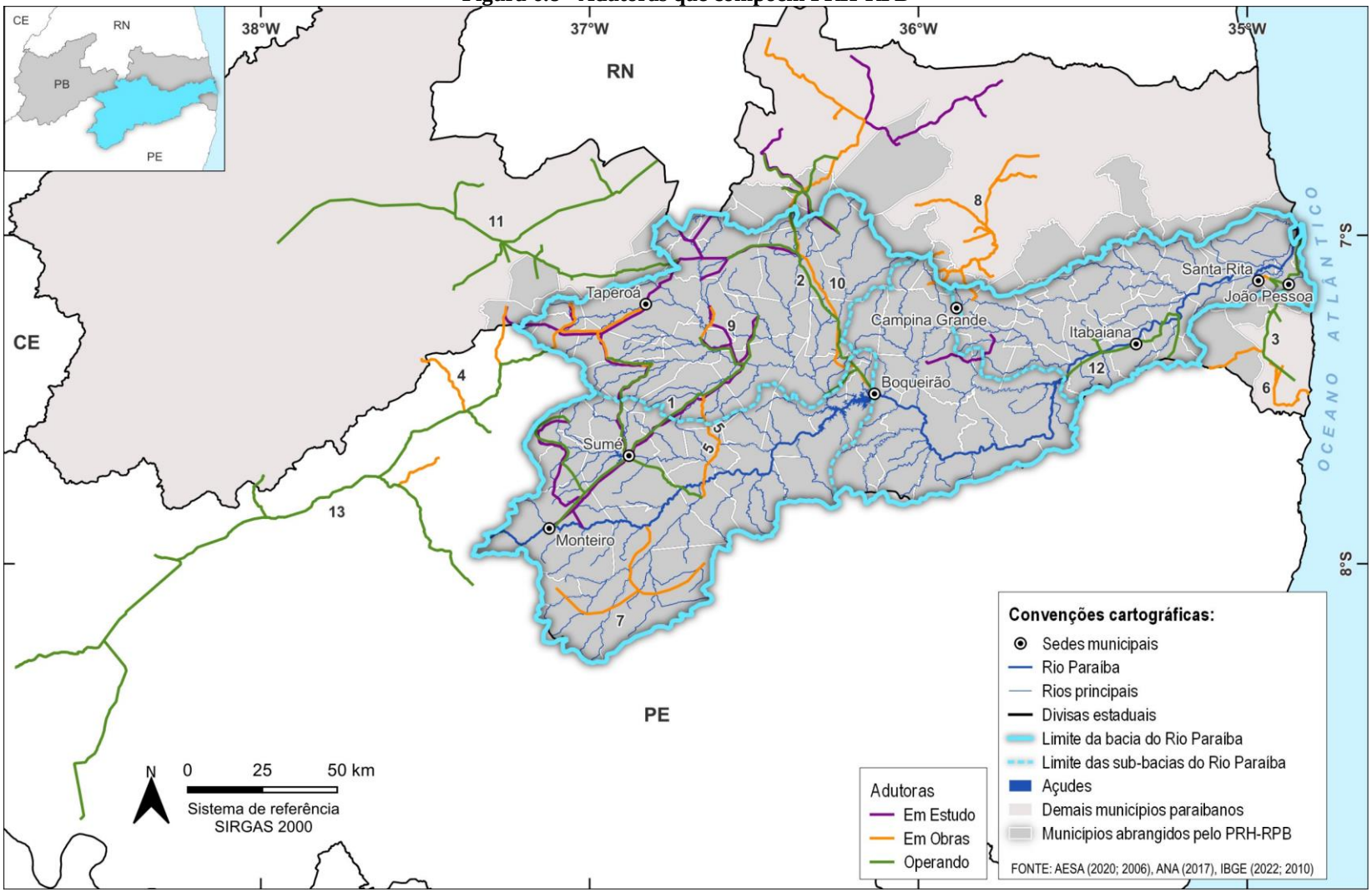
Identificação	Adutora	Fase	Municípios Atendidos	Fonte Hídrica
1	Congo	Operando	Sumé, Monteiro, Serra Branca, São João do Cariri, Prata, Ouro Velho, Amparo, São José dos Cordeiros, Gurjão, Santo André, Parari e Livramento	Açude Cordeiro
2	Cariri	Operando	Boa Vista, Boqueirão, Cabaceiras, Cubati, Juazeirinho, Olivedos, Pedra Lavrada, São Vicente do Seridó e Soledade	Açude Epitácio Pessoa
3	Gramame	Operando	Bayeux, Santa Rita, Cabedelo e João Pessoa	Açude Gramame-Mumbaba e outros
4	Pajeú	Em obras	Maturéia, Taperoá e Teixeira	Rio São Francisco
5	Congo	Em obras	Sumé, Monteiro, Serra Branca, São João do Cariri, Prata, Ouro Velho, Amparo, São José dos Cordeiros, Gurjão, Santo André, Parari e Livramento	Açude Cordeiro
6	Gramame	Em obras	Bayeux, Santa Rita, Cabedelo e João Pessoa	Açude Gramame-Mumbaba e outros
7	Camalaú	Em obras	Camalaú, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê	Barragem Camalaú
8	Nova Camará	Em obras	Alagoa Nova, São Sebastião de Lagoa de Roça, Lagoa Seca, Matinhas, Puxinanã, Montadas, Areial, Remígio, Esperança, Algodão de Jandaíra, Araras e Serraria	Reservatório em Alagoa Nova e na comunidade São Tomé
9	Transparaíba (Ramal Cariri)	Em estudo	Monteiro, Prata, Ouro Velho, Sumé, Amparo, Serra Branca, Livramento, São José dos Cordeiros, São João do Cariri, Parari, Desterro, Teixeira, Cacimbas, Taperoá, Santo André, Gurjão, Assunção e Junco do Seridó	Açude Poções
10	Transparaíba (Curimataú)	Em obras	Boa Vista, Soledade, Boqueirão, São Vicente do Seridó, Cubati, Sossego, Baraúna, Picuí, Frei Martinho, Juazeirinho, Olivedos, Pedra Lavrada, Nova Palmeira, Cuité, Nova Floresta, Barra de Santa Rosa, Damião, Cacimba de Dentro e Araruna	Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)
11	Coremas/Sabugi	Operando	Condado, Malta, Patos, Santa Luzia, São Bentinho, São José de Espinharas, São José do Sabugi, São Mamede e Várzea	Açude Coremas/Mãe D'Água
12	Acauã Leste	Operando	Caldas Brandão, Gurinhém, Itabaiana, Juripiranga, Mari, Mogeiro, Mulungu, Pilar, Riachão do Poço, Salgado de São Félix, São Miguel de Taipu, Sapé e Sobrado	Açudes Acauã e São Salvador
13	Pajeú	Operando	Maturéia, Taperoá e Teixeira	Rio São Francisco

Fonte: PARAÍBA (2023), R7 (2021), CAGEPA (2020), CAGEPA (2013) e ANA (2006).

A região noroeste possui uma extensa adutora em estudo. Esta adutora, denominada como Sistema Adutora Transparaíba (Ramal Cariri), é uma das infraestruturas recomendada para reforçar o sistema de abastecimento dos municípios que possui escassez hídrica no SAA, tendo como fonte de captação o açude Poções. Este sistema adutor atenderá sedes municipais de Junco do Seridó, Santo André, Gurjão, Assunção, Taperoá, Cacimbas, Teixeira, Desterro, Parari, São João do Cariri, Serra Branca, Livramento, São José dos Cordeiros, Amparo, Sumé, Ouro Velho, Monteiro e Prata (CAGEPA, 2020).

O Sistema Integrado do Congo, ao oeste da região do PRH – RPB, está sendo construído em três etapas, tendo como a terceira etapa representada como a fase "Em obra" na Figura 6.8. Este sistema, além de atender alguns municípios do Ramal Cariri, atendem também Santa Luzia do Cariri e Sucuru (distrito de Serra Branca), Pio X (distrito de Sumé), Prata e Coxixola. O objetivo deste sistema é evitar colapso dos mananciais de abastecimento, tendo como reforço a captação do Açude Cordeiro (CAGEPA, 2020).

Figura 6.8 - Adutoras que compõem PRH-RPB



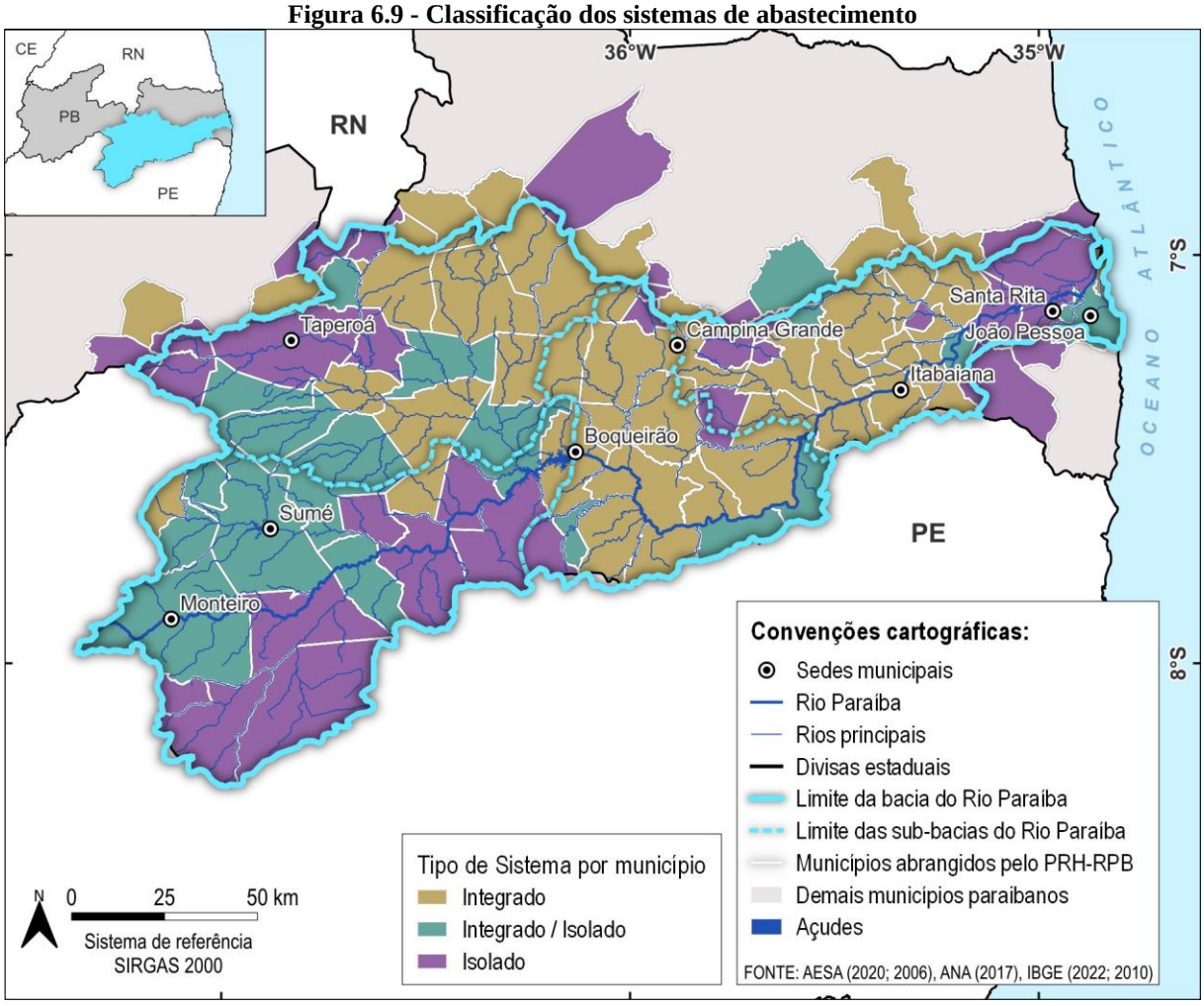
Fonte: Adaptado de ANA (2021).

6.1.6 Tipos de Sistema de Abastecimento de Água

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, para a realização do abastecimento de água potável é necessário constituir um sistema de infraestruturas e instalações operacionais (BRASIL, 2007), contando, em resumo, com a captação da água, o transporte, tratamento e sua distribuição (FUNASA, 2016).

A Bacia do Rio Paraíba possui sistema de abastecimento de água isolado e integrado, cujas informações espacializadas podem ser observadas na Figura 6.9. Sistemas isolados, são aqueles que distribuem água de um determinado manancial em locais do mesmo município, enquanto os sistemas integrados captam a água de um ou mais manancial e faz a distribuição em mais de um município (FUNASA, 2016). Nos municípios que compõem o PRH-RPB, conforme o Quadro 6.5, 45% possuem sistema integrado, seguido de 33% sistemas isolados e 22% possuem sistema misto, ou seja, combinam sistemas integrado e isolado.

Figura 6.9 - Classificação dos sistemas de abastecimento



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

Quadro 6.5 - Sistemas Integrados e Isolados no PRH-RPB

Municípios	Sistema Integrado	Sistema Isolado
Alcantil	Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio	-
Amparo	Integrado Congo / Integrado Ouro Velho - Prata	Amparo
Aroeiras	Integrado Acauã / Gado Bravo	-
Assunção	Coremas - Sabugi	Assunção
Barra de Santana	Integrado Campina Grande (Boqueirão)	-
Barra de São Miguel	-	Barra de São Miguel
Bayeux	Sistema de Gramame	Bayeux
Boa Vista	Integrado Cariri	-
Boqueirão	Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio / Integrado Cariri	-
Cabaceiras	Integrado Cariri	Cabaceiras
Cabedelo	Sistema de Gramame	-
Cacimbas	-	Cacimbas
Caldas Brandão	Olho D'Água - Salvador	-
Camalaú	-	Camalaú
Campina Grande	Integrado Campina Grande (Boqueirão)	-
Caraúbas	-	Caraúbas
Caturité	Integrado Campina Grande (Boqueirão)	-
Congo	Integrado Congo	Congo
Coxixola	-	Coxixola
Cruz do Espírito Santo	-	Isolado Cruz do Espírito Santo
Desterro	-	Desterro
Fagundes	-	Fagundes
Gado Bravo	Integrado Acauã / Gado Bravo	-
Gurinhém	Itabaiana / Olho D´Água - Salvador	-
Gurjão	Integrado Congo	Gurjão
Ingá	Acauã Ingá	-
Itabaiana	Itabaiana/ Sistema Integrado Acauã Leste	-
Itatuba	Acauã Ingá	-
João Pessoa	Sistema de Gramame	João Pessoa
Juarez Távora	Acauã Ingá	Juarez Távora
Juazeirinho	Integrado Cariri	-
Junco do Seridó	-	Junco do Seridó
Juripiranga	Itabaiana /Sistema Integrado Acauã Leste	-
Lagoa Seca	Integrado Campina Grande (Boqueirão)	-
Livramento	Integrado Congo	Livramento
Mari	Olho D'Água - Salvador	-
Mogeiro	Salgado de São Félix e Mogeiro / Sistema Integrado Acauã Leste	-
Monteiro	Integrado Congo	Isolado Monteiro
Natuba	Adutora Natuba	Natuba
Olivedos	Integrado Cariri	-
Ouro Velho	Integrado Congo / Integrado Ouro Velho - Prata	-
Parari	Integrado Congo	-
Pilar	Itabaiana/ Sistema Integrado Acauã Leste	-
Pocinhos	Integrado Campina Grande (Boqueirão)	-
Prata	Integrado Congo	Prata
Puxinanã	-	Isolado Puxinanã
Queimadas	Integrado Campina Grande (Boqueirão)	-
Riachão do Bacamarte	-	Riachão do Bacamarte
Riachão do Poço	-	Riachão do Poço
Riacho de Santo Antônio	Integrado Alcantil - Riacho Santo Antônio	Riacho de Santo Antônio

Municípios	Sistema Integrado	Sistema Isolado
Salgado de São Félix	Salgado de São Félix e Mogeiro / Sistema Integrado Acauã Leste	-
Santa Cecília	Adutora Natuba	-
Santa Rita	-	Poços Santa Rita / Santa Rita
Santo André	-	Santo André
São Domingos do Cariri	-	São Domingos do Cariri
São João do Cariri	Integrado Congo	-
São João do Tigre	-	São João do Tigre
São José dos Ramos	Itabaiana	-
São José dos Cordeiros	Integrado Congo	Isolado São José dos Cordeiros
São Miguel de Taipu	Itabaiana/ Sistema Integrado Acauã Leste	Isolado São Miguel de Taipu 1/ Isola São Miguel de Taipu 2
São Sebastião do Umbuzeiro	-	Poços Sebastião do Umbuzeiro/ São Sebastião do Umbuzeiro
Sapé	Olho D'Água - Salvador	-
Serra Branca	Integrado Congo	Serra Branca
Serra Redonda	-	Isolado Serra Redonda
Sobrado	Olho D'Água - Salvador	-
Soledade	Integrado Cariri	-
Sumé	Integrado Congo	Isolado Sumé
Taperoá	-	Taperoá
Tenório	-	Isolado Tenório 2/ Isolado Tenório
Umbuzeiro	Adutora Natuba	Umbuzeiro
Zabelê	-	Isolado Zabelê
Alagoa Grande	Acauã Ingá	Alagoa Grande
Araçagi	Sistema Produtor Tauá	-
Areial	-	Areial
Barra de Santa Rosa	-	Barra de Santa Rosa
Cacimba de Areia	Coremas – Sabugi	-
Cubati	Integrado Cariri	-
Lucena	-	Isolado Lucena
Massaranduba	-	Massaranduba
Montadas	-	Montadas
Mulungu	Olho D'Água-Salvador	-
Pedras de Fogo	-	Pedras de Fogo
Salgadinho	Coremas – Sabugi	-
São Vicente do Seridó	Integrado Cariri	-
Texeira	-	Teixeira

Fonte: ANA (2021).

O sistema de abastecimento de água de Desterro conta com uma adutora de água bruta com a extensão de 7,2 km e um reservatório elevado de 350 m³. O sistema tem como manancial o açude Jeremias que tem a capacidade de armazenamento de 4.658.430 m³ (CAGEPA, 2020). Entretando, conforme CAGEPA, o SAA já demonstrou diversos eventos de escassez hídrica.

De acordo com a CAGEPA (2020), o sistema de abastecimento de água de Cacimbas faz o uso de dois mananciais: açude Jeremias e açude Carnaubinha. O sistema possui uma adutora de água bruta de 5 km e um reservatório apoiado de 50 m³. Como acontece no Sistema de Desterro, o Sistema de Cacimbas também demonstrou eventos de escassez hídrica.

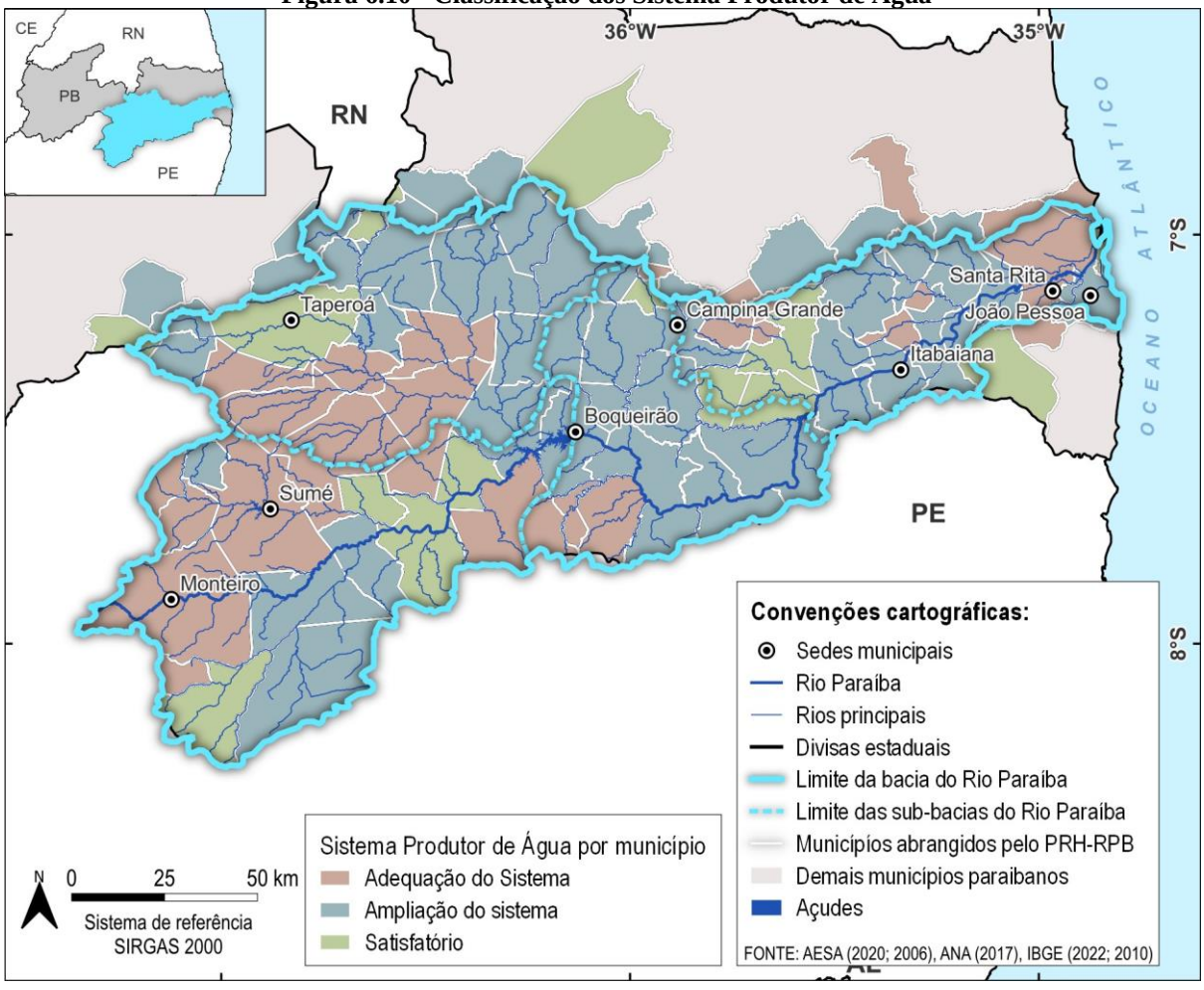
Em relação ao sistema de abastecimento de água de Junco Seridó, o manancial de abastecimento açude Nova Aldeia, demonstrou períodos extensos de seca sendo o último de 2011 a 2018.

Após 21 anos de administração da prefeitura, a CAGEPA recuperou a concessão do SAA em 2018, mas com a estrutura em um estado crítico (CAGEPA, 2020).

Conforme os dados apresentados pela ANA (2021), os sistemas produtores de água foram classificados conforme a necessidade de ampliação ou adequação da infraestrutura de abastecimento existente, de modo que, na abrangência do PRH-RPB, observa-se que 27% dos municípios do PRH-RPB necessitam de adequação dos seus sistemas, e mais da metade (55%) precisam de ampliação do sistema. Apenas 18% dos sistemas apresentaram condições satisfatória. Tais informações são apresentadas na Figura 6.10 e no Quadro 6.6 a seguir.

De acordo com a Figura 6.11, a classificação do sistema produtor nas sub-bacias do Médio Curso do Rio Paraíba, revelou uma necessidade mais expressiva (67%) da expansão do sistema produtor. Por outro lado, o Alto Curso do Rio Paraíba mostrou uma baixa demanda por ampliação do sistema (35%), mas evidenciou uma necessidade de adequação (45%). Em Taperoá e no Baixo Curso do Rio Paraíba, ambas as regiões apresentaram uma maior porcentagem de necessidade de ampliação do sistema (60% e 59%, respectivamente). Além disso, o Baixo Curso do Rio Paraíba foi a região que registrou a menor porcentagem de sistema produtor considerado satisfatórios (15%) em comparação com as outras regiões.

Figura 6.10 - Classificação dos Sistema Produtor de Água



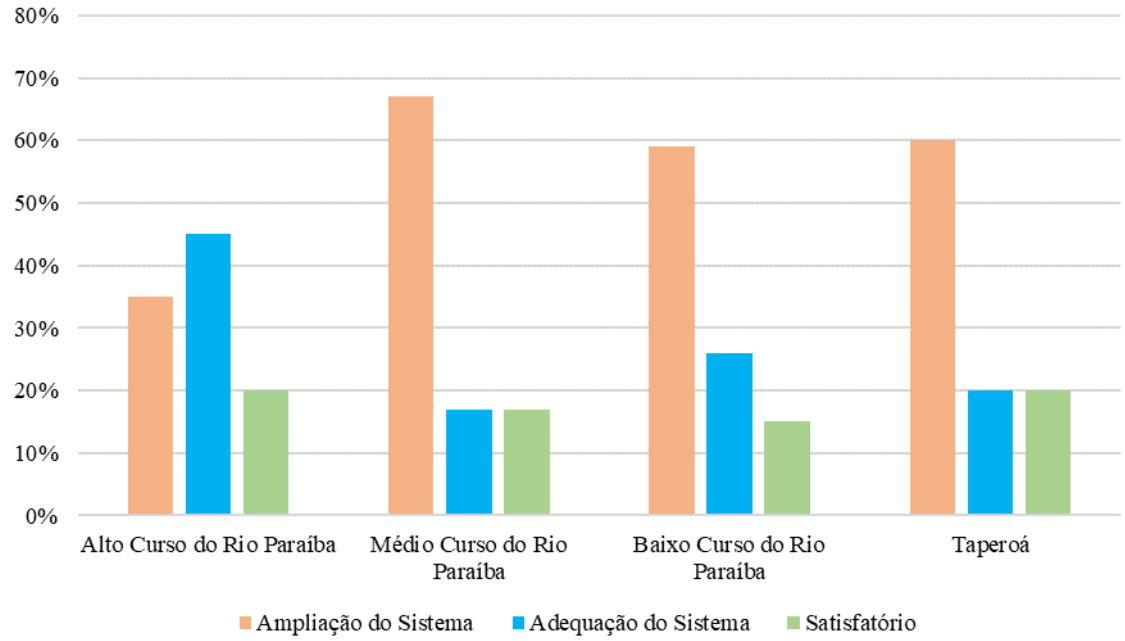
Fonte: Adaptado de ANA (2021).

Quadro 6.6 - Classificação do Sistema Produtor de Água

Classificação	Municípios
Adequação do Sistema	Alcantil, Araçagi, Barra de São Miguel, Gurjão, Livramento, Lucena, Massaranduba, Montadas, Monteiro, Ouro Velho, Parari, Prata, Riachão do Bacamarte, Riachão do Poço, Riacho de Santo Antônio, Santa Rita, São João do Cariri, São José dos Ramos, São José dos Cordeiros, Serra Branca, Serra Redonda, Sumé e Zabelê
Ampliação do Sistema	Alagoa Grande, Amparo, Areial, Aroeiras, Assunção, Barra de Santana, Bayeux, Boa Vista, Boqueirão, Cabaceiras, Cacimba de Areia, Cacimbas, Caldas Brandão, Camalaú, Campina Grande, Caturité, Congo, Cruz do Espírito Santo, Cubati, Desterro, Gado Bravo, Gurinhém, Itabaiana, João Pessoa, Juazeirinho, Junco do Seridó, Juripiranga, Lagoa Seca, Mari, Mogeiro, Mulungu, Natuba, Olivedos, Pilar, Pocinhos, Queimada, Salgadinho, Salgado de São Félix, Santa Cecília, Santo André, São João do Tigre, São Miguel de Taipu, São Vicente do Seridó, Sapé, Sobrado, Soledade e Umbuzeiro.
Satisfatório	Barra de Santa Rosa, Cabedelo, Caraúbas, Coxixola, Fagundes, Ingá, Itatuba, Juarez, Pedras de Fogo, Távora, Puxinanã, São Domingos do Cariri, São Sebastião do Umbuzeiro, Taperoá, Teixeira e Tenório.

Fonte: ANA (2021).

Figura 6.11 – Classificação sistema produtor por sub-bacias



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

A Eficiência da Produção de Água também é um dos indicadores que compõe o Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U) elaborado para o Atlas Água e detalhado na Nota Técnica 4/2022/SPR da ANA. Sua classificação tem como base a vulnerabilidade dos mananciais e dos sistemas produtores, sendo que a vulnerabilidade do sistema produtor está relacionada ao atendimento da demanda por unidade do sistema (ANA, 2022). Conforme o quadro a seguir e a Figura 6.13, apenas 5% dos municípios que compõe o PRH-RPB apresentou a eficiência de produção máxima, a maioria dos municípios (41%) apresentou eficiência de produção de água média e 24% apresentaram eficiência de produção mínima.

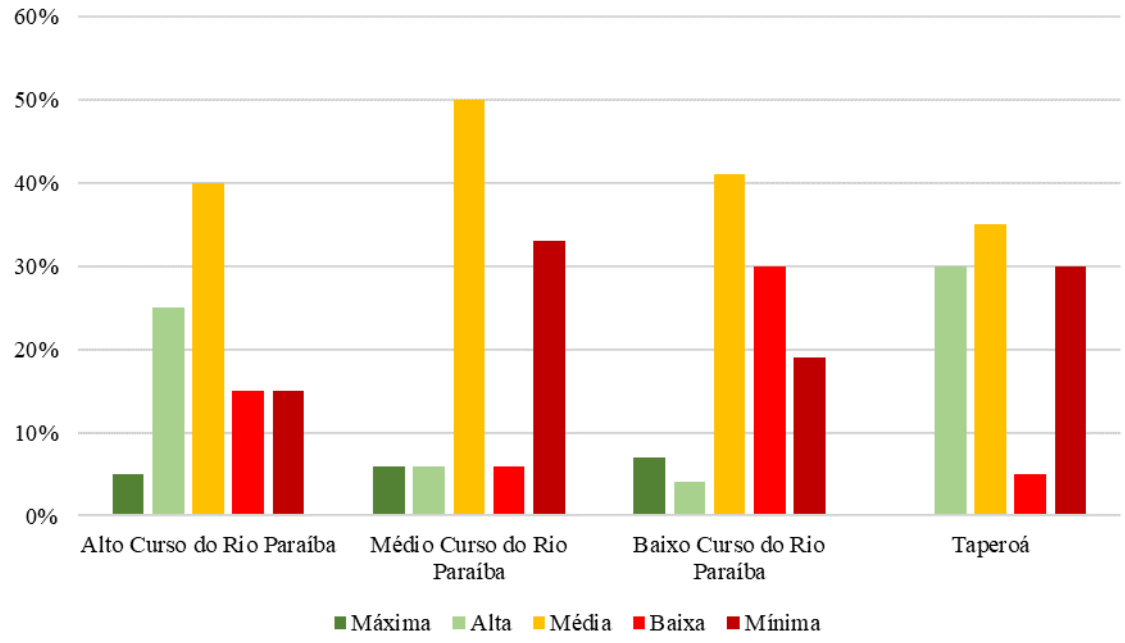
Quadro 6.7 - Eficiência da Produção de Água do PRH-RPB

Classificação	Municípios
Máxima	Ingá, Itatuba, Juarez Távora e São Sebastião do Umbuzeiro
Alta	Alcantil, Araçagi, Barra de Santa Rosa, Caraúbas, Gurjão, Livramento, Monteiro, Parari, Prata, Riachão do Poço, São João do Cariri, Sumé e Taperoá
Média	Aroeiras, Barra de Santana, Boa Vista, Boqueirão, Cabaceiras, Caldas Brandão, Camalaú, Campina Grande, Cacimba de Areia, Caturité, Congo, Cubati, Gado Bravo, Itabaiana, Juazeirinho, Juripiranga, Lagoa Seca, Mari, Mogeiro, Olivedos, Pilar, Pocinhos, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Salgado de São Félix, Mulungu, São José dos Cordeiros, São Miguel de Taipu, Salgadinho, Sapé, São Vicente do Seridó, Serra Branca, Sobrado, Soledade e Zabelê
Baixa	Alagoa Grande, Amparo, Assunção, Barra de São Miguel, Gurinhém, Lucena, Massaranduba, Pedras de Fogo, Puxinanã, Riachão do Bacamarte, São Domingos do Cariri, São José dos Ramos e Serra Redonda
Mínima	Areial, Bayeux, Cabedelo, Cacimbas, Coxixola, Cruz do Espírito Santo, Desterro, Fagundes, João Pessoa, Junco do Seridó, Montadas, Natuba, Ouro Velho, Santa Cecília, Santa Rita, Santo André, São João do Tigre, Texeira, Tenório e Umbuzeiro.

Fonte: ANA (2021).

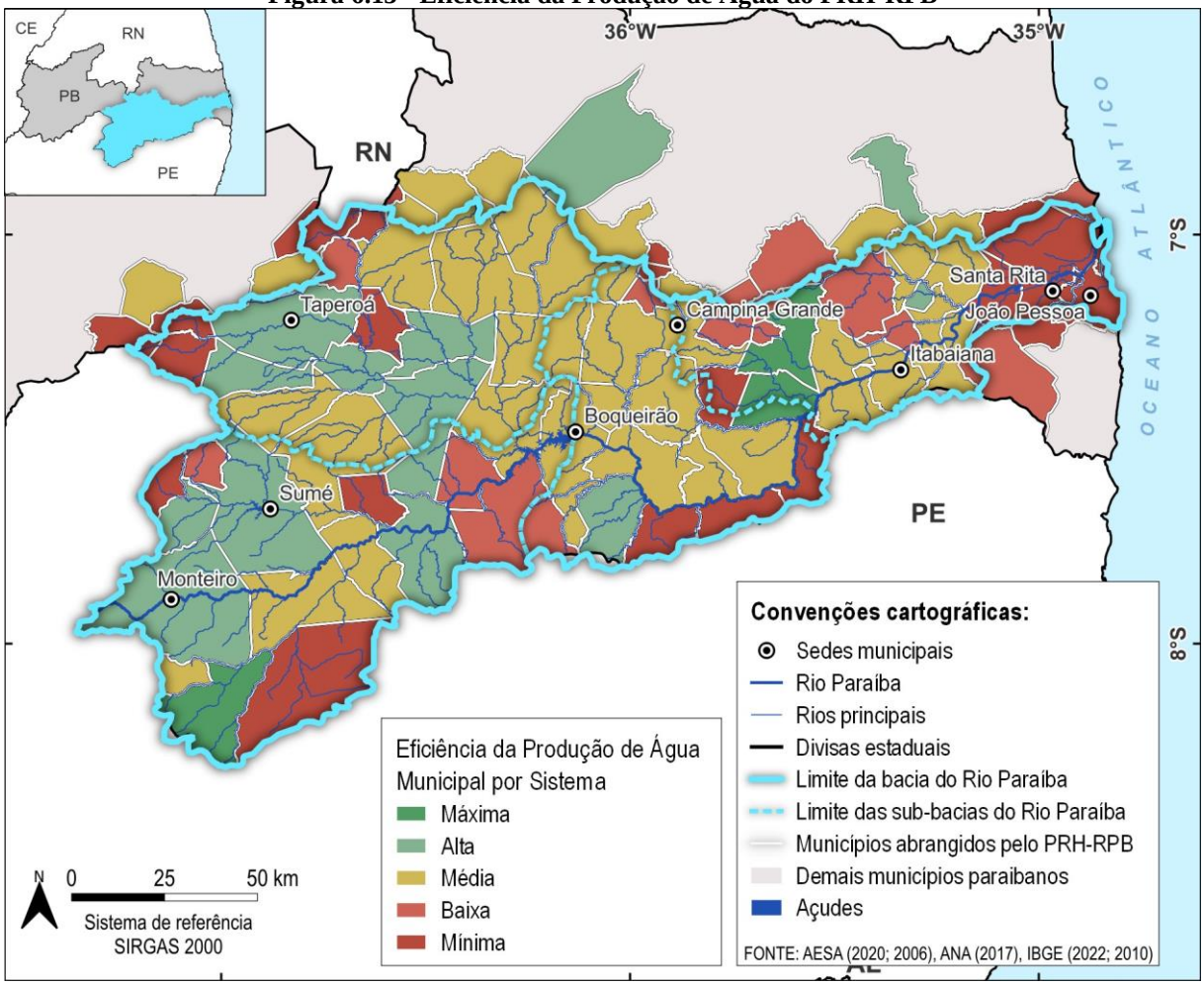
No que diz respeito à eficiência na produção de água, observa-se que a eficiência média é a que apresenta a maior porcentagem em todas as sub-bacias. No Médio Curso do Rio Paraíba e em Taperoá, são locais que demonstram uma eficiência mínima na produção de água (33% e 30%, respectivamente) em seus municípios. No entanto, uma porcentagem significativa de municípios na bacia de Taperoá exibe uma eficiência elevada na produção de água (30%), embora nenhum município atinja a eficiência máxima nesta sub-bacia como é mostrado na Figura 6.12.

Figura 6.12 – Classificação da eficiência de produção de água por sub-bacias



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

Figura 6.13 - Eficiência da Produção de Água do PRH-RPB



Fonte: Adaptado de ANA (2021).

6.1.7 Atendimento do SAA

Dos municípios que compõe o PRH-RPB, foi possível verificar os índices de atendimento de 81 municípios. Conforme os dados disponíveis pelo SNIS (2021), apresentados na Tabela 6.1, apenas 9% dos municípios apresentaram um índice de atendimento da população total acima de 90%, enquanto 30% dos municípios apresentaram um índice de atendimento relativamente baixo (menor que 50%). Os municípios de Amparo, Riachão de Bacamarte, Riacho de Santo Antônio e Gado Bravo apresentaram índices nulos de atendimento, o que se deve ao fato de que as ligações de abastecimento de água presentes nos municípios não estarem ativas até o ano de 2022, como mostra a Tabela 6.2.

Além disso, a CAGEPA faz o atendimento de abastecimento de água tanto na sede quanto em outras localidades apenas nos municípios de Alagoa Grande, Caldas Brandão, Camalaú, Campina Grande, Santa Rita e Serra Branca. Nos outros municípios, a CAGEPA apenas faz o atendimento de abastecimento de água nas sedes municipais.

Os municípios de Riachão do Poço, São Miguel de Taipu, São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê, apresentados na Tabela 6.1 e que não são atendidos pela CAGEPA., não mostram o

volume de água tratada por ETA. Entretanto, estes municípios produzem e importam volumes de água por ano, o que justifica a existência do volume consumido.

Tabela 6.1 - Atendimento de abastecimento de água no PRH-RPB

Municípios	Local de atendimento		População (IBGE, 2022)	População total atendida com abastecimento de água (hab.)	Índice de atendimento (%) da população total
	Sede	Localidade			
Alagoa Grande	1	1	26.062	18.884	72%
Amparo	1	0	2.234	0	0%
Araçagi	1	0	16.646	10.277	62%
Areial	1	0	7.128	5.919	83%
Aroeiras	1	0	18.705	5.916	32%
Assunção	1	0	4.152	2.943	71%
Barra de Santana	1	0	8.059	591	7%
Barra de Santa Rosa	1	0	12.904	7.781	60%
Barra de São Miguel	1	0	5.906	3.220	55%
Bayeux	1	0	82.742	64.092	77%
Boa Vista	1	0	6.377	4.658	73%
Boqueirão	1	0	17.598	11.666	66%
Cabaceiras	1	0	5.335	2.169	41%
Cabedelo	1	0	66.519	66.519	100%
Cacimba de Areia	1	0	3.291	1.855	56%
Cacimbas	1	0	7.223	1.904	26%
Caldas Brandão	1	1	5.753	5.438	95%
Camalaú	1	1	6.085	5.261	86%
Campina Grande	1	1	419.379	418.139	100%
Caraúbas	1	0	3.944	1.965	50%
Caturité	1	0	5.254	2.189	42%
Congo	1	0	4.933	4.271	87%
Coxixola	1	0	1.824	1.019	56%
Cruz do Espírito Santo	1	0	17.095	7.063	41%
Cubati	1	0	7.580	5.653	75%
Desterro	1	0	8.067	4.430	55%
Fagundes	1	0	11.049	5.751	52%
Gado Bravo	1	0	8.179	0	0%
Gurinhém	1	0	13.766	7.953	58%
Gurjão	1	0	3.242	2.591	80%
Ingá	1	0	17.692	11.525	65%
Itabaiana	1	0	23.182	17.722	76%
Itatuba	1	0	10.499	5.563	53%
João Pessoa	1	0	833.932	833.932	100%
Juarez Távora	1	0	7.796	5.891	76%
Juazeirinho	1	0	17.007	8.126	48%
Junco do Seridó	1	0	6.793	3.968	58%
Juripiranga	1	0	10.012	5.443	54%
Lagoa Seca	1	0	27.730	13.903	50%
Livramento	1	0	6.877	4.356	63%
Lucena	1	0	12.560	12.560	100%
Mari	1	0	21.512	14.759	69%
Massaranduba	1	0	14.139	7.920	56%
Mogeiro	1	0	13.899	4.225	30%
Montadas	1	0	5.812	3.662	63%
Monteiro	1	0	32.277	26.320	82%
Mulungu	1	0	8.791	4.720	54%

Municípios	Local de atendimento		População (IBGE, 2022)	População total atendida com abastecimento de água (hab.)	Índice de atendimento (%) da população total
	Sede	Localidade			
Natuba	1	0	8.945	3.254	36%
Olivedos	1	0	3.580	2.341	65%
Ouro Velho	1	0	2.918	2.045	70%
Parari	1	0	1.720	755	44%
Pedras de Fogo	1	0	29.662	11.687	39%
Pilar	1	0	12.311	8.091	66%
Pocinhos	1	0	17.469	13.499	77%
Prata	1	0	3.915	2.684	69%
Puxinanã	1	0	14.277	5.752	40%
Queimadas	1	0	47.658	34.514	72%
Riachão do Bacamarte	1	0	4.690	0	0%
Riacho de Santo Antônio	1	0	1.955	0	0%
Salgadinho	1	0	3.355	659	20%
Salgado de São Félix	1	0	11.505	4.504	39%
Santa Rita	1	1	149.910	21.473	14%
Santo André	1	0	2.622	1.046	40%
São Domingos do Cariri	1	0	2.585	2.017	78%
São João do Cariri	1	0	4.226	3.666	87%
São José dos Ramos	1	0	5.891	2.952	50%
São José dos Cordeiros	1	0	3.411	2.753	81%
Sapé	1	0	51.306	33.991	66%
São Vicente do Seridó	1	1	10.261	3.905	38%
Serra Branca	1	1	13.614	10.957	80%
Serra Redonda	1	0	6.828	4.327	63%
Sobrado	1	0	8.236	1.368	17%
Soledade	1	0	13.968	11.207	80%
Sumé	1	0	17.166	15.707	92%
Taperoá	1	0	14.068	11.112	79%
Teixeira	1	0	14.631	9.981	68%
Umbuzeiro	1	0	9.124	2.734	30%
Riachão do Poço	1	11	4.738	3.018	64%
São Miguel de Taipu	1	1	7.066	2.300	33%
São Sebastião do Umbuzeiro	1	1	3.279	2.300	70%
Zabelê	1	0	2.228	2.228	100%

* Em Cabedelo há uma diferença entre os dados de população total do IBGE e do SNIS.
Fonte: Adaptado SNIS (2023), IBGE (2022).

Tabela 6.2 - Informações operacionais da água no PRH - RPB

Municípios	Quantidade de Ligações		Volume de Água		Extensão da rede (km)
	Total (ativas + inativas)	Ativas	ETA(s) 1.000 m³/ano	Consumido 1.000 m³/ano	
Alagoa Grande	8.568	6.854	1.445,88	813,33	91,30
Amparo	502	0	0,00	0,00	6,86
Araçagi	3.743	3.278	537,81	396,02	51,96
Areial	1.487	1.190	171,38	76,88	25,49
Aroeiras	2.788	1.359	244,22	143,74	80,49
Assunção	1.666	880	116,44	84,53	19,70
Barra de Santana	471	0	0,00	0,00	33,12
Barra de Santa Rosa	3.912	3.083	390,44	256,70	13,57
Barra de São Miguel	1.199	1.070	109,96	61,62	11,09
Bayeux	28.115	21.520	4.575,55	2.800,09	171,55
Boa Vista	1.785	1.599	292,37	191,97	46,66
Boqueirão	4.579	3.404	722,16	454,64	56,02
Cabaceiras	1.099	823	128,53	76,16	14,71
Cabedelo	20.782	16.620	5.955,58	3.694,33	239,98
Cacimba de Areia	788	658	106,66	72,47	25,57
Cacimbas	616	579	62,18	47,18	11,30
Caldas Brandão	2.207	1.876	98,76	52,87	33,45
Camalaú	2.148	1.761	363,73	154,42	23,87
Campina Grande	158.818	130.609	23.543,66	17.609,62	1.907,24
Caraúbas	898	710	131,27	69,19	16,24
Caturité	686	634	106,22	62,32	51,26
Congo	1.820	1.410	221,51	139,01	25,23
Coxixola	469	401	61,34	39,89	14,24
Cruz do Espírito Santo	2.682	2.052	573,92	249,61	35,87
Cubati	2.295	1.933	224,22	167,19	22,20
Desterro	2.035	0	0,00	0,00	25,49
Fagundes	2.348	1.801	374,62	160,88	29,99
Gado Bravo	488	0	0,00	0,00	9,81
Gurinhém	3.320	2.375	665,71	460,03	58,31
Gurjão	1.095	901	126,39	84,68	13,42
Ingá	5.367	3.697	707,10	422,65	64,25
Itabaiana	8.763	6.082	1.193,36	751,87	106,26
Itatuba	2.412	1.821	303,09	202,63	24,73
João Pessoa	277.387	225.269	66.190,01	40.038,36	1.946,12
Juarez Távora	2.687	1.862	292,07	178,93	37,23
Juazeirinho	3.782	2.623	415,58	239,83	42,86
Junco do Seridó	1.368	0	0,00	0,00	20,56
Juripiranga	3.134	1.783	341,28	177,05	27,64
Lagoa Seca	6.531	5.092	908,39	579,54	101,76
Livramento	1.883	1.512	248,91	137,41	17,92
Lucena	5.103	3.719	0,00	461,60	135,33
Mari	6.191	4.829	759,33	555,36	67,82
Massaranduba	3.184	2.552	343,19	255,11	36,08
Mogeiro	2.114	1.231	223,14	131,18	38,15
Montadas	1.156	803	139,21	67,62	17,50
Monteiro	12.118	9.353	1.361,81	806,21	159,37
Mulungu	3.107	1.914	265,38	194,24	76,79
Natuba	1.311	1.151	184,71	143,43	12,05
Olivedos	950	777	87,66	58,00	11,70
Ouro Velho	980	735	143,01	59,73	7,15
Parari	389	278	7,51	2,96	5,87
Pedras de Fogo	5.333	3.289	886,25	396,59	42,13

Municípios	Quantidade de Ligações		Volume de Água		Extensão da rede (km)
	Total (ativas + inativas)	Ativas	ETA(s) 1.000 m³/ano	Consumido 1.000 m³/ano	
Pilar	3.622	2.326	485,88	272,08	33,95
Pocinhos	5.054	4.461	653,82	375,59	93,72
Prata	1.233	970	199,07	93,58	13,39
Puxinanã	2.157	1.813	185,95	140,39	26,67
Queimadas	12.113	9.957	1.653,20	1.027,71	231,08
Riachão do Bacamarte	1.040	0	0,00	0,00	15,59
Riacho de Santo Antônio	420	0	0,00	0,00	6,22
Salgadinho	274	235	39,21	25,85	38,56
Salgado de São Félix	1.668	1.398	378,08	158,93	20,21
Santa Rita	9.058	7.164	1.935,07	1.199,80	434,01
Santo André	357	334	10,57	4,34	10,84
São Domingos do Cariri	757	704	100,83	73,67	10,91
São João do Cariri	1.554	1.145	11,00	19,38	22,07
São José dos Ramos	1.126	897	195,54	105,62	21,73
São José dos Cordeiros	1.137	1.033	131,61	89,87	17,10
Sapé	13.936	10.614	2.027,77	1.325,93	144,09
São Vicente do Seridó	1.782	1.165	170,28	89,24	22,24
Serra Branca	4.698	3.786	480,58	332,12	52,16
Serra Redonda	1.723	1.446	165,82	120,29	16,90
Sobrado	517	400	67,67	46,88	10,68
Soledade	4.841	3.590	658,51	370,51	52,64
Sumé	7.029	5.701	893,72	624,38	102,52
Taperoá	4.422	3.891	740,32	413,91	69,22
Teixeira	4.320	3.017	190,75	173,51	49,33
Umbuzeiro	1.351	924	192,65	114,87	8,53
Riachão do Poço	1.006	1.006	0,00	100,00	17,41
São Miguel de Taipu	2.000	180	0,00	500,00	200,00
São Sebastião do Umbuzeiro	2.000	180	0,00	250,00	11,00
Zabelê	1.330	1.312	0,00	690,00	45,50

Fonte: SNIS (2023).

6.1.8 Soluções alternativas de abastecimento de água

6.1.8.1 Carros-pipa

A Operação Carro-Pipa (OCP) é uma iniciativa do Governo Federal com o intuito de fornecer o abastecimento de água potável em locais em situações emergenciais, como as comunidades rurais do semiárido do Brasil. Para a inclusão dessa operação, é necessário a solicitação do órgão de proteção e defesa civil municipal. Caso a ausência desse, deve ser realizado pela prefeitura municipal. Posteriormente, a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) realiza a análise da situação do município, e em seguida encaminha para o Exército Brasileiro para a inclusão do local na logística da operação (MIDR, 2023).

Na Paraíba, o portal da OCP indica que no mês de dezembro de 2023 houve o atendimento de 149 municípios, totalizando 698 carros-pipa e mais de 290 mil pessoas atendidas (SEDEC,

2023). Na Tabela 6.3 é possível visualizar os dados referentes ao atendimento nos municípios do PRH-RPB em dezembro de 2023, onde verifica-se que o município de Aroeiras necessitou de 25 pipeiros para atender mais de 11 mil pessoas, o que corresponde mais da metade da população do município. Em seguida, o município de Gado Bravo também apresentou uma alta demanda no uso de pipeiros, com 17 veículos para atender a 9.547 pessoas. No mesmo ano, o governo da Paraíba realizou a capacitação para orientar os municípios na emissão de decretos de emergência devido à estiagem, além da solicitação de inclusão na operação (PARAÍBA, 2023).

Tabela 6.3 - Municípios participante da Operação Carro-Pipa

Município	Pipeiro	População atendida (hab.)	Município	Pipeiro	População atendida (hab.)
Alcantil	3	2.469	Mogeiro	6	5.115
Amparo	1	682	Montadas	2	1.212
Aroeiras	25	11.562	Monteiro	8	6.434
Assunção	2	562	Natuba	2	1.259
Barra de Santa Rosa	10	5.714	Olivedos	5	2.243
Barra de Santana	7	7.420	Ouro Velho	2	734
Barra de São Miguel	4	2.758	Parari	2	747
Boa Vista	4	2.508	Pocinhos	7	3.650
Boqueirão	1	1.185	Prata	2	716
Cabaceiras	2	1.105	Puxinanã	5	3.786
Cacimba de Areia	1	654	Queimadas	5	3.405
Cacimbas	7	3.439	Salgadinho	2	1.383
Camalaú	1	1.568	Salgado de São Félix	9	3.536
Campina Grande	4	2.523	Santa Cecília	10	5.880
Caraúbas	3	2.298	Santo André	4	1.616
Caturité	1	991	São Domingos do Cariri	1	115
Congo	2	761	São João do Cariri	3	979
Coxixola	1	194	São João do Tigres	1	1.345
Cubati	7	1.864	São José dos Cordeiros	4	1.600
Desterro	2	1.537	São Sebastião do Umbuzeiro	2	1.017
Fagundes	5	2.668	Serra Branca	3	1.513
Gado Bravo	17	9.547	Soledade	9	2.689
Gurjão	2	831	Sumé	3	2.037
Itabaiana	3	2.333	Taperoá	4	1.797
Juazeirinho	15	6.730	Teixeira	16	4.009
Junco do Seridó	3	724	Tenório	2	667
Lagoa Seca	10	4.360	Umbuzeiro	8	5.661
Livramento	6	2.739	Zabelê	1	465
Massaranduba	1	645			

Dados referentes a dez/2023.
Fonte: SEDEC (2023).

6.1.8.2 Cisternas

O Governo Federal também possui o Programa de Cisternas, destinado às famílias rurais de baixa renda que frequentemente enfrentam a falta de água, e tem o objetivo de fornecer

tecnologias sociais de baixo custo para promover o acesso à água, como a cisterna familiar com a capacidade para armazenas 16 mil litros, a cisterna escolar e a de água para a produção de alimentos, ambas com capacidade para armazenar 52 mil litros de água. Para a implantação das cisternas, o programa inclui as seguintes etapas: mobilização social, capacitação e implementação da tecnologia (MDS, 2019).

Na Paraíba, o Governo do Estado, por meio do programa PB Rural Sustentável, forneceu até fevereiro de 2023 um total de 5 mil cisternas para comunidades rurais, com o objetivo de diminuir a vulnerabilidade agroclimática. A comunidade de Rancharia, no município de Monteiro, foi um dos locais beneficiados pelas cisternas. Os moradores dessa região relataram que antes da implantação das cisternas, o acesso à água exigia percorrer longas distâncias e armazenar em bombonas (PARAÍBA, 2023).

6.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Com o intuito de proporcionar uma análise situacional da coleta e tratamento de esgoto na região do PRH-RPB, serão apresentadas as informações referentes à situação de esgotamento sanitário nas áreas urbanas, visando compreender a natureza e os índices de cobertura dos serviços oferecidos nos municípios abrangidos por essa região.

6.2.1 Índices de Atendimento de Esgoto

A Tabela 6.4 apresenta dados para a avaliação da gestão de esgoto para cada município da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e contém informações do Atlas Esgotos, disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2017). Os dados apresentados proporcionam uma análise dos diversos sistemas de saneamento, incluindo os sistemas de solução individual, comumente construídos por meio de uma única estrutura que desempenha simultaneamente as funções de fossa e sumidouro, conhecida como fossa absorvente. Além disso, o quadro contempla os sistemas convencionais com rede coletora e sem tratamento, assim como os sistemas convencionais com rede coletora e tratamento de esgoto. Vale ressaltar que a elevada prevalência de índices de atendimento sem coleta e sem tratamento em alguns municípios sugere possíveis despejos de esgoto bruto em terrenos, ruas ou corpos hídricos, indicando a imperatividade de aprimoramentos nas políticas de saneamento dessas localidades.

Notavelmente, o município de Sobrado se destaca com o maior índice de atendimento sem coleta e sem tratamento de esgoto, atingindo 99,4%. Em contraste, os municípios de João Pessoa e Campina Grande apresentam índices de atendimento com coleta e com tratamento de esgoto, alcançando 100% e 82,1%, respectivamente. Esses números evidenciam as discrepâncias nos serviços de saneamento básico, ressaltando a necessidade de foco nas regiões com menor índice de atendimento para promover melhorias significativas na infraestrutura de esgoto.

Tabela 6.4 - Índices de Atendimento de Esgoto segundo Atlas Esgoto para os municípios do PRH-RPB

Município	Sem coleta e sem tratamento (%)	Com coleta e sem tratamento (%)	Com coleta e com tratamento (%)	Solução Individual (%)
Alagoa Grande	29,46	0,00	68,62	1,92
Alcantil	88,57	11,24	0,00	0,19
Amparo	80,32	8,62	11,06	0,00
Araçagi	73,53	25,40	0,00	1,07
Areial	24,02	71,96	0,00	4,02
Aroeiras	53,23	42,01	0,00	4,76
Assunção	42,20	55,38	0,00	2,42
Barra de Santa Rosa	13,50	85,92	0,00	0,58
Barra de Santana	53,49	46,51	0,00	0,00
Barra de São Miguel	93,32	3,93	0,00	2,75
Bayeux	54,14	17,45	0,00	28,41
Boa Vista	83,91	14,81	0,00	1,28
Boqueirão	30,58	68,83	0,00	0,59
Cabaceiras	41,41	58,59	0,00	0,00
Cabedelo	48,37	0,00	14,31	37,32
Cacimba de Areia	25,75	73,95	0,00	0,30
Cacimbas	6,89	88,42	0,00	4,69
Caldas Brandão	90,60	8,16	0,00	1,24
Camalaú	64,74	34,78	0,00	0,48
Campina Grande	12,19	0,00	82,05	5,76
Caraúbas	7,98	28,94	0,00	63,08
Caturité	18,36	81,35	0,00	0,29
Congo	35,79	55,37	0,00	8,84
Coxixola	28,39	71,61	0,00	0,00
Cruz do Espírito Santo	65,12	33,47	0,00	1,41
Cubati	69,91	0,00	29,54	0,55
Desterro	40,05	59,40	0,00	0,55
Fagundes	77,68	19,12	0,00	3,20
Gado Bravo	86,78	13,22	0,00	0,00
Gurinhém	87,87	8,33	0,00	3,80
Gurjão	53,15	34,49	0,00	12,36
Ingá	91,63	7,00	0,00	1,37
Itabaiana	57,83	34,04	0,00	8,13
Itatuba	72,46	26,41	0,00	1,13
João Pessoa	0,00	0,00	100,00	0,00
Juarez Távora	87,37	11,11	0,00	1,52
Juazeirinho	14,11	83,84	0,00	2,05
Junco do Seridó	11,12	81,92	0,00	6,96
Juripiranga	92,05	6,46	0,00	1,49

Município	Sem coleta e sem tratamento (%)	Com coleta e sem tratamento (%)	Com coleta e com tratamento (%)	Solução Individual (%)
Lagoa Seca	16,66	0,00	58,32	25,02
Livramento	53,17	24,23	0,00	22,60
Lucena	71,55	1,24	0,00	27,21
Mari	98,29	0,48	0,00	1,23
Massaranduba	63,09	33,85	0,00	3,06
Mogeiro	90,44	0,81	0,00	8,75
Montadas	45,31	54,44	0,00	0,25
Monteiro	15,14	16,15	65,51	3,20
Mulungu	87,26	6,42	0,00	6,32
Natuba	66,21	8,15	0,00	25,64
Olivedos	22,19	67,40	0,00	10,41
Ouro Velho	97,07	2,39	0,00	0,54
Parari	14,16	18,74	0,00	67,10
Pedras de Fogo	66,28	0,00	11,60	22,12
Pilar	76,01	13,89	0,00	10,10
Pocinhos	49,02	47,62	0,00	3,36
Prata	98,53	0,94	0,00	0,53
Puxinanã	11,93	27,06	0,00	61,01
Queimadas	35,88	0,00	53,85	10,27
Riachão do Bacamarte	68,04	0,45	0,00	31,51
Riachão do Poço	83,92	0,00	0,00	16,08
Riacho de Santo Antônio	44,10	55,73	0,00	0,17
Salgadinho	54,11	44,06	0,00	1,83
Salgado de São Félix	96,90	2,34	0,00	0,76
Santa Cecília	81,21	17,83	0,00	0,96
Santa Rita	78,11	6,80	0,00	15,09
Santo André	78,96	0,35	0,00	20,69
São Domingos do Cariri	24,27	75,15	0,00	0,58
São João do Cariri	21,13	78,53	0,00	0,34
São João do Tigre	32,31	55,00	12,69	0,00
São José dos Cordeiros	5,05	90,08	0,00	4,87
São José dos Ramos	91,28	0,13	0,00	8,59
São Miguel de Taipu	27,41	70,57	0,00	2,02
São Sebastião do Umbuzeiro	49,59	0,00	50,36	0,05
Sapé	68,75	0,00	19,32	11,93
São Vicente do Seridó	99,02	0,80	0,00	0,18
Serra Branca	66,01	27,24	0,00	6,75

Município	Sem coleta e sem tratamento (%)	Com coleta e sem tratamento (%)	Com coleta e com tratamento (%)	Solução Individual (%)
Serra Redonda	44,29	42,79	0,00	12,92
Sobrado	99,43	0,57	0,00	0,00
Soledade	29,52	69,85	0,00	0,63
Sumé	68,50	30,89	0,00	0,61
Taperoá	10,87	87,36	0,00	1,77
Teixeira	53,00	45,95	0,00	1,05
Tenório	96,11	0,72	0,00	3,17
Umbuzeiro	33,79	65,40	0,00	0,81
Zabelê	27,92	72,08	0,00	0,00

Fonte: ANA (2017).

Ademais, ainda sobre a Tabela 6.4, apenas 13 dos 85 municípios pertencentes ao PRH-RPB apresentam atendimento com coleta e com tratamento de esgoto. Por outro lado, observa-se que 29 municípios não possuem atendimento, ou seja, sem coleta e sem tratamento, em índices iguais ou superiores a 70%. Juntamente com a média de 7,8% no índice de atendimento por solução individual para os municípios, constata-se que a maioria da população da região não usufrui de qualquer tipo de atendimento para os efluentes gerados.

A Tabela 6.5 foi construído com base nos indicadores IN056 e IN024, que representam o índice de atendimento total e urbano de esgoto, respectivamente, para os municípios providos de abastecimento de água. Esses indicadores foram extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022), referentes ao ano de 2021, e abrangem dados de indicadores de somente 13 municípios da bacia.

Tabela 6.5 - Índice de atendimento urbano e total de esgoto referido aos municípios atendidos com água

Município	Prestador	Total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)	Índice urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)
Amparo	Prefeitura	49,51	97,31
Areial	Prefeitura	70,88	99,70
Assunção	Prefeitura	80,80	100,00
Barra de Santa Rosa	Prefeitura	56,20	68,41
Boqueirão	Prefeitura	70,73	98,98
Caraúbas	Prefeitura	86,07	97,80
Junco do Seridó	Prefeitura	48,36	73,53
Mogeiro	Prefeitura	21,36	47,78
Olivedos	Prefeitura	100,00	100,00
Ouro Velho	Prefeitura	99,57	99,77
Parari	Prefeitura	13,28	23,87
Pocinhos	Prefeitura	56,13	99,41
Prata	Prefeitura	63,02	99,37
Riacho de Santo Antônio	Prefeitura	39,07	56,72
São Domingos do Cariri	Prefeitura	34,22	80,09
Teixeira	Prefeitura	68,01	99,94

Município	Prestador	Total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)	Índice urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)
Zabelê	Prefeitura	-	-

Legenda: (-) Informação não disponível.
Fonte: SNIS (2022).

O município de maior destaque é Olivedos, sendo a única localidade que registra ambos os índices de atendimento de esgoto de 100%. Em contrapartida, Pariri destaca-se com o mais baixo índice de atendimento total de esgoto entre os municípios providos de abastecimento de água, apresentando apenas 13,28% e 23,87% no que se refere ao índice de atendimento total e urbano de esgoto nesse mesmo contexto, respectivamente.

Quanto às formas alternativas para a disposição do esgoto doméstico, a Tabela 6.6 apresenta uma relação dos municípios integrantes do PRH-RPB indicando as principais práticas utilizadas, sejam elas de natureza individual ou coletiva, também conforme o SNIS (2022). Observa-se que, em todos os casos, a entidade identificada responsável pelos serviços é a prefeitura, sendo a opção mais prevalente a utilização de fossas sépticas/sumidouros.

Tabela 6.6 - Municípios do PRH-RPB que fazem uso de soluções alternativas para disposição de esgoto doméstico

Município	Prestador	Fossas Sépticas/ Sumidouros	Fossas Rudimentares	Valas a céu aberto	Lançamento em cursos d'água	Galerias de águas pluviais	Outra forma de disposição	Principal forma alternativa para disposição de esgotos	% de atendimento pelo sistema alternativo principal
Alcantil	Prefeitura	Sim	Sim	-	-	-	-	Fossas Rudimentares	100
Aroeiras	Prefeitura	Sim	-	-	-	Sim	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	60
Barra de Santana	Prefeitura	-	-	-	-	Sim	Sim	Outro	-
Barra de São Miguel	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	100
Boa Vista	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	100
Cabaceiras	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	Sim	Fossas Sépticas / Sumidouros	100
Caldas Brandão	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	100
Congo	Prefeitura	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Fossas Rudimentares	30
Fagundes	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	50
Ingá	Prefeitura	Sim	Sim	Sim	Sim	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	80
Itatuba	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	100
Juarez Távora	Prefeitura	Sim	-	Sim	Sim	-	-	Lançamento em cursos d'água	20
Juazeirinho	Prefeitura	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Fossas Sépticas / Sumidouros	25
Juripiranga	Prefeitura	Sim	Sim	-	Sim	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	-
Livramento	Prefeitura	-	-	-	-	Sim	-	Galerias De Águas Pluviais	100
Lucena	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	100
Mari	Prefeitura	Sim	Sim	-	-	-	-	Fossas Rudimentares	60
Massaranduba	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	Sim	Fossas Sépticas / Sumidouros	60
Montadas	Prefeitura	Sim	Sim	-	Sim	-	Sim	Fossas Sépticas / Sumidouros	90
Salgado de São Félix	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	60
Santo André	Prefeitura	Sim	Sim	Sim	-	-	Sim	Fossas Sépticas / Sumidouros	89
São José dos Cordeiros	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	80
São José dos Ramos	Prefeitura	Sim	-	-	-	-	-	Fossas Sépticas / Sumidouros	60
Sobrado	Prefeitura	Sim	Sim	-	-	-	-	Fossas Rudimentares	90
Taperoá	Prefeitura	-	-	-	Sim	-	-	Lançamento em cursos d'água	50
Tenório	Prefeitura	-	-	Sim	-	-	-	Valas A Céu Aberto	100

Legenda: (-) Informação não disponível.
Fonte: SNIS (2022).

Dentre os municípios que compõem o PRH-RPB, somente 26 dispunham de informações disponíveis. Desses, 20 apresentam uma taxa de atendimento igual ou superior a 50%, dentre os quais nove municípios atingem a porcentagem máxima de 100%. Ressalta-se que alguns municípios têm como principal disposição de seus esgotos o lançamento em corpos d'água ou em galerias pluviais, o que que não consiste em soluções adequadas e podem causar, além da problemas ambientais, problemas à saúde da população.

A promoção de práticas sustentáveis de saneamento é viabilizada por meio da regulamentação e fiscalização efetiva das soluções individuais de esgotamento, especialmente em regiões remotas, como propriedades rurais. Nesse sentido, é imperativo que as prefeituras municipais instituam, por meio de legislação específica, a obrigatoriedade da implantação de soluções individuais em locais desprovidos de redes de coleta, estipulando condições claras para instalação e manutenção. Além de proceder o cadastro das residências que adotam soluções individuais, é necessário implementar um processo regular de fiscalização e avaliar a modalidade de prestação do serviço de extração do lodo.

6.2.2 Vazões de Esgoto

Na Tabela 6.7 são apresentadas as vazões de esgoto para cada município pertencentes do PRH-RPB segundo o Atlas Esgotos (ANA, 2017) categorizadas nas seguintes parcelas: sem coleta e sem tratamento, com coleta e sem tratamento, com coleta e com tratamento, e com solução individual.

Tabela 6.7 - Vazões para cada parcela do esgoto nos municípios do PRH-RPB

Município	Vazão sem Coleta e sem Tratamento (L/s)	Vazão com Coleta e sem Tratamento (L/s)	Vazão com Coleta e com Tratamento (L/s)	Vazão de Solução Individual (L/s)
Alagoa Grande	4,8	0,0	11,2	0,3
Alcantil	2,2	0,3	0,0	0,0
Amparo	0,7	0,1	0,1	0,0
Araçagi	4,8	1,7	0,0	0,1
Areial	0,9	2,7	0,0	0,2
Aroeiras	3,8	3,0	0,0	0,3
Assunção	1,5	1,9	0,0	0,1
Barra de Santa Rosa	1,3	8,5	0,0	0,1
Barra de Santana	0,5	0,4	0,0	0,0
Barra de São Miguel	3,2	0,1	0,0	0,1
Bayeux	77,7	25,1	0,0	40,8
Boa Vista	3,0	0,5	0,0	0,0
Boqueirão	6,0	13,5	0,0	0,1
Cabaceiras	1,4	2,0	0,0	0,0
Cabedelo	60,0	0,0	17,7	46,3
Cacimba de Areia	0,4	1,0	0,0	0,0
Cacimbas	0,2	2,0	0,0	0,1
Caldas Brandão	4,5	0,4	0,0	0,1

Município	Vazão sem Coleta e sem Tratamento (L/s)	Vazão com Coleta e sem Tratamento (L/s)	Vazão com Coleta e com Tratamento (L/s)	Vazão de Solução Individual (L/s)
Camalaú	1,8	1,0	0,0	0,0
Campina Grande	95,6	0,0	643,7	45,2
Caraúbas	0,1	0,4	0,0	0,8
Caturité	0,3	1,4	0,0	0,0
Congo	1,6	2,4	0,0	0,4
Coxixola	0,2	0,6	0,0	0,0
Cruz do Espírito Santo	5,5	2,8	0,0	0,1
Cubati	2,9	0,0	1,2	0,0
Desterro	2,6	3,8	0,0	0,0
Fagundes	4,9	1,2	0,0	0,2
Gado Bravo	0,7	0,1	0,0	0,0
Gurinhém	3,8	0,4	0,0	0,2
Gurjão	1,1	0,7	0,0	0,3
Ingá	18,8	1,4	0,0	0,3
Itabaiana	25,0	14,7	0,0	3,5
Itatuba	4,0	1,5	0,0	0,1
João Pessoa	0,0	0,0	1.106,0	0,0
Juarez Távora	4,8	0,6	0,0	0,1
Juazeirinho	1,1	6,2	0,0	0,2
Junco do Seridó	0,6	4,3	0,0	0,4
Juripiranga	13,0	0,9	0,0	0,2
Lagoa Seca	2,8	0,0	9,8	4,2
Livramento	1,8	0,8	0,0	0,8
Lucena	16,5	0,3	0,0	6,3
Mari	13,2	0,1	0,0	0,2
Massaranduba	2,6	1,4	0,0	0,1
Mogeiro	10,8	0,1	0,0	1,0
Montadas	1,1	1,4	0,0	0,0
Monteiro	2,7	2,9	11,9	0,6
Mulungu	3,7	0,3	0,0	0,3
Natuba	2,2	0,3	0,0	0,9
Olivedos	0,3	1,1	0,0	0,2
Ouro Velho	2,0	0,0	0,0	0,0
Parari	0,1	0,2	0,0	0,7
Pedras de Fogo	16,2	0,0	2,8	5,4
Pilar	7,2	1,3	0,0	1,0
Pocinhos	3,8	3,7	0,0	0,3
Prata	2,3	0,0	0,0	0,0
Puxinanã	0,5	1,1	0,0	2,4
Queimadas	9,9	0,0	14,9	2,8
Riachão do Bacamarte	2,2	0,0	0,0	1,0

Município	Vazão sem Coleta e sem Tratamento (L/s)	Vazão com Coleta e sem Tratamento (L/s)	Vazão com Coleta e com Tratamento (L/s)	Vazão de Solução Individual (L/s)
Riachão do Poço	1,3	0,0	0,0	0,2
Riacho de Santo Antônio	0,6	0,8	0,0	0,0
Salgadinho	0,6	0,5	0,0	0,0
Salgado de São Félix	5,6	0,1	0,0	0,0
Santa Cecília	1,7	0,4	0,0	0,0
Santa Rita	112,2	9,8	0,0	21,7
Santo André	0,8	0,0	0,0	0,2
São Domingos do Cariri	0,3	1,0	0,0	0,0
São João do Cariri	0,5	1,8	0,0	0,0
São João do Tigre	0,5	0,9	0,2	0,0
São José dos Cordeiros	0,1	1,2	0,0	0,1
São José dos Ramos	2,5	0,0	0,0	0,2
São Miguel de Taipu	0,9	2,4	0,0	0,1
São Sebastião do Umbuzeiro	1,4	0,0	1,4	0,0
Sapé	20,2	0,0	5,7	3,5
São Vicente do Seridó	6,6	0,1	0,0	0,0
Serra Branca	5,2	2,2	0,0	0,5
Serra Redonda	1,5	1,4	0,0	0,4
Sobrado	0,8	0,0	0,0	0,0
Soledade	2,8	6,5	0,0	0,1
Sumé	9,1	4,1	0,0	0,1
Taperoá	1,4	11,5	0,0	0,2
Teixeira	4,7	4,1	0,0	0,1
Tenório	2,0	0,0	0,0	0,1
Umbuzeiro	1,9	3,6	0,0	0,0
Zabelê	0,5	1,3	0,0	0,0

Fonte: ANA (2017).

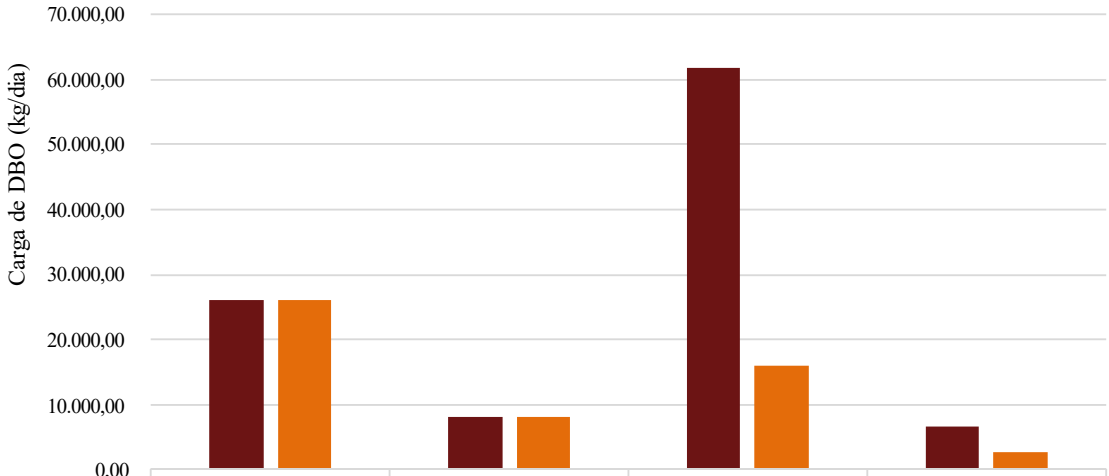
Observa-se que a média da vazão de esgoto sem coleta e sem tratamento nos municípios do PRH-RPB é de 7,7 L/s, enquanto nos municípios em que há sistemas de coleta e tratamento, a média da vazão é de 21,5 L/s, em decorrência das vazões coletadas e tratadas de João Pessoa e Campina Grande.

6.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O parâmetro comumente utilizado na análise de impactos nos corpos receptores e no projeto de sistemas de tratamento, é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que define a fração orgânica dos efluentes originados do esgotamento sanitário (ANA, 2017). Na Figura 6.14 é possível visualizar a quantidade total de carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

gerada e lançada pelos municípios que abrangidos no PRH-RPB para cada categoria de condição do esgoto.

Figura 6.14 - DBO gerada e lançada dos municípios do PRH-RPB



	Sem coleta e sem tratamento	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento	Encaminhada para solução individual
Geração	26.189,10	8.068,40	61.874,80	6.691,10
Lançamento	26.189,10	8.068,40	16.076,50	2.676,40

Fonte: ANA (2017).

Observa-se que metade da carga total de DBO gerada na bacia é despejada sem tratamento, cenário este que pode acarretar danos significativos à qualidade dos corpos hídricos, além de representar potenciais riscos à saúde da população residente na região.

6.2.4 Diluição de Esgoto

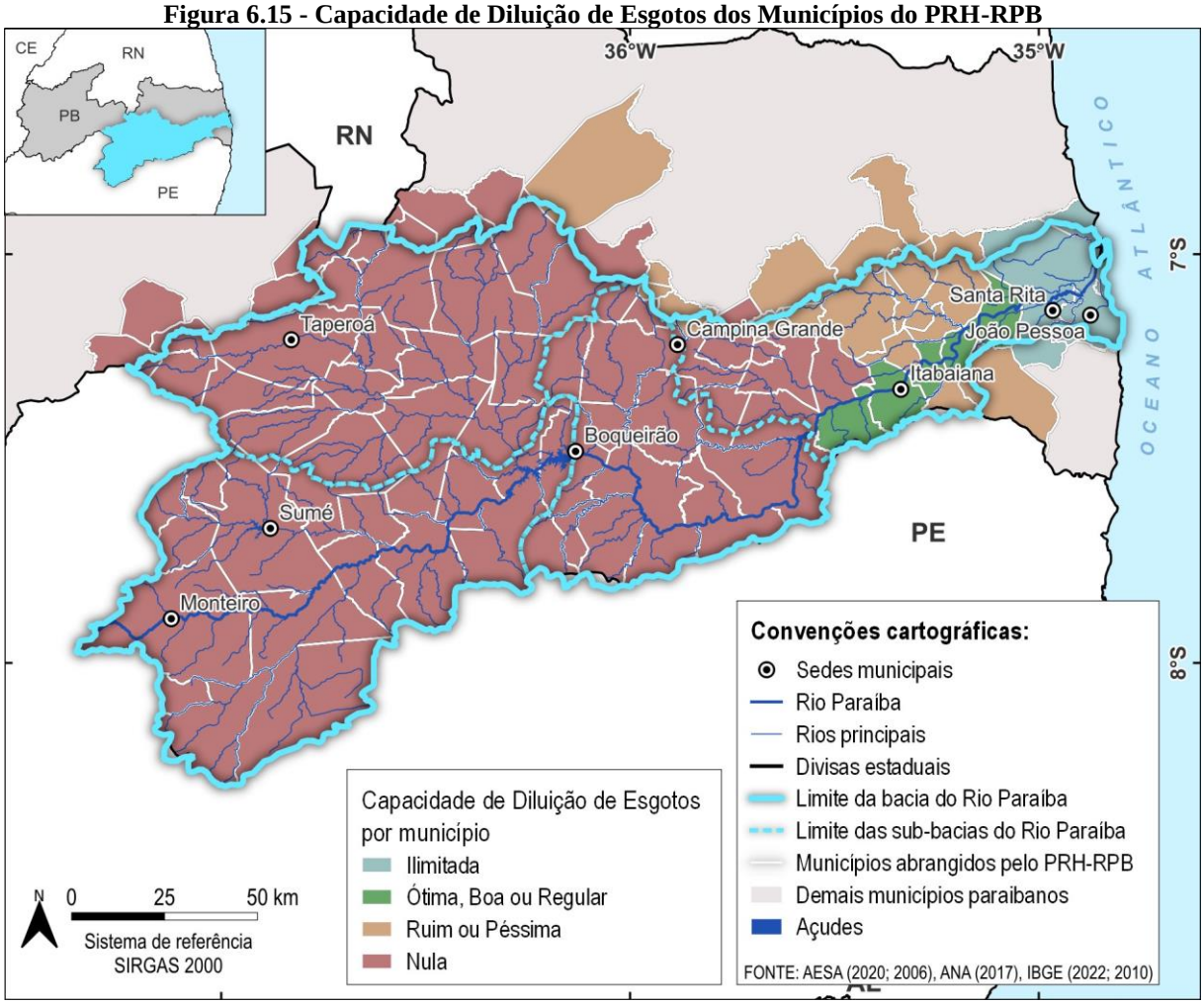
Para avaliar os impactos da carga orgânica no principal corpo hídrico do município, o Atlas Esgoto (ANA, 2017) utilizou a relação entre a disponibilidade hídrica e a população urbana residente na área de contribuição de cada corpo receptor. Esta relação foi utilizada para caracterizar a capacidade de diluição de esgotos de cada município, onde a Tabela 6.8 apresenta as sete classes propostas pelo Atlas Esgotos e agrupa em três categorias para melhor representar a característica da região. Já a Figura 6.15 mostra espacialmente a capacidade de diluição dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.

Tabela 6.8 – Capacidade de Diluição Segundo Atlas Esgotos

Capacidade de Diluição	Disponibilidade Hídrica / População Urbana (L/hab.dia)	Descrição	Quantidade de municípios da BH-RPB
Ilimitada	Não se aplica	Possibilidade de lançamento no mar	5
Ótima	Maior que 11.000	Não há problemas para diluição de efluentes	5
Boa	Entre 4.5000 e 11.000	Pode atender classe 2 com remoção de até 60% da carga orgânica	
Regular	Entre 2.000 e 4.500	Pode atender classe 2 com 60% a 80% de remoção de carga orgânica	
Ruim	Entre 300 e 2.000	Pode atender classe 2 com 90% a 97% de remoção da carga orgânica ou classe 3 com 90% de remoção da carga orgânica gerada	18
Péssima	Menor que 300	Pode atender classe 4	
Nula	Não se aplica	Corpo receptor efêmero ou intermitente sem vazão de diluição	57

Fonte: Adaptado de ANA (2017).

Figura 6.15 - Capacidade de Diluição de Esgotos dos Municípios do PRH-RPB



Fonte: ANA (2017).

Destaca-se que 67% dos municípios do PRH-RPB foram categorizados como com capacidade nula de diluição, os quais encontram-se em região semiárida e necessitam de solução alternativa para a disposição de seus efluentes. Já os municípios litorâneos, que representam 6%, receberam a classificação ilimitada, o que consiste na possibilidade de disposição marítima. Adicionalmente, 21% apresentaram uma classificação considerada "Ruim ou Péssima". Por outro lado, 6% dos municípios foram avaliados como "Ótima, Boa ou Regular".

A população total associada à classificação "Nula", é de quase 650 mil habitantes de 57 municípios. Esse dado reflete a necessidade de atenção prioritária em termos de gestão e infraestrutura para otimizar a capacidade de diluição de esgotos nessas áreas, bem como na identificações de soluções alternativas para esses municípios, como o reúso dos efluentes.

6.2.5 Atendimento e Cobertura do Serviço de Esgotamento Sanitário

Neste item é apresentada a avaliação dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios compreendidos no âmbito do PRH-RPB, por meio do índice de abrangência desse serviço, juntamente com as métricas correspondentes ao número de ligações e economias ativas.

A Tabela 6.9 compila tais informações para os municípios do PRH-RPB que dispõem de serviço de esgotamento sanitário, podendo-se observar que estão em operação 30 sistemas de esgotamento sanitário, beneficiando cerca de 1,2 milhões de habitantes. Contudo, é importante ressaltar que cerca de 611.651 residentes não desfrutam do acesso a esse serviço, o que representa 34% da população local.

Tabela 6.9 - População com esgotamento sanitário nos municípios do PRH-RPB segundo SNIS em 2021

Município	Prestador	População residente total	População residente urbana	População total com esgotamento sanitário	População urbana com esgotamento sanitário
Alagoa Grande	CAGEPA	28.384	17.473	8.665	8.665
Amparo	Prefeitura	2.264	1.152	1.121	1.121
Areial	Prefeitura	7.054	5.015	5.000	5.000
Assunção	Prefeitura	4.067	3.286	3.286	3.286
Barra de Santa Rosa	Prefeitura	15.607	8.771	8.771	6.000
Bayeux	CAGEPA	97.519	96.616	7.590	7.590
Boqueirão	Prefeitura	17.934	12.750	12.684	12.620
Cabedelo	CAGEPA	69.773	69.763	26.699	26.699
Camalaú	CAGEPA	6.048	3.037	290	290
Campina Grande	CAGEPA	413.830	394.489	390.085	390.085
Caraúbas	Prefeitura	4.206	1.636	3.620	1.600
Cubati	CAGEPA	7.866	5.464	108	108
João Pessoa	CAGEPA	825.796	822.680	689.920	689.920
Junco do Seridó	Prefeitura	7.238	4.760	3.500	3.500
Lagoa Seca	CAGEPA	27.728	11.316	341	341
Mogeiro	Prefeitura	13.238	5.917	2.827	2.827
Monteiro	CAGEPA	33.638	22.091	17.267	17.267

Município	Prestador	População residente total	População residente urbana	População total com esgotamento sanitário	População urbana com esgotamento sanitário
Olivedos	Prefeitura	3.989	2.092	3.989	2.092
Ouro Velho	Prefeitura	3.052	2.134	3.039	2.129
Parari	Prefeitura	1.747	972	232	232
Pedras de Fogo	CAGEPA	28.607	17.311	1.112	1.112
Pocinhos	Prefeitura	18.848	10.643	10.580	10.580
Prata	Prefeitura	4.265	2.705	2.688	2.688
Queimadas	CAGEPA	44.388	24.045	795	795
Santa Rita	CAGEPA	138.093	119.047	4.457	4.457
São Domingos do Cariri	Prefeitura	2.645	1.130	905	905
Sapé	CAGEPA	52.977	40.297	9.159	9.159
Sumé	CAGEPA	17.096	13.025	4.872	4.872
Teixeira	Prefeitura	15.333	10.434	10.428	10.428
TOTAL		**1.915.229**	**1.731.428**	**1.234.811**	**1.227.149**

Legenda: (-) Informação não disponível.
Fonte: SNIS (2022).

Adicionalmente, destaca-se que a população total atendida com esgotamento sanitário em todos os municípios é notavelmente próxima do total da população urbana atendida com esgotamento sanitário, somando cerca de 1,2 milhão de habitantes. Nesse contexto, torna-se evidente o déficit de esgotamento sanitário nas zonas ruais, uma vez que menos de 8 mil habitantes correspondem à população rural atendida com esgotamento sanitário.

Já a Tabela 6.10 exibe a quantidade de ligações totais, ligações ativas, além das economias ativas totais no ano de 2021. João Pessoa se destaca como o município com o maior número de economias ativas totais, com 220.014, seguido por Campina Grande, que registrou 120.109 economias. O mesmo padrão é observado nas ligações totais, em que João Pessoa contabilizou 177.449 ligações, seguido por Campina Grande, com 118.468.

Tabela 6.10 - Ligações e economias ativas dos municípios do PRH-RPB segundo SNIS em 2021

Município	Prestador	Ligação Total (ativas + inativas)	Ligação Ativas	Economias Ativas Total
Alagoa Grande	CAGEPA	3.068	2.596	2.638
Amparo	Prefeitura	400	300	-
Areial	Prefeitura	3.000	2.500	3.000
Assunção	Prefeitura	487	487	-
Barra de Santa Rosa	Prefeitura	5.300	2.460	-
Bayeux	CAGEPA	2.919	2.173	2.319
Boqueirão	Prefeitura	3.500	3.450	3.475
Cabedelo	CAGEPA	2.939	2.308	8.241
Camalaú	CAGEPA	136	106	106
Campina Grande	CAGEPA	118.468	97.611	120.109
Caraúbas	Prefeitura	1.600	1.560	1.600
Cubati	CAGEPA	218	33	33

Município	Prestador	Ligação Total (ativas + inativas)	Ligação Ativas	Economias Ativas Total
João Pessoa	CAGEPA	177.449	138.360	220.014
Junco do Seridó	Prefeitura	875	874	-
Lagoa Seca	CAGEPA	140	98	98
Mogeiro	Prefeitura	640	88	-
Monteiro	CAGEPA	7.729	5.763	5.775
Olivedos	Prefeitura	400	400	-
Ouro Velho	Prefeitura	790	790	790
Parari	Prefeitura	236	70	-
Pedras de Fogo	CAGEPA	718	316	327
Pocinhos	Prefeitura	4.652	4.043	-
Prata	Prefeitura	847	672	672
Queimadas	CAGEPA	283	237	239
Riacho de Santo Antônio	Prefeitura	223	81	223
Santa Rita	CAGEPA	1.844	1.393	1.480
São Domingos do Cariri	Prefeitura	500	500	-
Sapé	CAGEPA	3.775	2.805	2.869
Sumé	CAGEPA	2.144	1.713	1.744
Teixeira	Prefeitura	1.065	1.065	-
TOTAL		**346.345**	**274.852**	**375.752**

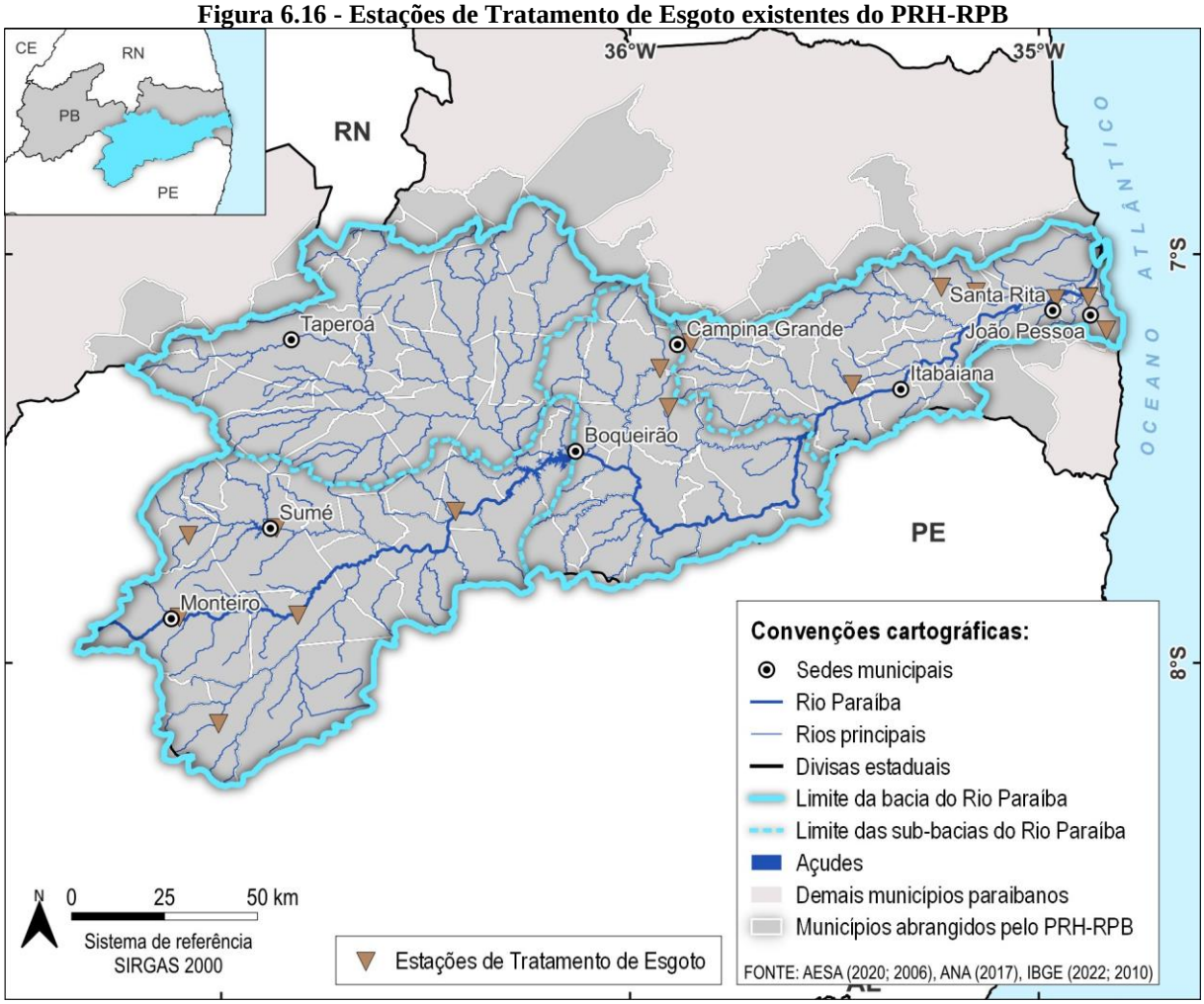
Legenda: (-) Informação não disponível.
Fonte: SNIS (2022).

A quantificação das ligações e economias leva em consideração a presença ou ausência de medição de água. Quando há uma discrepância significativa entre o número de ligações e economias ativas, destaca-se a imperatividade de adotar medidas para a implementação de hidrometração, visando, assim, aprimorar a eficiência na cobrança dos serviços de esgotamento sanitário. Entretanto, esta disparidade não foi identificada nos municípios abordados no âmbito do PRH-RPB, conforme evidenciado no presente relatório, indicando a ausência da necessidade desse ajuste.

6.2.6 Estações de Tratamento de Esgoto

No que concerne às Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) dos municípios do PRH-RPB, de acordo com as informações fornecidas pela atualização do Atlas Esgotos (ANA, 2020), constata-se a existência de apenas 18 ETEs nesse contexto, as quais podem ser visualizadas espacialmente na Figura 6.16.

Figura 6.16 - Estações de Tratamento de Esgoto existentes do PRH-RPB



Fonte: ANA (2020).

Na Tabela 6.11 a seguir, são descritas as ETEs, indicando sua situação operacional e a tipologia de tratamento correspondente. Verifica-se que duas ETEs estão categorizadas como inativas, abandonadas ou desativadas, ao passo que uma encontra-se em fase de projeto, previsão ou planejamento. Ademais, uma estação está em processo de construção ou ampliação, outra apresenta problemas operacionais, restando apenas 13 em pleno funcionamento.

Tabela 6.11 - Estações de Tratamento de Esgoto e suas informações segundo ANA no ano de 2019

Município	Denominação da ETE	Situação operacional	Tipologia de tratamento	Eficiência de remoção de DBO
Cabedelo	EPC ETE Polo de Tratamento do Baixo Roger - Baixo Paraíba	Ativa	EPC - Estação de Pré Condicionamento (Peneiramento/Gradeamento/Primário)	0,40
Camalaú	ETE Camalaú	Em construção/ampliação	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	0,82
Campina Grande	ETE Gloria	Ativa	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação	0,80
Campina Grande	ETE Catingueira - Campina Grande	Problemas operacionais (alagamento, salinização)	Lagoas Aeradas em Série	0,80
João Pessoa	EPC ETE Polo de Tratamento do Baixo Roger - Baixo Paraíba	Ativa	EPC - Estação de Pré Condicionamento (Peneiramento/Gradeamento/Primário)	0,75
João Pessoa	EPC ETE Polo de Tratamento do Baixo Roger - Baixo Paraíba	Ativa	EPC - Estação de Pré Condicionamento (Peneiramento/Gradeamento/Primário)	0,40
João Pessoa	ETE Polo de Tratamento de Mangabeira	Ativa	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	0,40
Lagoa Seca	ETE Lagoa Seca - PB	Ativa	Reator Anaeróbio + Lagoa Decantação/Facultativa/Maturação/Polimento	0,80
Mogeiro	ETE Mogeiro	Projeto/prevista/planejada	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação	0,80
Monteiro	ETE Monteiro	Ativa	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	0,75
Prata	ETE Prata	Ativa	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	0,82
Queimadas	ETE Queimadas	Ativa	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	0,71
Santa Rita	ETE Santa Rita	Inativa/abandonada/ desativada	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação	0,82
São Domingos do Cariri	ETE São Domingos do Cariri	Ativa	Reator Anaeróbio + Disposição no Solo (Infiltração no Solo/Escoamento Superficial/Escada de Aeração)	0,80
São Sebastião do Umbuzeiro	ETE São Sebastião do Umbuzeiro	Ativa	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação	0,80
Sapé	ETE Sapé	Ativa	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação	0,78
Sapé	ETE UHE Santa Helena - Sapé	Ativa	Lagoa Facultativa	0,82
Sumé	ETE Sumé	Inativa/abandonada/ desativada	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação (Sistema Australiano)	0,75

Fonte: ANA (2020).

No que tange à tipologia de tratamento, destaca-se a prevalência do Sistema Australiano, que engloba a combinação de Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa/Lagoa de Decantação, somando seis estações. Dessas, quatro encontram-se ativas e com eficiência acima de 70% de remoção de DBO, indicando uma efetiva implementação e operação dessa modalidade de tratamento nos contextos locais, sugerindo a eficácia desses sistemas nas condições específicas das estações consideradas ativas.

No que concerne à eficiência na remoção de DBO, é evidente que apenas três estações de tratamento de esgoto apresentaram índices inferiores a 50%. Estas são a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Polo de Tratamento do Baixo Roger, localizada no município de Cabedelo, a ETE Polo de Tratamento do Baixo Roger, situada no município de João Pessoa, e a ETE Polo de Tratamento de Mangabeira, também na cidade de João Pessoa, todas com uma taxa de remoção de apenas 40%. Em contrapartida, destacam-se a ETE UHE Santa Helena, no município de Sapé, a ETE Santa Rita, no município de Santa Rita, a ETE Prata, no município de Prata, e a ETE Camalaú, no município de Camalaú, todas com uma eficiência de remoção de 82%.

6.3 SANEAMENTO RURAL

No que tange ao Saneamento Rural do país, o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) tem como base a Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico. A mesma legislação confere o atendimento de saneamento básico da população rural com soluções compatíveis as características da região e tem como base a análise de relatórios e documentos técnicos que tem como partida temas relacionados ao direito humanos, erradicação da pobreza extrema, promoção da saúde e desenvolvimento rural solidário e sustentável (FUNASA, 2019).

No estado da Paraíba, no ano de 2021, foi divulgado a notícia da apresentação na capital de um Programa de Saneamento Rural, do qual se teve acesso apenas ao Manual Operativo do Projeto (MOP) do documento “Projeto Paraíba Rural Sustentável”, de 2020 (PARAÍBA, 2020).

O objetivo central do Programa PB Rural Sustentável consiste em ampliar a disponibilidade de água potável para as famílias das comunidades rurais carentes em todo o estado da Paraíba. Além disso, o programa visa a redução da vulnerabilidade agroclimática e o incremento no acesso aos mercados por parte da população rural em situação de vulnerabilidade socioeconômica no referido estado.

6.4 RESÍDUOS SÓLIDOS

Além dos parâmetros relativos ao abastecimento de água, o manejo de água pluvial e à coleta e tratamento de esgoto, um outro componente da infraestrutura de saneamento municipal hídricos é a gestão de resíduos sólidos urbanos, que exerce influência direta sobre a condição dos recursos hídricos. Esta prática configura-se como um elemento que garante o desenvolvimento

sustentável e a preservação ambiental, compreendendo as etapas de controle, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos provenientes das atividades humanas.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n° 12.305/2010, estabelece os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes referentes à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, englobando também os resíduos perigosos. A legislação determina as responsabilidades dos geradores de resíduos e do poder público, além de definir instrumentos econômicos aplicáveis. Estão sujeitas ao cumprimento desta lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que, direta ou indiretamente, são responsáveis pela geração de resíduos sólidos, assim como aquelas que realizam atividades relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento desses resíduos.

A Norma Brasileira NBR 10.004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos conforme seus potenciais impactos ambientais e para a saúde pública, visando viabilizar uma gestão adequada. Ademais, essa norma estabelece a definição dos resíduos sólidos como:

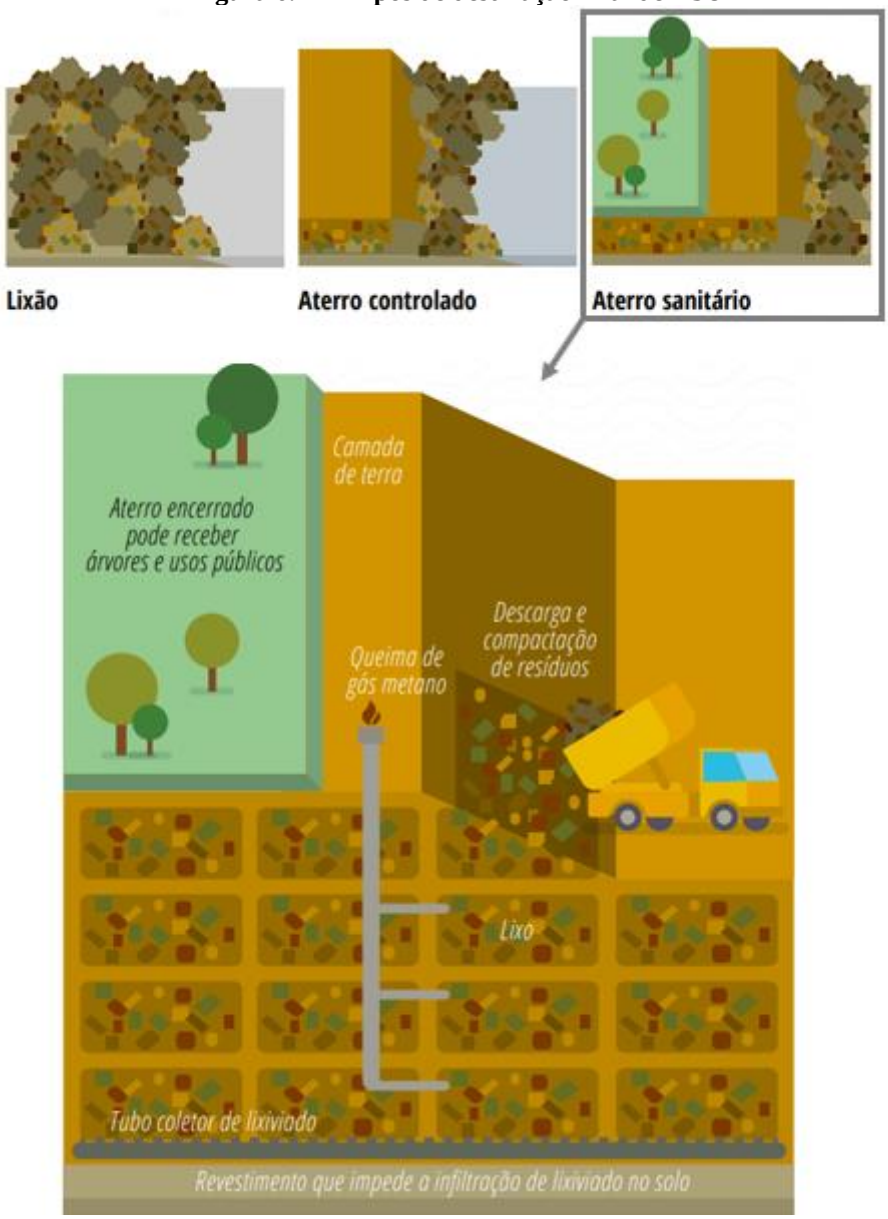
> *"Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível." (ABNT, 2004)*

Os resíduos sólidos precisam ter uma disposição final ambientalmente adequada, ou seja, precisam ser enviados para locais onde existam estruturas com o objetivo de mitigar e minimizar a poluição causada pelos resíduos. O Panorama do Saneamento Básico no Brasil (SNIS, 2021) divide a disposição final de resíduos em três categorias:

- Lixão: Os resíduos são depositados em terrenos à céu aberto, sem tratamento adequado, onde o lixo é depositado de forma desordenada livremente, normalmente em locais sem controle de entrada e saída de pessoas.
- Aterro Controlado: Geralmente são locais com cercamento, com controle de entrada e saída de pessoas, onde normalmente o lixo é despejado e recebe uma camada de terra por cima, mas não possui impermeabilização do solo nem tratamento do chorume gerado.
- Aterro Sanitário: Os aterros sanitários obedecem a legislação, onde o terreno cercado, passa por um processo de impermeabilização do solo, impedindo a contaminação da água subterrânea pelo chorume, com a presença de dutos para escape dos gases e de sistema de drenagem do chorume. É a solução adequada e ideal para a disposição dos resíduos sólidos urbanos. De acordo com a norma NBR 8.419 (ABNT, 1992), os aterros sanitários são definidos como "técnica para a disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem ocasionar prejuízos à saúde pública e à sua segurança, buscando minimizar os impactos ambientais".

O Panorama do Saneamento Básico no Brasil (SNIS, 2021) apresenta a Figura 6.17 que mostra de forma esquemática a diferença entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

Figura 6.17 – Tipos de destinação final de RSU



Fonte: Adaptado de SNIS (2021).

6.4.1 Coleta de Resíduos Sólidos

Entre os municípios do presente PRH-RPB, 51 forneceram dados referentes ao índice de cobertura conforme observado na Tabela 6.12, a qual contém informações disponibilizadas pelo SNIS (2022). Foram utilizados os indicadores IN015 e IN016, que correspondem à Taxa de Cobertura de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) em relação à população total e à população urbana, respectivamente.

Tabela 6.12 - Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. total e a taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. urbana dos municípios do PRH-RPB

Município	Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. total (%)	Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. urbana (%)
Alagoa Grande	84,90	100,00
Alcantil	39,39	100,00
Amparo	50,88	100,00
Aroeiras	73,37	83,94
Assunção	80,80	100,00
Barra de Santa Rosa	52,07	92,65
Barra de Santana	30,58	98,92
Barra de São Miguel	42,13	100,00
Boa Vista	48,02	93,20
Boqueirão	76,15	99,27
Cabaceiras	52,42	99,16
Cabedelo	99,99	100,00
Cacimba de Areia	46,93	99,71
Cacimbas	49,44	98,91
Caldas Brandão	57,20	100,00
Camalaú	50,21	100,00
Campina Grande	92,00	92,00
Caraúbas	68,95	91,69
Congo	73,11	100,00
Cruz do Espírito Santo	45,76	100,00
Cubati	69,46	100,00
Fagundes	49,37	51,52
Gado Bravo	18,09	100,00
Ingá	86,89	100,00
Itatuba	35,56	60,91
João Pessoa	100,00	100,00
Juazeirinho	54,39	100,00
Junco do Seridó	65,76	100,00
Juripiranga	100,00	100,00
Lagoa Seca	43,28	100,00
Livramento	54,99	52,49
Lucena	85,00	86,66
Mari	82,43	100,00
Massaranduba	34,10	71,55
Mogeiro	64,21	100,00
Montadas	100,00	100,00
Olivedos	75,21	100,00
Ouro Velho	69,92	100,00
Parari	55,64	100,00
Pedras de Fogo	99,48	100,00
Pocinhos	69,73	93,96

Município	Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. total (%)	Taxa cobertura da coleta RDO em relação à pop. urbana (%)
Prata	63,42	100,00
Queimadas	85,61	100,00
Riacho de Santo Antônio	68,88	100,00
Salgadinho	65,71	100,00
Salgado de São Félix	53,62	65,86
Santa Rita	100,00	100,00
Santo André	32,77	100,00
São Domingos do Cariri	42,72	100,00
São José dos Cordeiros	45,55	60,52
São José dos Ramos	66,26	98,65
São Miguel de Taipu	33,33	74,97
São Sebastião do Umbuzeiro	54,95	84,72
Sapé	100,00	100,00
Serra Branca	64,89	100,00
Sobrado	11,93	99,57
Sumé	76,19	100,00
Taperoá	59,85	100,00
Teixeira	68,01	99,94
Tenório	53,14	89,38
Zabelê	70,96	100,00

Fonte: SNIS (2022).

A taxa média de cobertura dos municípios do PRH-RPB é de 63% em relação à população total e 94% em relação à população urbana. Os municípios de João Pessoa, Juripiranga, Montadas, Santa Rita e Sapé se destacam dentre os demais ao informar que 100% de seus resíduos são coletados, seja da população urbana como da população total. Por outro lado, Barra de Santana, Gado Bravo, Santo André e Sobrado apresentam as piores coberturas, com menos de um terço da população total atendida; enquanto Fagundes, Itatuba, Livramento e São José dos Cordeiros apresentam os piores atendimentos de suas populações urbanas, com cobertura média de 56% dessa população. Ao considerar a população total, observa-se percentuais reduzidos, evidenciando a necessidade de expansão desse serviço principalmente nas áreas rurais.

6.4.2 Destinação dos Resíduos Sólidos

As informações disponíveis no Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba – PRGIRS (GEOTECHNIQUE, 2014) indicam que 97,6% dos resíduos sólidos provenientes dos municípios que fazem parte do PRH-RPB é destinada aos lixões, abrangendo 83 municípios. Em contraste, apenas 2 municípios, são encaminhados para aterro sanitário, que consiste na solução tida como adequada legalmente.

Já o SNIS (2022), embora com informações mais atualizadas, apresentou dados para apenas 23 municípios (27% do PRH-RPB) e, conforme mostra o Quadro 6.8, mostra uma situação semelhante, com 15 municípios (65% dos que apresentaram dados e 18% dos municípios do

PRH-RPB) destinando seus resíduos para lixões, cinco municípios (22% dos com dados de 6% dos abrangidos no PRH-RPB) encaminham para aterros sanitários, e outros três municípios (13% dos que apresentaram dados e 3,5% dos municípios do PRH-RPB) destinam seus resíduos para aterros controlados.

Quadro 6.8 - Destinação dos Resíduos Sólidos para os municípios do PRH-RPB

Município	Lixão	Aterro controlado	Aterro sanitário	Área de reciclagem de RCC	Unidade de triagem	Unidade de manejo de galhadas e podas	Unidade de compostagem
Alagoa Grande			x				
Amparo	x						
Barra de Santa Rosa	x						
Barra de São Miguel		x					
Boa Vista	x						
Boqueirão	x						
Cacimbas			x				
Campina Grande			x		x		
Fagundes	x						
João Pessoa			x	x	x	x	
Junco do Seridó	x						
Juripiranga		x			x		x
Mogeiro	x						
Salgado de São Félix	x						
Santa Rita			x				
Santo André	x						
São José dos Ramos	x						
São Miguel de Taipu	x						
São Sebastião do Umbuzeiro	x						
Serra Branca	x						
Sumé		x					
Tenório	x						
Zabelê	x						

Fonte: SNIS (2022).

Apesar das disparidades no montante global dos municípios analisados em relação às informações fornecidas por ambas as fontes de dados, é possível identificar uma melhoria ao se comparar os dados provenientes do PRGIRS de 2014 e àqueles registrados SNIS de 2021, uma vez que o número de municípios com encaminhamento de seus resíduos para aterros sanitários aumentou de dois para cinco em 2021. Essas variações sugerem uma possível

evolução nas práticas de gestão de resíduos na região, embora seja pertinente ressaltar que desafios persistentes ainda demandam atenção.

6.4.3 Coleta Seletiva

Consoante o PRGIRS (GEOTECHNIQUE, 2014), constata-se que apenas quatro municípios no estado haviam implementado sistemas de coleta seletiva no período em que foi elaborado o estudo. A necessidade de dados mais recentes e que condizem uma realidade mais atualizada da situação levou à consulta por informações também no SNIS (2022) sobre esse serviço.

O indicador IN030, que se refere à taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município, apresenta que apenas a cidade de João Pessoa forneceu informações, com uma taxa de cobertura de 42,54%. No que tange ao índice IN054, que aborda a massa *per capita* de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva, observa-se a disponibilidade de dados para dois municípios: João Pessoa e Ingá, sendo que João Pessoa apresenta uma massa de 35,06 kg/habitante/ano, enquanto Ingá indica 10,34 kg/habitante/ano. Ambos os municípios estão inseridos no presente PRH-RPB.

6.5 DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A definição e o manejo da gestão das águas pluviais urbanas no âmbito federal são estabelecidos pela Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), que atualizou o marco legal do saneamento no Brasil. Esta legislação abrange as operações, infraestrutura e instalações relacionadas à drenagem de águas pluviais, englobando atividades como transporte, detenção ou retenção para o controle do fluxo durante períodos de cheias. Além disso, a lei contempla o tratamento e a disposição final das águas pluviais drenadas, incluindo medidas como limpeza e fiscalização preventiva das redes.

Conforme pelo Diagnóstico Temático de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (SNIS, 2021), esses serviços têm um papel significativo na prevenção e mitigação de impactos humanos, ambientais e socioeconômicos decorrentes de eventos hidrológicos de grande magnitude, como inundações, enxurradas e alagamentos.

6.5.1 Infraestrutura de drenagem urbana

Para a análise de infraestrutura de drenagem urbana, foram utilizados os dados de cobertura de pavimentação e meio-fio em área urbana (IN020); a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (IN021); e a parcela de domicílios em situação de risco de inundação (IN040), todos obtidos do SNIS (2022).

Conforme é possível verificar com a Tabela 6.13, o índice médio de cobertura de pavimentação, meio-fio dos municípios do RPB é de 69,5%, enquanto a taxa de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana é baixa, de 10,5%. Ressalta-se que apenas 53 municípios do PRH-RPB forneceram dados.

Os municípios de Barra de Santa Rosa, Barra de São Miguel, Cacimba de Areia, Camalaú, Gado Bravo e Mari destacam-se ao indicarem índices de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana de 100%. Em contrapartida, Cubati e Santo André apresentaram as menores taxas, de apenas 0,4% e 0,7%, respectivamente. Quanto à cobertura de vias públicas, apenas quatro municípios apresentaram taxas superiores a 50%, a saber: Boqueirão, Cruz do Espírito Santo, Ingá, Livramento e São Sebastião do Umbuzeiro. Ademais, cerca de 37 municípios apresentam taxas iguais ou inferiores a 10%, dos quais 24 informaram nenhuma cobertura deste tipo. Esses dados evidenciam variações consideráveis na infraestrutura urbana, e permitem identificar as áreas que demandam atenção para promover melhorias eficazes.

Tabela 6.13 - Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio e a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana dos municípios do PRH-RPB

Município	Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio (%)	Taxa de Cobertura de Vias Públicas com Redes ou Canais Pluviais Subterrâneos (%)
Alagoa Grande	55,60	10,40
Alcantil	25,00	0,00
Amparo	80,00	40,00
Aroeiras	92,10	7,10
Barra de Santa Rosa	100,00	30,00
Barra de Santana	61,30	0,00
Barra de São Miguel	100,00	0,00
Boa Vista	46,80	5,40
Boqueirão	94,70	52,60
Cabaceiras	92,30	0,10
Cabedelo	74,10	22,20
Cacimba de Areia	100,00	0,00
Cacimbas	44,40	0,00
Camalaú	100,00	0,40
Campina Grande	78,70	1,70
Caraúbas	81,60	8,70
Congo	68,30	0,00
Cruz do Espírito Santo	96,70	52,70
Cubati	0,40	0,00
Fagundes	75,00	0,00
Gado Bravo	100,00	0,00
Ingá	54,20	54,20
Itatuba	76,70	6,70
João Pessoa	69,40	27,60
Juazeirinho	50,00	10,00
Junco do Seridó	50,00	0,00
Juripiranga	64,10	30,60
Livramento	54,20	50,00
Lucena	25,90	0,00
Mari	100,00	0,00
Massaranduba	55,90	1,50
Mogeiro	38,40	4,00
Montadas	75,00	12,50
Ouro Velho	62,10	0,00
Pocinhos	80,00	0,00
Prata	89,70	0,00

Município	Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio (%)	Taxa de Cobertura de Vias Públicas com Redes ou Canais Pluviais Subterrâneos (%)
Queimadas	81,90	10,90
Riacho de Santo Antônio	65,20	0,00
Salgado de São Félix	93,30	0,00
Santo André	0,70	0,00
São Domingos do Cariri	86,60	14,50
São José dos Cordeiros	53,20	0,00
São José dos Ramos	90,00	10,00
São Miguel de Taipu	80,00	0,00
São Sebastião do Umbuzeiro	90,00	50,00
Sapé	50,90	9,40
Serra Branca	60,00	10,00
Sobrado	75,50	0,00
Sumé	93,30	0,00
Taperoá	72,00	12,00
Teixeira	59,30	13,80
Tenório	40,00	0,00
Zabelê	77,60	0,00

Fonte: SNIS (2022).

A Tabela 6.14 apresenta outras infraestruturas do sistema de drenagem urbana de 53 municípios do PRH-RPB, de onde tem-se que 40% não possuem nenhum tipo de sistema de drenagem, enquanto 15% possuem sistema unitário, 17% possuem sistema exclusivo e 21% possuem sistema combinado. Os outros 7,5% dos municípios apresentaram outro tipo de sistema de drenagem urbana não especificado. Além disso, os municípios de Campina Grande, João Pessoa e Cabedelo foram os que apresentaram maiores quantidade de bocas de lobo e poços de visitas para a captação de águas pluviais em áreas urbanas.

Tabela 6.14 - Infraestrutura de drenagem e manejo das águas pluviais urbana nos municípios do PRH-RPB

Municípios	Sistema de Drenagem Urbana			Captação de Água Pluviais em Áreas Urbanas		
	Tipo de sistema de drenagem urbana	Proporção do sistema exclusiva em relação ao total (%)	Proporção do sistema unitário em relação ao total (%)	Bocas de lobo existentes	Bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas	Poços de visitas (PV) existentes
Alagoa Grande	Combinado	1% a 25%	75% a 99%	13	0	21
Alcantil	Não existe	-	-	0	0	5
Amparo	Combinado	26% a 49%	51% a 74%	10	0	0
Aroeiras	Unitário	-	-	16	5	10
Barra de Santa Rosa	Não existe	-	-	10	0	0
Barra de Santana	Não existe	-	-	0	0	0
Barra de São Miguel	Não existe	-	-	0	0	0
Boa Vista	Exclusivo	-	-	16	3	0
Boqueirão	Combinado	26% a 49%	51% a 74%	20	8	8
Cabaceiras	Outro	-	-	35	0	10
Cabedelo	Exclusivo	-	-	2.435	5	526

Municípios	Sistema de Drenagem Urbana			Captação de Água Pluviais em Áreas Urbanas		
	Tipo de sistema de drenagem urbana	Proporção do sistema exclusiva em relação ao total (%)	Proporção do sistema unitário em relação ao total (%)	Bocas de lobo existentes	Bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas	Poços de visitas (PV) existentes
Cacimba de Areia	Não existe	-	-	0	0	0
Cacimbas	Combinado	26% a 49%	51% a 74%	20	0	20
Camalaú	Unitário	-	-	23	0	11
Campina Grande	Exclusivo	-	-	3.998	0	1.942
Caraúbas	Combinado	1% a 25%	75% a 99%	2	0	3
Congo	Não existe	-	-	0	0	0
Cruz do Espírito Santo	Exclusivo	-	-	50	0	150
Cubati	Não existe	-	-	0	0	0
Fagundes	Exclusivo	-	-	50	0	0
Gado Bravo	Combinado	51% a 74%	26% a 49%	0	0	0
Ingá	Unitário	-	-	52	0	0
Itatuba	Combinado	1% a 25%	75% a 99%	50	10	25
João Pessoa	Exclusivo	-	-	28.444	0	23.629
Juazeirinho	Não existe	-	-	0	0	0
Junco do Seridó	Não existe	-	-	0	0	0
Juripiranga	Unitário	-	-	711	66	0
Livramento	Unitário	-	-	3	0	10
Lucena	Não existe	-	-	0	0	0
Mari	Não existe	-	-	0	0	0
Massaranduba	Outro	-	-	10	0	0
Mogeiro	Exclusivo	-	-	59	0	21
Montadas	Outro	-	-	15	0	0
Ouro Velho	Não existe	-	-	0	0	0
Pocinhos	Outro	-	-	0	0	0
Prata	Não existe	-	-	0	0	0
Queimadas	Combinado	26% a 49%	51% a 74%	75	7	0
Riacho de Santo Antônio	Não existe	-	-	0	0	0
Salgado de São Félix	Combinado	1% a 25%	75% a 99%	20	100	0
Santo André	Não existe	-	-	0	0	0
São Domingos do Cariri	Exclusivo	-	-	8	0	6
São José dos Cordeiros	Não existe	-	-	0	0	300
São José dos Ramos	Unitário	-	-	10	1	0
São Miguel de Taipu	Não existe	-	-	0	0	0
São Sebastião do Umbuzeiro	Unitário	-	-	40	2	120
Sapé	Exclusivo	-	-	100	10	40
Serra Branca	Combinado	75% a 99%	1% a 25%	20	0	0
Sobrado	Não existe	-	-	0	0	0
Sumé	Não existe	-	-	0	0	120
Taperoá	Unitário	-	-	10	0	5
Teixeira	Combinado	1% a 25%	75% a 99%	40	2	21
Tenório	Não existe	-	-	0	0	0

Municípios	Sistema de Drenagem Urbana			Captação de Água Pluviais em Áreas Urbanas		
	Tipo de sistema de drenagem urbana	Proporção do sistema exclusiva em relação ao total (%)	Proporção do sistema unitário em relação ao total (%)	Bocas de lobo existentes	Bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas	Poços de visitas (PV) existentes
Zabelê	Não existe	-	-	0	0	0

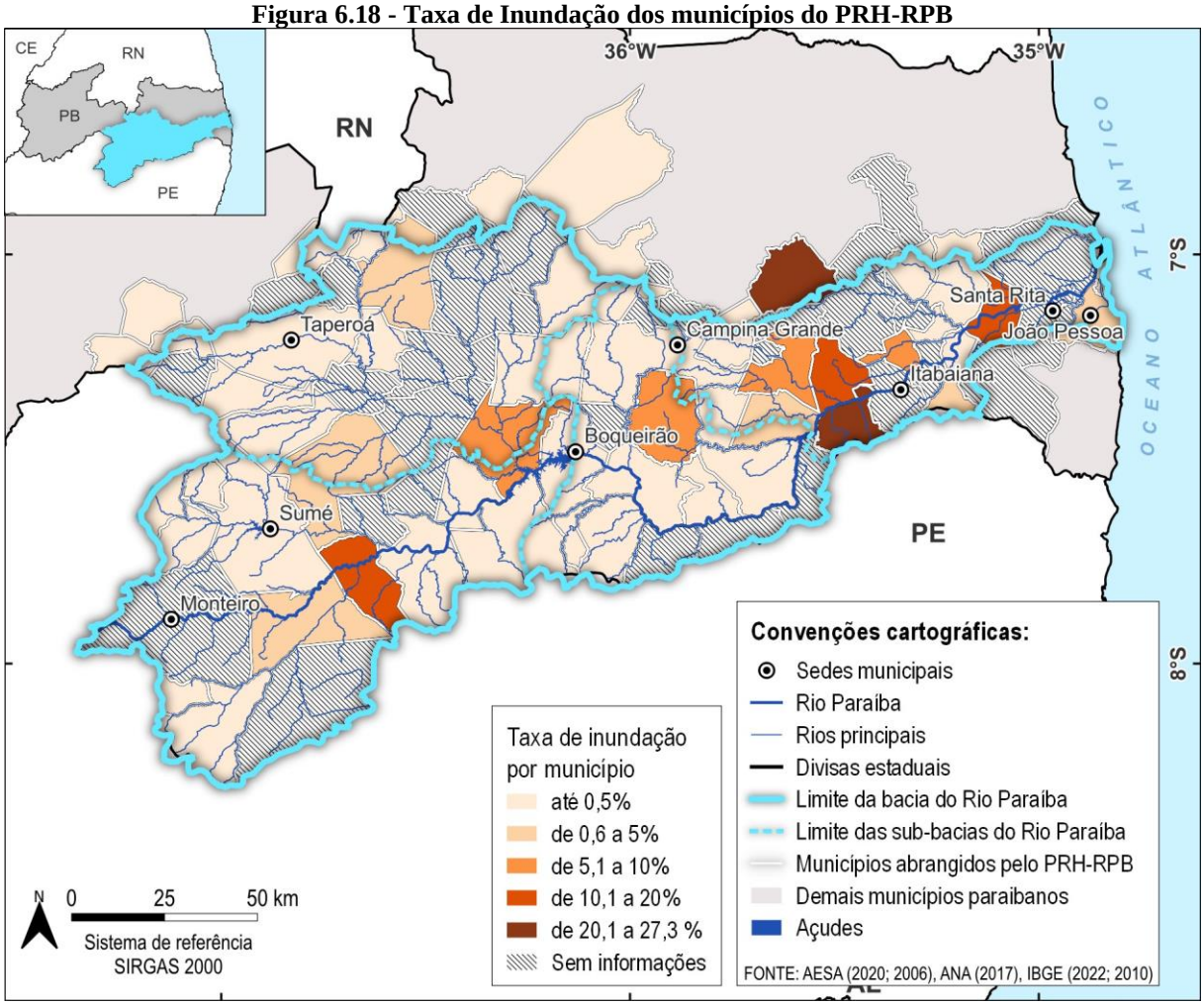
Obs.: Combinado: quando parte do sistema de drenagem é exclusivo e parte é unitário; Unitário: quando 100% do sistema de drenagem recebe águas pluviais e esgotos; Exclusivo: quando 100% do sistema de drenagem é destinado exclusivamente às águas pluviais.
Fonte: SNIS (2022).

6.5.2 Caracterização dos eventos hidrológicos impactantes

Durante eventos de precipitação, as águas pluviais demonstram propensão ao escoamento ou acúmulo, independentemente da existência de infraestrutura de drenagem. Em contextos hidrológicos específicos, como é o caso das inundações, tais fenômenos podem desencadear impactos significativos, resultando em perdas materiais substanciais, perdas de vidas e disseminação de doenças. Esses eventos não apenas amplificam os prejuízos socioeconômicos e de saúde, mas também ressaltam a necessidade de estratégias eficazes para o gerenciamento e mitigação dos riscos associados às precipitações intensas, visando a proteção das comunidades afetadas.

A Figura 6.18 ilustra espacialmente as taxas de inundação dos municípios do PRH-RPB. Dentre os 53 municípios que disponibilizaram informações sobre o tema, 20 apresentaram índice acima de zero.

Figura 6.18 - Taxa de Inundação dos municípios do PRH-RPB



Fonte: SNIS (2022).

É possível perceber que as maiores taxas estão ao longo do Rio Paraíba, mas principalmente na parte baixa da bacia, destacando-se os municípios de Lucena, Salgado de São Félix e Alagoa Grande, com taxas de 47,4%, 27,3% e 25,2%, respectivamente. Em seguida, observam-se os municípios de Mogeiro (19,2%), Cruz do Espírito Santo (17%), Congo (10,4%) e São José dos Ramos (10%), respectivamente.

6.6 CONTROLE DE PRAGAS

A disponibilidade hídrica desempenha um papel fundamental na preservação da vida e no progresso econômico. Concomitantemente, circunstâncias precárias de saneamento, consumo insuficiente ou de qualidade inadequada da água potável ampliam significativamente o risco de propagação de enfermidades transmitidas pela água.

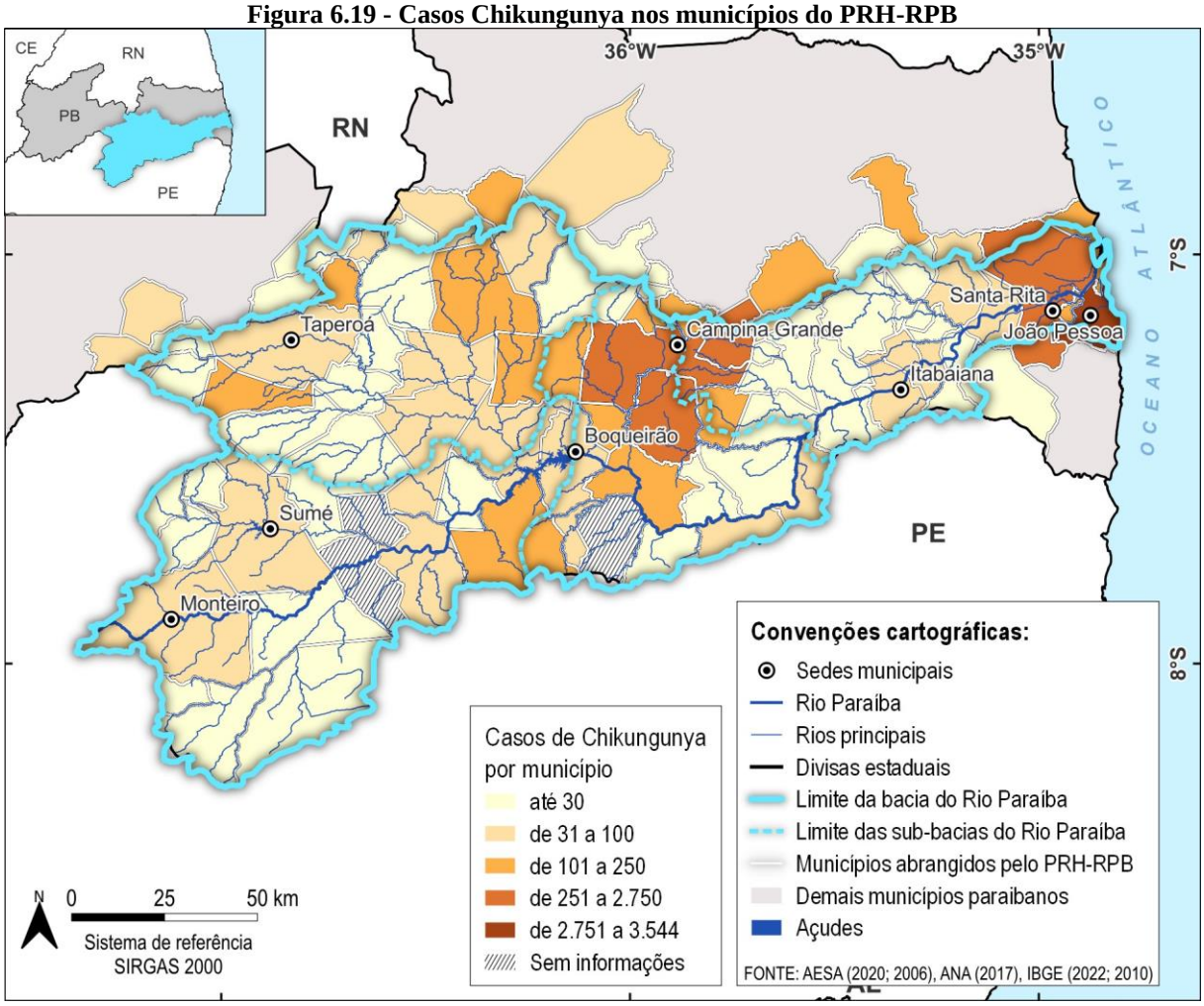
As doenças de transmissão hídrica têm como principal fonte microrganismos patogênicos de origem animal ou humana, com disseminação predominantemente pela via fecal-oral, em que são excretados nas fezes de indivíduos contaminados e, subsequentemente, ingeridos por meio de água ou alimentos contaminados. Neste sentido, dentre as doenças relacionadas à água, destacam-se a esquistossomose, leptospirose e dengue (BRASIL *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2017).

No âmbito do PRH-RPB, as principais doenças de veiculação hídrica são descritas a seguir conforme as informações disponibilizadas no portal do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). As doenças consideradas no escopo desta análise incluem Chikungunya, Dengue, Esquistossomose, Febre Amarela, Febre Tifoide, Leptospirose, Malária e Zika, uma vez que todas possuem associação com a água.

6.6.1.1 Chikungunya

A Febre Chikungunya, uma afecção transmitida por mosquitos, foi verificada em diversos municípios do PRH-RPB, excluindo-se, contudo, as localidades de Alcantil, Congo e Coxixola, que não possuíam registros no DATASUS (2022). Dos 82 municípios restantes, destaca-se a cidade de João Pessoa, que totalizou 3.544 casos confirmados, seguida pelo município de Campina Grande, com 2.717 casos confirmados. A Figura 6.19 apresenta os dados relativos a essa doença na bacia.

Figura 6.19 - Casos Chikungunya nos municípios do PRH-RPB



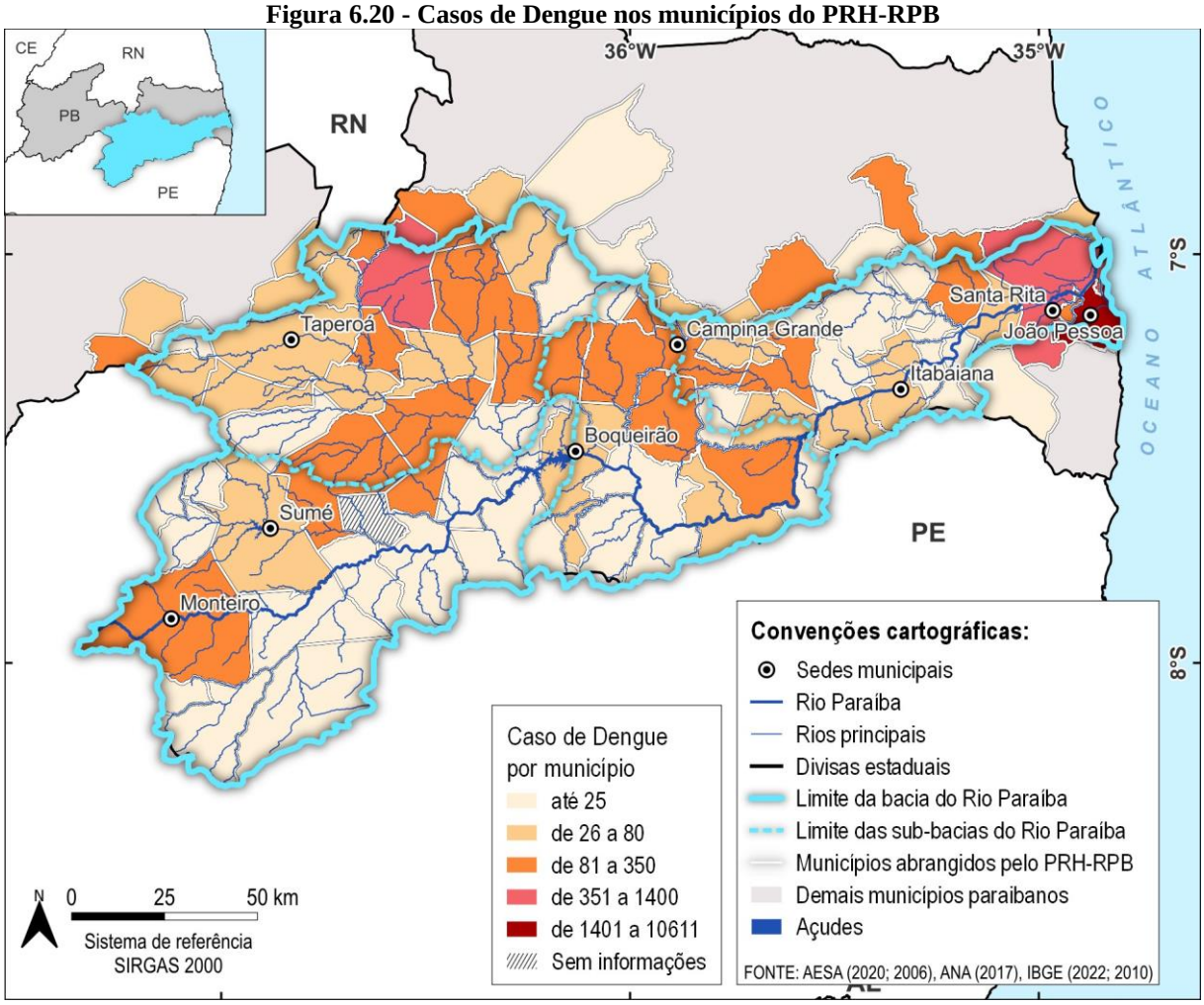
Fonte: DATASUS (2022).

6.6.1.2 Dengue

A ocorrência da infecção pelo vírus da Dengue foi relatada em todos os municípios compreendidos pelo PRH-RPB, com a exceção da cidade de Coxixola (DATASUS, 2022). Dentre os municípios que forneceram registros de casos de Dengue no referido ano, conforme

mostra a Figura 6.20, novamente o município de João Pessoa se destaca, com 10.611 casos em 2022.

Figura 6.20 - Casos de Dengue nos municípios do PRH-RPB

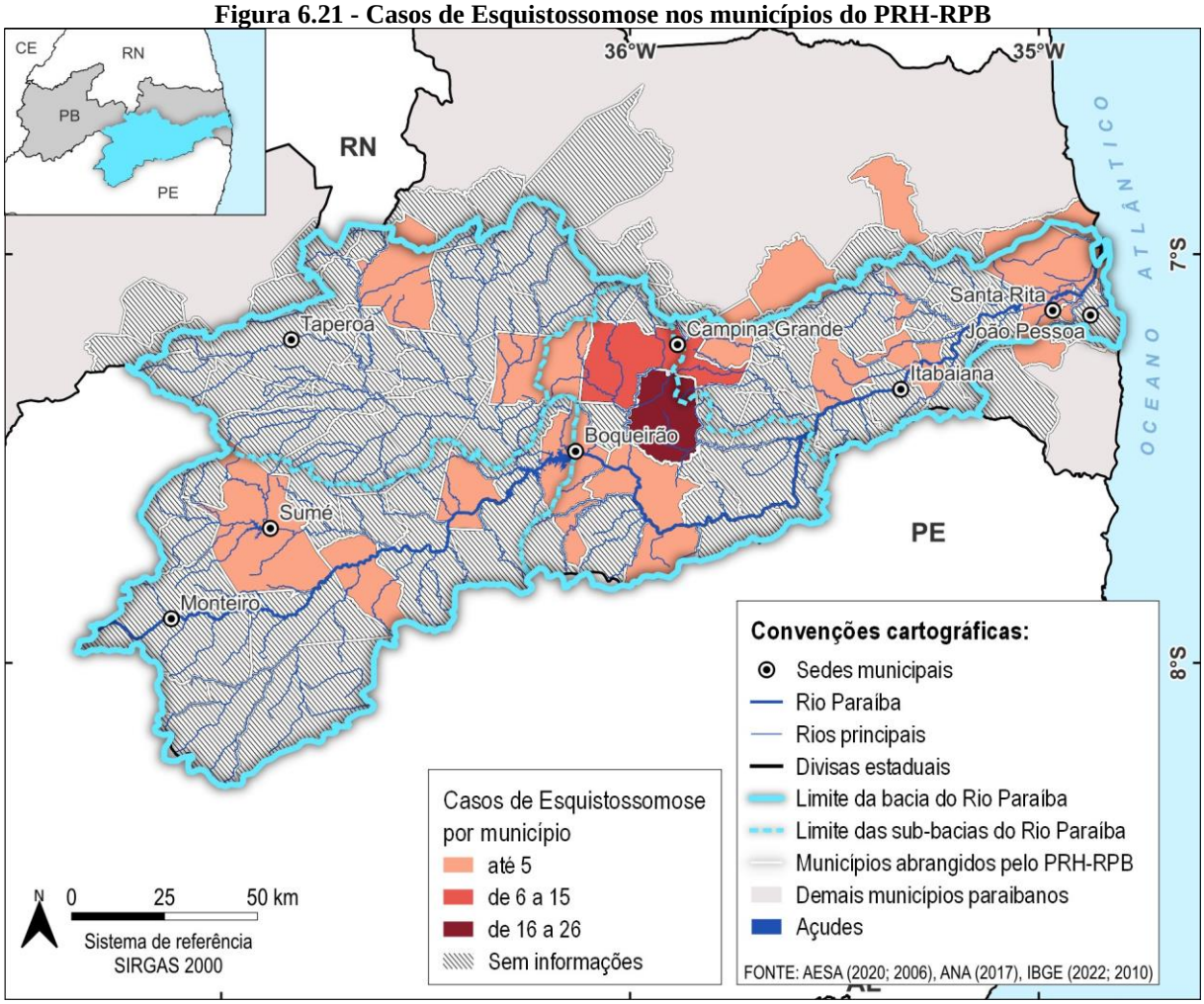


Fonte: DATASUS (2022).

6.6.1.3 Esquistossomose

Houve registro de casos de esquistossomose em 22 municípios integrantes do PRH-RPB ao longo do ano de 2022 (DATASUS, 2022), com o município de Queimadas com a maior quantidade, reportando 26 casos dessa enfermidade. Os dados espacializados dos casos de esquistossomose podem ser vistos na Figura 6.21.

Figura 6.21 - Casos de Esquistossomose nos municípios do PRH-RPB

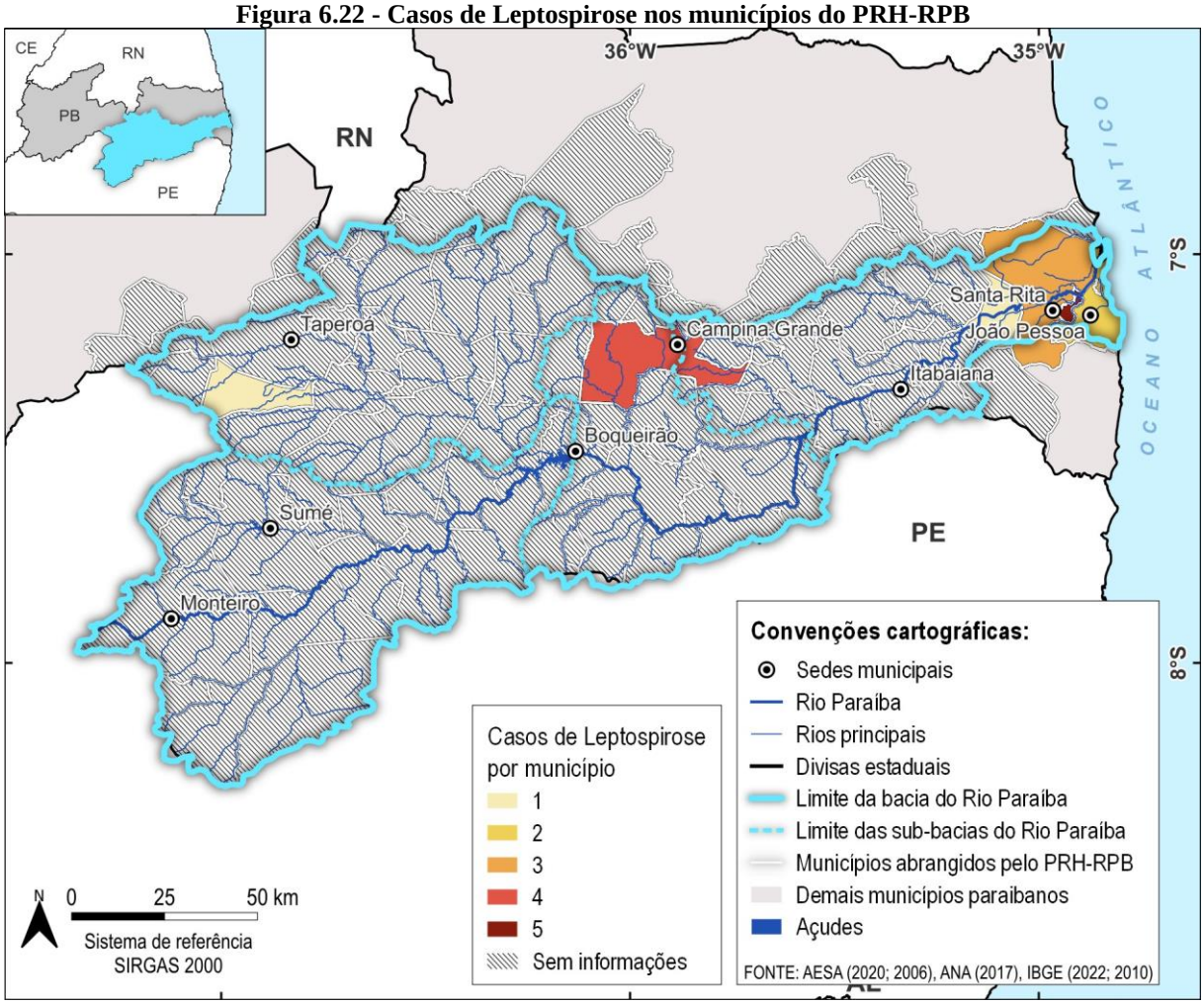


Fonte: DATASUS (2022).

6.6.1.4 Leptospirose

Casos de Leptospirose foram registrados em apenas sete municípios do PRH-RPB (DATASUS, 2022), como mostra a Figura 6.22. O município de Bayeux apresentou o maior número de casos, totalizando cinco registros dessa doença em 2022.

Figura 6.22 - Casos de Leptospirose nos municípios do PRH-RPB

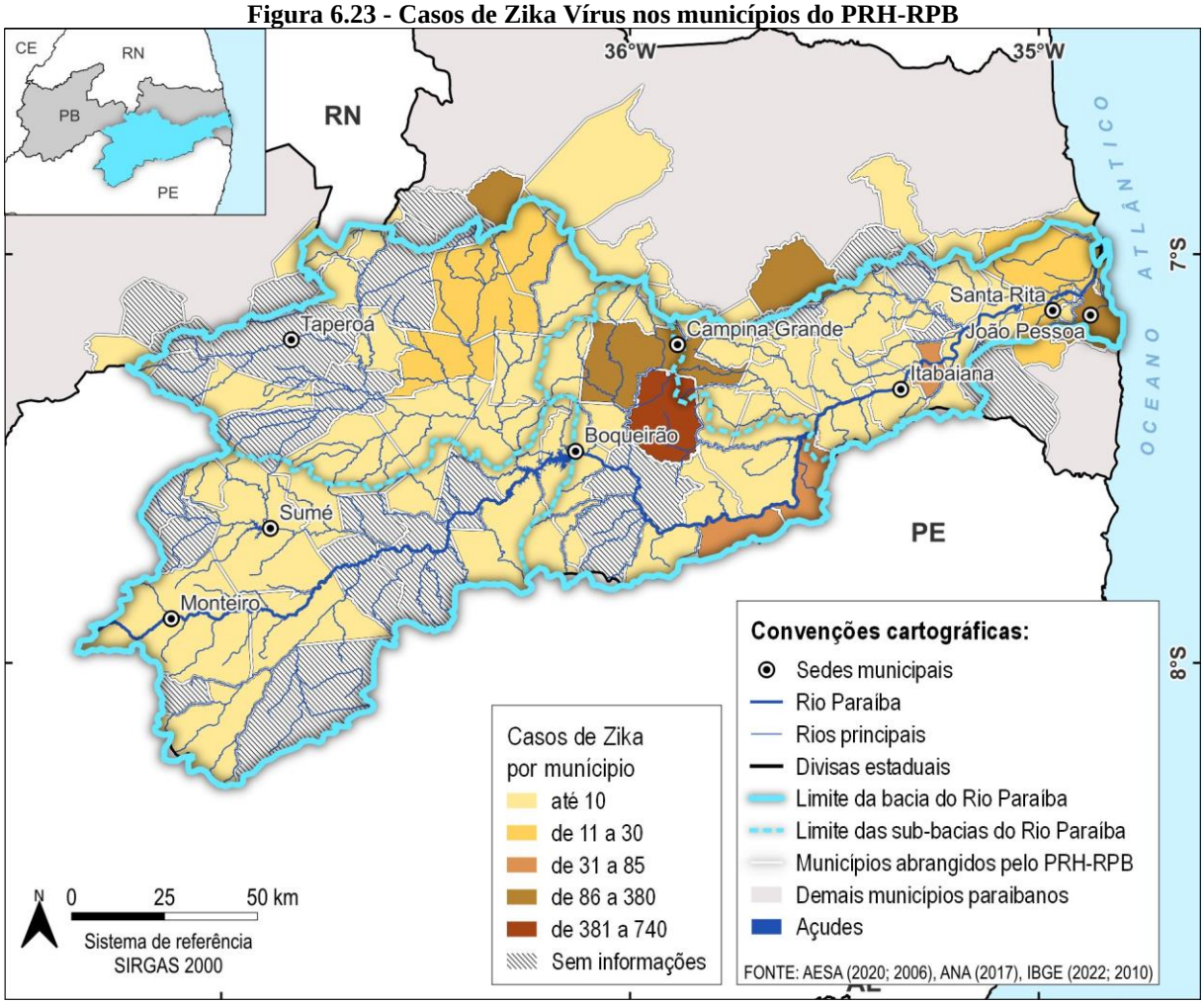


Fonte: DATASUS (2022).

6.6.1.5 Zika Vírus

Os registros de casos de Zika Vírus foram verificados em 60 municípios do PRH-RPB ao longo do ano de 2022 (DATASUS, 2022). Novamente o município de Queimadas apresentou o maior número de casos, totalizando 740 registros dessa enfermidade no período mencionado, como mostra a Figura 6.23.

Figura 6.23 - Casos de Zika Vírus nos municípios do PRH-RPB



Fonte: DATASUS (2022).

Por fim, a Tabela 6.15 apresenta e compila todas as incidências das doenças já apresentadas. Quatro municípios se sobressaem ao registrarem casos das cinco doenças analisadas, a saber: Bayeux, Cabedelo, Campina Grande e Santa Rita. Adicionalmente, nota-se que a dengue foi a doença mais prevalente nessas localidades, com ocorrência de quase 18 mil casos verificados em 84 municípios, seguida pela Chikungunya, somando 13 mil registros em 82 municípios. Ressalta-se que apenas Coxixola não apresentou registros de dados referente às doenças listadas.

Tabela 6.15 - Número de casos das principais doenças de veiculação hídrica na abrangência do PRH-RPB

Município	Chikungunya	Dengue	Esquistossomose	Leptospirose	Zika Vírus
Alagoa Grande	177	124	1	-	141
Alcantil	-	16	-	-	-
Amparo	4	17	-	-	1
Araçagi	236	250	1	-	10
Areial	2	52	-	-	1
Aroeiras	12	96	-	-	2
Assunção	113	65	-	-	1
Barra de Santa Rosa	55	10	-	-	4
Barra de Santana	170	12	5	-	-

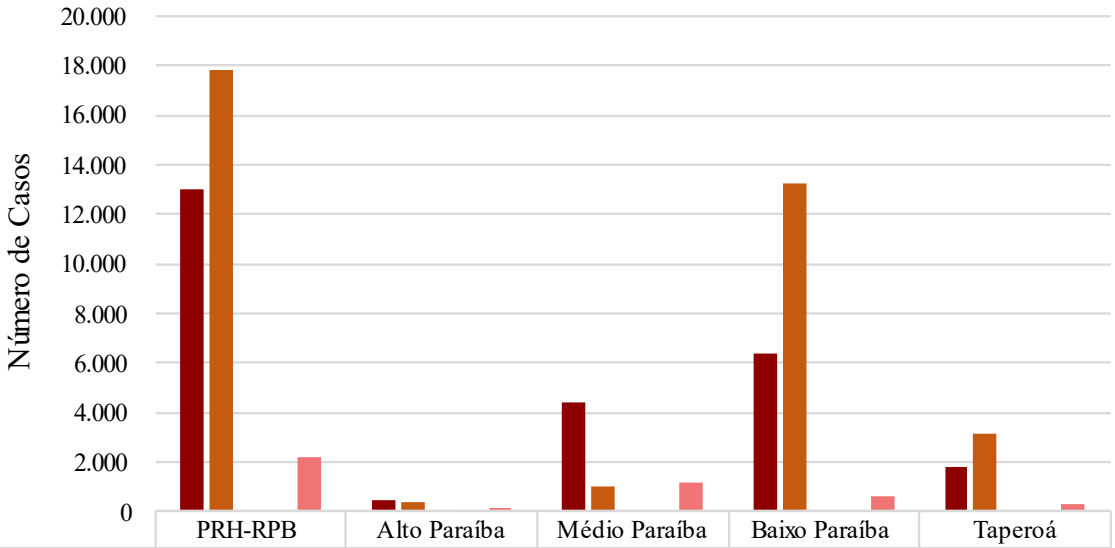
Município	Chikungunya	Dengue	Esquistossomose	Leptospirose	Zika Vírus
Barra de São Miguel	141	17	-	-	1
Bayeux	109	188	1	5	7
Boa Vista	162	94	1	-	2
Boqueirão	79	55	1	-	8
Cabaceiras	78	20	-	-	4
Cabedelo	139	781	3	2	21
Cacimba de Areia	97	31	-	-	-
Cacimbas	2	3	-	-	-
Caldas Brandão	6	7	1	-	1
Camalaú	2	8	-	-	1
Campina Grande	2717	342	14	4	380
Caraúbas	79	17	-	-	-
Caturité	118	69	-	-	4
Congo	-	6	1	-	-
Coxixola	-	-	-	-	-
Cruz do Espírito Santo	100	78	-	1	8
Cubati	162	38	-	-	155
Desterro	2	42	-	-	-
Fagundes	221	17	-	-	2
Gado Bravo	4	33	-	-	1
Gurinhém	7	21	-	-	1
Gurjão	44	65	-	-	30
Ingá	3	103	-	-	1
Itabaiana	33	72	-	-	2
Itatuba	3	33	-	-	1
João Pessoa	3544	10611	-	2	351
Juarez Távora	25	5	-	-	-
Juazeirinho	15	1357	1	-	-
Junco do Seridó	18	50	-	-	1
Juripiranga	2	12	-	-	1
Lagoa Seca	150	41	-	-	2
Livramento	138	26	-	1	5
Lucena	102	38	4	-	1
Mari	3	4	-	-	-
Massaranduba	317	34	1	-	2
Mogeiro	8	25	1	-	1
Montadas	19	29	-	-	1
Monteiro	39	131	-	-	2
Mulungu	16	18	-	-	-
Natuba	97	23	-	-	60
Olivedos	83	40	-	-	16
Ouro Velho	1	3	-	-	-
Parari	10	28	-	-	-

Município	Chikungunya	Dengue	Esquistossomose	Leptospirose	Zika Vírus
Pedras de Fogo	3	12	-	-	-
Pilar	63	16	1	-	59
Pocinhos	6	20	-	-	1
Prata	7	7	-	-	-
Puxinanã	117	89	-	-	1
Queimadas	1086	209	26	-	740
Riachão do Bacamarte	26	28	-	-	1
Riachão do Poço	4	3	-	-	1
Riacho de Santo Antônio	89	49	1	-	1
Salgadinho	15	35	-	-	-
Salgado de São Félix	20	53	-	-	1
Santa Cecília	1	10	1	-	2
Santa Rita	1117	648	2	3	19
Santo André	7	118	-	-	2
São Domingos do Cariri	1	5	1	-	-
São João do Cariri	41	123	-	-	1
São João do Tigre	1	10	-	-	-
São José dos Cordeiros	1	4	-	-	-
São José dos Ramos	46	77	1	-	1
São Miguel de Taipu	3	20	-	-	1
São Sebastião do Umbuzeiro	2	7	-	-	1
São Vicente do Seridó	58	229	-	-	-
Sapé	58	117	-	-	1
Serra Branca	4	94	-	-	2
Serra Redonda	42	39	-	-	-
Sobrado	4	5	-	-	-
Soledade	215	102	-	-	16
Sumé	42	36	1	-	2
Taperoá	81	49	-	-	-
Teixeira	47	143	-	-	1
Tenório	81	136	-	-	9
Umbuzeiro	78	35	-	-	81
Zabelê	4	5	-	-	-

Legenda: (-) Informação não disponível.
Fonte: DATASUS (2022).

A representação gráfica da Figura 6.24 apresenta os números de casos das doenças em análise por sub-bacia, evidenciando que o Baixo Curso do Rio Paraíba possui índices mais elevados de incidência de Dengue, Chikungunya e Leptospirose, totalizando 13.230, 6.351 e 13 casos, respectivamente. Em relação ao Zika Vírus e à Esquistossomose, a sub-bacia do Médio Curso do Rio Paraíba se sobressai, com 1.193 e 47 casos, respectivamente.

Figura 6.24 - Número de casos por sub-bacia do PRH-RPB



	PRH-RPB	Alto Paraíba	Médio Paraíba	Baixo Paraíba	Taperoá
Chikungunya	13.034	480	4.432	6.351	1.771
Dengue	17.790	359	1.029	13.230	3.172
Esquistossomose	70	4	47	16	3
Leptospirose	18	0	4	13	1
Zika Vírus	2.177	97	1.193	627	260

Fonte: DATASUS (2022).

Finalmente, a Paraíba é considerada como uma região livre de circulação viral da Febre Amarela e, como resultado, não apresentou registros de dados no DATASUS durante o ano de 2022. O mesmo padrão foi observado para a Febre Tifoide e a Malária, doenças transmitidas por água e vetores, que também não apresentaram informações na referida base de dados para o mesmo período.

6.7 SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO DO SANEAMENTO AMBIENTAL

A caracterização do saneamento e da saúde pública é essencial para compreender a situação de vida da população e os desafios enfrentados nessas áreas. O saneamento básico é composto por quatro componentes principais: o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta e resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais, e desempenha um papel fundamental na prevenção de doenças, uma vez que quando esses serviços são deficientes, a saúde pública é diretamente afetada.

Boa parte dos municípios da BH-RPB têm seus serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto vinculados a CAGEPA. O abastecimento de água na bacia ocorre por captações superficiais e subterrânea, e segundo o Atlas Água (ANA, 2021), 34% dos mananciais da Bacia estão classificados como de alta ou média vulnerabilidade, o que expõe a fragilidade no abastecimento de água no semiárido. Para contornar a falta de disponibilidade hídrica nos rios intermitentes da Bacia, a alternativa utilizada pela CAGEPA para garantir o abastecimento público dos municípios, é a utilização de adutoras saindo dos açudes da BH-RPB. Para garantir

o atendimento das comunidades e aglomerados mais remotos, são adotadas soluções alternativas como os carros-pipa e as cisternas, principalmente nas comunidades rurais.

Já em relação às soluções de esgotamento sanitário, a situação na BH-RPB é mais precária, com a grande maioria dos municípios sem sistemas de tratamento coletivos. Outra dificuldade para tratar o esgoto na Bacia é o lançamento dos efluentes, já que a maioria dos corpos hídricos não possuem vazão em parte do ano, comprometendo a diluição do efluente tratado. Segundo o Atlas Esgotos (ANA, 2017), grande parte dos municípios da Bacia possuem capacidade de diluição de esgoto nula, com alguns municípios com capacidade ruim ou péssima e poucos municípios confortáveis com capacidades regular, boa, ótima ou ilimitada.

A disposição de resíduos sólidos e os serviços de drenagem estão a cargo principalmente das prefeituras municipais, com o destaque para a grande quantidade de municípios que dispõem seus resíduos em lixões ou valas a céu aberto.

A Figura 6.25 mostra um mosaico de fotografias referentes ao saneamento básico na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.

Figura 6.25 – Fotografias do saneamento básico na BH-RPB

Fotografias de Murilo Nogueira em visita técnica da Cobrape entre os dias 04 e 08 de dezembro de 2023.

A disponibilidade de água é essencial para a saúde e o desenvolvimento econômico, mas condições inadequadas de saneamento e consumo de água de baixa qualidade aumentam o risco de doenças de veiculação hídrica. Essas doenças geralmente afetam populações através de água ou alimentos contaminados.

No contexto do PRH-RPB, as principais enfermidades incluem Chikungunya, Dengue, Zika, Leptospirose e Esquistossomose. Em2022, João Pessoa liderou em casos de Chikungunya e Dengue, enquanto Queimadas teve o maior número de casos de Zika e Esquistossomose. A cidade de Bayeux destacou-se em registros de Leptospirose. Ao todo, Dengue e Chikungunya foram as mais prevalentes, com cerca de 18 mil e 13 mil casos, respectivamente. Além disso, a Paraíba foi considerada livre de Febre Amarela, Febre Tifóide e Malária, sem registros dessas doenças no período analisado.

7 ÁREAS PROTEGIDAS

7.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

As Unidades de Conservação (UC) são um patrimônio da sociedade brasileira, sendo consideradas espaços territoriais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, e têm como principal função a de conservar a riqueza biológica do Brasil e porções significativas das mais diferentes populações, habitats, ecossistemas e águas, além de garantir o uso racional dos recursos naturais por populações. As unidades de conservação são áreas protegidas por lei desde a esfera federal até as esferas municipais, com o objetivo de conservar a biodiversidade e outros atributos naturais neles contidos, com o mínimo de impacto possível.

A Lei nº 9.985, de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o qual classificou as UCs de acordo com as suas características e finalidades, em dois tipos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. As primeiras possuem normas mais restritas e são mais voltadas para a pesquisa e conservação da biodiversidade, sendo que, exceto alguns casos previstos por lei, é admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Já as Unidades de Uso Sustentável são mais voltadas para visitação e atividades educativas e uso sustentável de seus recursos, tendo como objetivo a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável de parte de seus recursos naturais.

Na área estabelecida pela Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba no presente documento, sete UCs são de esfera Federal, sete da esfera Estadual e apenas uma localizada no município de João Pessoa é de esfera Municipal. Além disso, os órgãos gestores variam entre o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba e a Secretária de Meio Ambiente de João Pessoa. Em relação aos tipos, nove são de uso sustentável e seis de proteção integral. Entre esses dois tipos, as Unidades de Conservação ainda são classificadas em categorias: floresta, parque, área de proteção ambiental, refúgio de vida silvestre, monumento natural e reserva particular do patrimônio natural.

O Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal, localizado no município de Campina Grande, consistia em uma Área de Proteção Integral na categoria de Parque Estadual. Contudo, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) realizou vistorias técnicas e concluiu que inexistem componentes ecológicos suficientes que justifiquem a manutenção do espaço protegido, uma vez que a área sofreu com intervenções antrópicas que causaram prejuízos à vegetação nativa local, sendo sua gestão inviável (SUDEMA, 2020).

Na Tabela 7.1 são apresentadas as UCs identificadas na região, conforme MMA (2022). Além disso, foi calculada a porcentagem de área da UC em relação à Bacia. Em geral são áreas pequenas se comparadas com a área da BH-RPB. As APAs do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e Monumento Natural do Arquipélago de São Pedro e São Paulo estão localizadas fora da bacia, contudo, as mesmas são referentes ao município de Cabedelo. O mesmo acontece para a APA Naufrágio Queimado que se encontra no município de João Pessoa.

Tabela 7.1 - Unidades de conservação na região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

Unidade de Conservação	Ato	Esfera	Município	Órgão Gestor	Tipo	Categoria	Situação	Área (km²)	% de Área em relação à bacia
Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo	Decreto S/N de 02-06-2004	Federal	Cabedelo, João Pessoa	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Uso Sustentável	Floresta	Ativo	1,15	0,006%
Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de São Pedro e São Paulo	Decreto 9313 de 19-03-2018	Federal	Cabedelo	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Ativo	384.562,16	*
Monumento Natural do Arquipélago de São Pedro e São Paulo	Decreto 9313 de 19-03-2018	Federal	Cabedelo	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Proteção Integral	Monumento Natural	Ativo	47.199,91	*
Reserva Particular do Patrimônio Natural Engenho Gargaú	Portaria 064/94-N de 14-06-1994	Federal	Santa Rita	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Uso Sustentável	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Ativo	10,36	0,051%
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas	Portaria 1343/1990 de 01-08-1990	Federal	São José dos Cordeiros	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Uso Sustentável	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Ativo	34,48	0,171%
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Santa Clara	Portaria 1344/1990 de 01-08-1990	Federal	São João do Cariri	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Uso Sustentável	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Ativo	7,38	0,037%
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Pacatuba	Portaria 110-N/1995 de 28-12-1995	Federal	Sapé	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Uso Sustentável	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Ativo	2,61	0,013%
Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha	Decreto 21.263 de 28-08-2000 / Decreto 22.878 de 25-03-2002 Revisão dos limites	Estadual	Cabedelo	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba - PB	Proteção Integral	Parque	Ativo	2,31	0,011%

Unidade de Conservação	Ato	Esfera	Município	Órgão Gestor	Tipo	Categoria	Situação	Área (km²)	% de Área em relação à bacia
Área de Proteção Ambiental das Onças	Decreto 22880 de 25-03-2002	Estadual	São João do Tigre	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba - PB	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Ativo	319,07	1,586%
Área de Proteção Ambiental do Cariri	Decreto 25083 de 08-06-2004	Estadual	Boa Vista, Cabaceiras, São João do Cariri	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba - PB	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Ativo	157,47	0,783%
Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira	Decreto 25322 de 09-09-2004 / Decreto 31.126/2010 de 03-03-2010 Alteração de nome	Estadual	Campina Grande	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba - PB	Proteção Integral	Parque	Desafetação da área	2,61	0,013%
Refúgio de Vida Silvestre Mata do Buraquinho	Decreto n° 35.195 de 23-07-2014 / Decreto 39.955 de 10-10-2016 Revisão dos limites	Estadual	João Pessoa	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba - PB	Proteção Integral	Refúgio de Vida Silvestre	Ativo	5,13	0,025%
Parque Estadual das Trilhas	Decreto 37.653 de 15-09-2017	Estadual	João Pessoa	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba - PB	Proteção Integral	Parque	Ativo	5,78	0,029%
Área De Proteção Ambiental Naufrágio Queimado	Decreto 38.931 de 28-12-2018	Estadual	Cabedelo, João Pessoa	Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba - PB	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	Ativo	422,66	*
Parque Natural Municipal do Cuiá - Parque Cuiá	Decreto n° 7.517 de 17-04-2012	Municipal	João Pessoa	Secretaria de Meio Ambiente de João Pessoa - PB	Proteção Integral	Parque	Ativo	0,43	0,002%

Notas: (*) As Unidades de Conservação estão localizadas fora da área da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, contudo, as mesmas são referentes aos municípios de Cabedelo e João Pessoa.
Fonte: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (2022).

7.2 TERRAS INDÍGENAS E TERRITÓRIOS QUILOMBOLAS

O Decreto Federal nº 6.040/2007 estabelece a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, reconhecendo as populações quilombolas como parte desses povos. Conforme a normativa federal, povos e comunidades tradicionais são grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, dotados de relações territoriais específicas. Os territórios quilombolas, definidos pelo Decreto Federal nº 4.887/2003, são considerados como as terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos e utilizadas para a garantia de sua reprodução física, social, econômica e cultural.

Na esfera das normativas estaduais, a Lei Estadual nº 10.320/2014 regulamenta a concessão de títulos de propriedade de terra aos remanescentes de comunidades quilombolas no território do Estado da Paraíba.

No território da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba foram identificadas somente quatro comunidades, conforme detalhado na Tabela 7.2. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) é o órgão responsável pela titulação dos territórios quilombolas mencionados anteriormente. Ademais, ressalta-se que não foram identificadas Terras indígenas na abrangência da Bacia.

Tabela 7.2 - Comunidades Remanescentes de Quilombos da bacia do rio Paraíba

Município	Comunidade	Nº de famílias	Esfera	Nº do processo no INCRA	Decreto no DOU	Fase	Área (km²)
Ingá	Pedra D'Água	98	Federal	54320.000415/ 2005-11	06/12/2013	Decreto	1,32
João Pessoa	Paratibe	114	Federal	54320.001383/ 2007-24	-	RTID	2,67
Mogeiro	Matão	29	Federal	54320.000413/ 2005-13	06/12/2013	Decreto	2,14
Riachão do Bacamarte	Grilo	71	Federal	54320.000289/ 2007-58	06/12/2013	CCDRU	1,39

Fonte: Adaptado de INCRA (2023).

7.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Estabelecendo o novo Código Florestal Brasileiro, a Lei Federal nº 12.651/2012 dispõe normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva legal. Segundo a normativa federal, define-se Área de Preservação Permanente (APP) como uma área protegida, podendo ser coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar da população humana.

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um registro público eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, e tem por finalidade principal unificar as informações ambientais sobre à situação das áreas de preservação permanente (APP), reservas legais, florestas, áreas remanescentes de vegetação nativa, áreas de uso restrito e áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do país.

Conforme indicado no Art. 29 do Código Florestal Brasileiro, o CAR compõe a base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. A partir do banco de dados do CAR, foi possível obter as APPs delimitadas conforme estabelecido pelo Art. 4º da normativa federal 12.651/2012, incluindo as áreas que necessitam de recomposição para preservação do ambiente.

Para a região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, a Área de Preservação Permanente mais relevante é a APP Total. Esta área, localizada dentro de um imóvel rural, é estritamente designada como área de proteção integral, onde qualquer tipo de intervenção ou uso é restrito por lei. As APPs cadastradas no CAR representam cerca de 8,1% do território da Bacia. Na Tabela 7.3 são apresentadas as Áreas de Preservação Permanente por tipo e sua correspondente área na Bacia do Rio Paraíba.

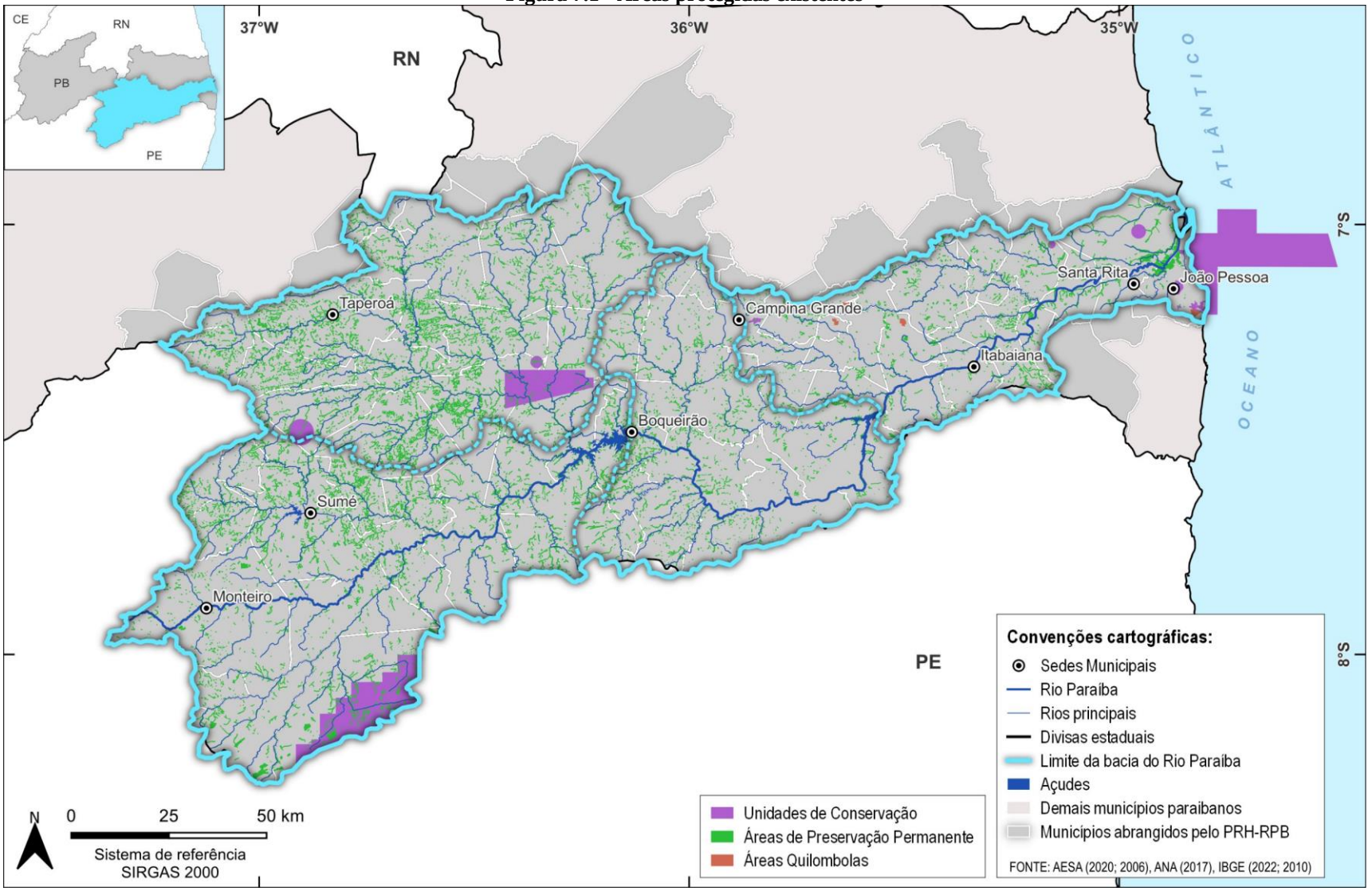
Tabela 7.3 - Áreas de Preservação Permanente na Bacia do Rio Paraíba

Tipo de Área de Preservação Permanente (APP)	Área (km²)
APP em área consolidada	29,617
APP a Recompor de Lagos e Lagoas Naturais	1,318
APP a Recompor de Nascentes ou Olhos D'água Perenes	0,037
APP a Recompor de Rios até 10 metros	41,355
APP a Recompor de Rios de 10 até 50 metros	8,602
APP a Recompor de Rios de 50 até 200 metros	3,497
APP a Recompor de Rios de 200 até 600 metros	0,232
APP a Recompor de Rios com mais de 600 metros	0,074
APP a Recompor de Veredas	0,029
APP de Áreas com Declividade Superior a 45 graus	18,529
APP de Banhado	5,87
APP de Bordas de Chapada	1,977
APP de Lagos e Lagoas Naturais	24,664
APP de Manguezais	22,047
APP de Nascentes ou Olhos D'água Perenes	1,549
APP de Reservatório artificial decorrente de barramento de cursos d'água	75,57
APP de Restingas	0,056
APP de Rios até 10 metros	308,108
APP de Rios de 10 até 50 metros	75,643
APP de Rios de 50 até 200 metros	22,139
APP de Rios de 200 até 600 metros	4,006
APP de Rios com mais de 600 metros	1,577
APP de Topos de Morro	17,999
APP de Veredas	0,585
APP em área antropizada não declarada como área consolidada	124,484
APP em Área de Vegetação Nativa	269,551
APP segundo art. 61-A da Lei nº 12.651/2012	52,592
APP Total	**562,476**

Fonte: Adaptado de CAR (2023).

Na Figura 7.1 são representadas espacialmente as áreas protegidas e os territórios quilombolas do território da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.

Figura 7.1 - Áreas protegidas existentes



Fonte: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (2023).

7.4 SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

O patrimônio arqueológico é reconhecido como parte integrante do Patrimônio Cultural Brasileiro pela Constituição Federal de 1988. Os monumentos arqueológicos são especificamente definidos e protegidos pela Lei Federal nº 3.924/1961. Esta legislação federal estabelece os sítios arqueológicos como locais onde são encontrados vestígios tangíveis de ocupação humana, tais como cemitérios, sepulturas ou locais de pouso prolongado ou de aldeamento, grutas, lapas e abrigos sob rocha, inscrições rupestres ou locais com sulcos de polimento e outros vestígios de atividade humana.

O Centro Nacional de Arqueologia (CNA) desempenha um papel fundamental na elaboração de políticas e estratégias para a gestão do patrimônio arqueológico, a modernização dos instrumentos normativos e de acompanhamento das pesquisas arqueológicas, e cabe ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) a gestão desse patrimônio. O IPHAN é uma autarquia federal vinculada ao ministério da cultura que responde pela preservação do Patrimônio Cultural Brasileiro, protegendo e promovendo os bens culturais do País, assegurando sua permanência e usufruto para as gerações atuais e futuras.

Entre os municípios situados na região da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, 35 municípios abrigam algum tipo de monumento arqueológico, resultando em um conjunto total de 180 sítios cadastrados. O município com mais sítios arqueológicos é o de São João do Tigre com um total de 27 sítios. Na Tabela 7.4 são apresentadas as quantidades de monumentos arqueológicos por sub-bacia, onde destaca-se a sub-bacia de Taperoá com um total de 73 monumentos.

Tabela 7.4 - Quantidade de monumentos arqueológicos por Sub-bacia

Sub-bacia	Quantidade
Alto Curso do Rio Paraíba	55
Médio Curso do Rio Paraíba	30
Baixo Curso do Rio Paraíba	22
Taperoá	73

Fonte: Adaptado de IPHAN (2023).

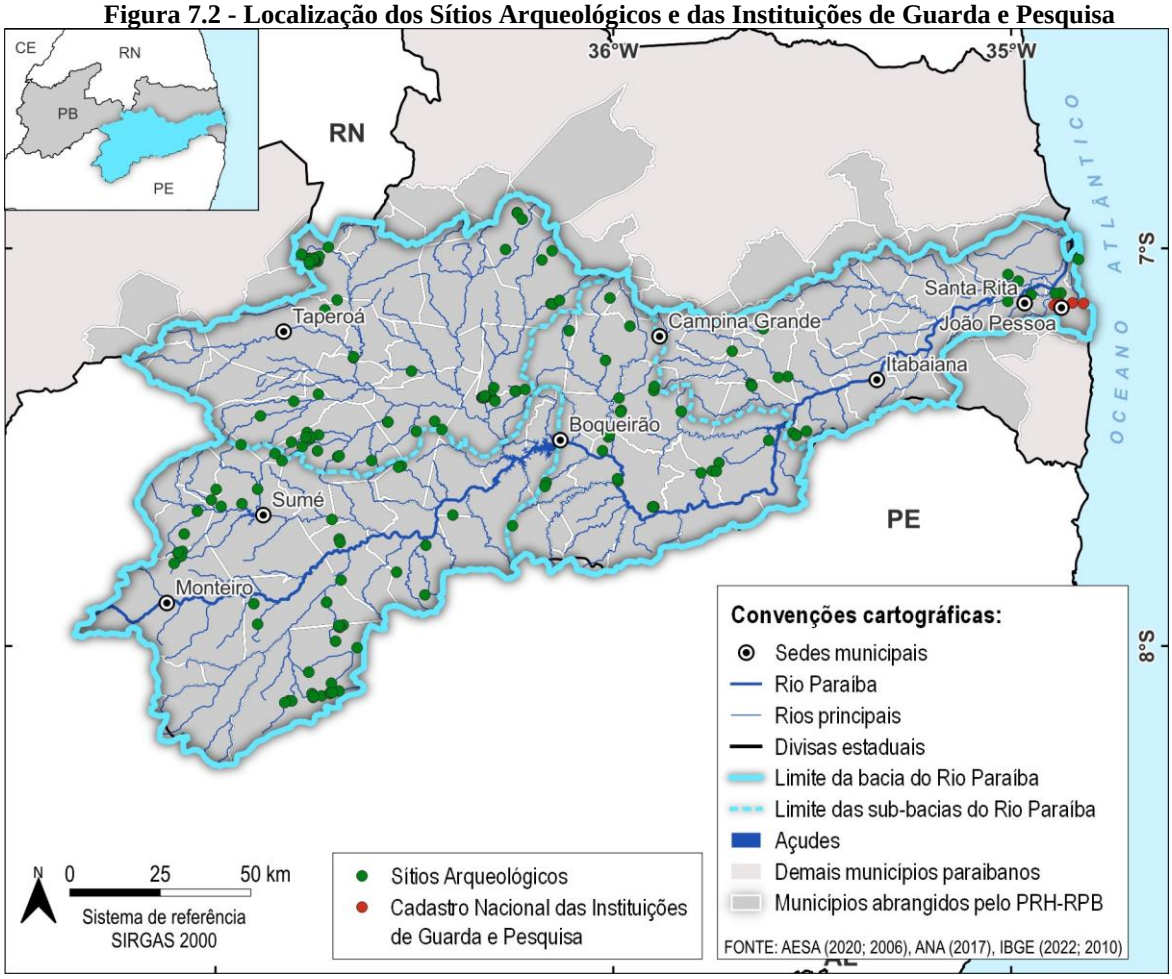
O Cadastro Nacional das Instituições de Guarda e Pesquisa (CNIGP), gerenciado pelo CNA, foi estabelecido para supervisionar as instituições responsáveis pela preservação das coleções provenientes de projetos de pesquisa arqueológica, tanto para controle interno quanto externo. Ao total, na área da Bacia, existem sete dessas instituições localizadas em João Pessoa, com exceção do LABAP, localizado em Campina Grande:

- Secretaria de Educação e Cultura da Paraíba;
- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba (IPHAEP);
- Laboratório de Arqueologia e Paleontologia (LABAP);
- Núcleo de Documentação e Informação Histórica Regional (NDIHR);
- Oficina-Escola de Revitalização do Patrimônio Cultural de João Pessoa;
- Santa Casa de Misericórdia da Paraíba – Junta Administrativa;

- Igreja da Graça – Fazenda da Graça.

A Figura 7.2 representa a localização das instituições mencionadas e dos sítios arqueológicos dentro da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba.

Figura 7.2 - Localização dos Sítios Arqueológicos e das Instituições de Guarda e Pesquisa



Fonte: IPHAN (2023).

7.5 SÍNTESE DAS ÁREAS PROTEGIDAS

As Unidades de Conservação (UC) são áreas protegidas por lei para preservar a biodiversidade e permitir o uso sustentável dos recursos naturais no Brasil. Elas são classificadas em dois tipos: Unidades de Proteção Integral, que permitem apenas o uso indireto dos recursos naturais com exceção dos casos previstos por lei, e Unidades de Uso Sustentável, que tem como objetivo a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável de parte de seus recursos naturais.

Na área da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, existem 15 UCs, sendo sete federais, sete estaduais e uma municipal, administradas por diferentes órgãos ambientais. Essas UCs incluem categorias como parques, florestas e áreas de proteção ambiental. As áreas das Unidades de Conservação são pequenas se comparadas com a área da bacia, sendo que algumas, como a APA Naufrágio Queimado, estão localizadas fora da bacia, mas pertencem a municípios do PRH-RPB.

Cabe ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) fazer a titulação dos quatro territórios quilombolas da região da bacia e que também são protegidos pelo Decreto Federal nº 6.040/2007. Não foram identificadas terras indígenas na abrangência da Bacia.

O Código Florestal Brasileiro estabelece normas para a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal. As APPs são áreas protegidas que, cobertas ou não por vegetação, têm a função de conservar recursos hídricos, biodiversidade e solo, além de promover o bem-estar humano. As APPs registradas no CAR abrangem 8,1% do território da Bacia, com a APP Total sendo a mais relevante, destinada à proteção integral onde qualquer tipo de intervenção ou uso é restrito por lei.

O patrimônio arqueológico é protegido pela Constituição Federal de 1988 e pela Lei nº 3.924/1961, que define e preserva os monumentos arqueológicos, incluindo vestígios de ocupação humana como cemitérios, sepulturas e inscrições rupestres. O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional é o órgão responsável pela gestão desse patrimônio, com apoio do Centro Nacional de Arqueologia na formulação de políticas e acompanhamento de pesquisas.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, 35 municípios abrigam 180 sítios arqueológicos, sendo São João do Tigre o município com mais sítios, somando 27 monumentos. A sub-bacia de Taperoá destaca-se com 73 sítios arqueológicos. Para a preservação das coleções arqueológicas, existem sete instituições na região, sendo a maioria em João Pessoa, com exceção do LABAP, em Campina Grande.

8 ÁREAS DEGRADADAS, SITUAÇÕES EMERGENCIAIS E CONFLITOS EXISTENTES

8.1 ESTUDO DAS ÁREAS DEGRADADAS

O Decreto federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989, considera como área degradada as áreas que são comprometidas, temporária ou definitivamente, suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais, devido aos processos degradantes que resultam em danos ao meio ambiente.

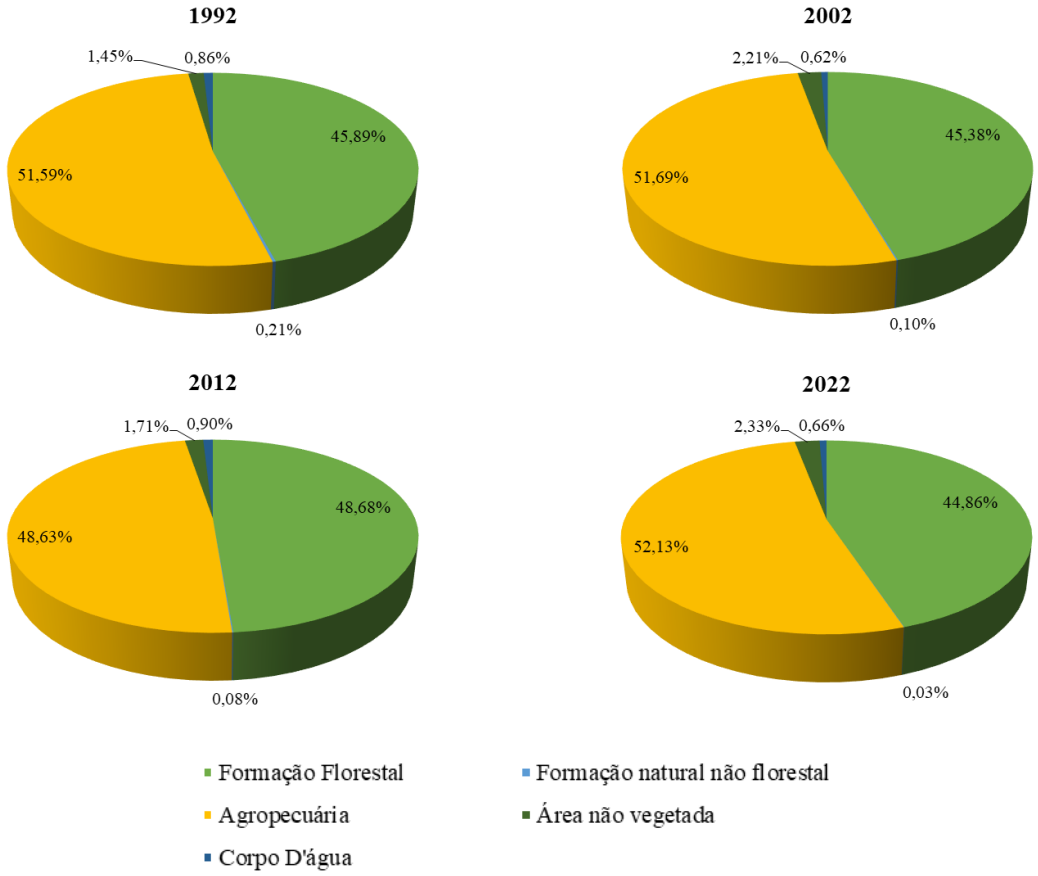
O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB) aponta que os principais conflitos encontrados na região são a contaminação das águas, o esgotamento da capacidade produtiva do solo, a erosão generalizada, a degradação da mata ciliar e a escassez hídrica.

Grande parte da região semiárida, presente na maior parte da região nordestina, vem passando por ações de degradação do solo, geralmente relacionados às atividades agropecuárias e ocupação urbana. Essa área é considerada como uma das principais áreas do mundo susceptível ao processo de desertificação.

As atividades agropecuárias afetam em diversos níveis os recursos hídricos, inicialmente com a retirada da vegetação nativa, sendo a responsável pela perda das matas ciliares, que pode resultar na erosão dos solos e consequente assoreamento do corpo hídrico. Outra consequência é a redução da diversidade vegetal, refletindo-se nas comunidades animais que habitam a área.

Analisando os dados da série histórica disponibilizados pelo projeto MapBiomas na classe nível 1, é possível observar que ao longo dos anos não houve modificações significativas na proporção entre as classes de uso e ocupação do solo dentro da Bacia do rio Paraíba. Isso pode ser explicado devido ao tamanho da bacia hidrográfica e, portanto, grandes alterações de área representam uma porcentagem pequena do total. As mudanças mais significativas ocorreram entre os anos de 2012 e 2022, onde nota-se que houve uma redução de quase 4% na área total de florestas, e um aumento correspondente na área total de agropecuária. O acompanhamento destas modificações foi feito a cada 10 anos entre os anos de 1992 e 2022 e está representado na Figura 8.1.

Figura 8.1 - Distribuição percentual de classes dentro da Bacia do rio Paraíba entre 1992 e 2022



Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022).

Também foi realizado um estudo relativo à taxa de cobertura do uso de solo, levando em consideração a classe nível 2 disponibilizada pelo projeto MapBiomas e a área total das Unidades de Conservação e das Áreas de Preservação Permanente. O objetivo dessa análise é identificar os maiores e menores percentuais de cobertura nas áreas protegidas atuais.

Dessa análise obteve-se a Tabela 8.1, onde é possível notar que uma porcentagem significativa de 38,9% da área total das APP está coberta por pastagem. Outros usos antrópicos nas Áreas de Proteção Permanente somam apenas 22,45 km² da superfície total. Os tipos de APP mais afetados são as APP Total e as APP de Rios até 10 metros. Apesar das APP em área de vegetação nativa possuir uma vasta área ainda coberta por vegetação, 28% da sua área é ocupada por pastagem.

Conforme estabelece o Código Florestal Brasileiro em seus Artigos 7º e 8º, a vegetação situada em Área de Preservação Permanente deve ser mantida pelo proprietário da área e cabe a este promover a recomposição da vegetação em casos de supressão de vegetação. O uso dessas áreas é somente permitido nas APP em hipóteses de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas na normativa federal.

Essa análise destaca a necessidade de adotar medidas efetivas para assegurar a conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Código Florestal. É fundamental não apenas o cumprimento legal, mas também preservar a integridade dessas áreas protegidas. Nesse sentido,

abordagens estratégicas e colaborativas são necessárias, possivelmente requerendo estratégias que envolvam os proprietários das terras alinhados com os órgãos governamentais e outras partes interessadas para promover a restauração e proteção desses ecossistemas.

A implementação de planos de restauração, sensibilização e fiscalização desempenham um papel crucial na reversão do uso inadequado do solo e na promoção da recuperação das áreas degradadas. Essas ações são essenciais para garantir a preservação a longo prazo da biodiversidade e dos recursos naturais presentes nas áreas protegidas.

Tabela 8.1 - Área referentes ao uso do solo dentro das Áreas de Proteção Permanente em km²

Tipo	Silvicultura	Apicum	Aquicultura	Rio, Lago e Oceano	Área Urbanizada	Outras Áreas não Vegetadas	Cana	Mosaico de Usos	Pastagem	Formação Savânica	Formação Florestal	Formação Campestre	Mangue	Campo Alagado e Área Pantanosa	Outras Lavouras Temporárias	Outras Formações não Florestais
APP em área consolidada	-	-	-	0,176	0,01	0,312	0,866	5,92	16,919	5,066	0,346	0,001	-	-	0,001	-
APP a Recompor de Lagos e Lagoas Naturais	-	-	-	0,062	-	0,004	0,009	0,274	0,725	0,219	0,023	0,001	-	-	-	-
APP a Recompor de Nascentes ou Olhos D'água Perenes	-	-	-	-	-	-	-	0,009	0,015	0,011	0,002	-	-	-	-	-
APP a Recompor de Rios até 10 metros	-	-	-	0,139	0,011	0,231	0,547	6,683	23,089	9,145	1,46	0,005	0,019	0,025	-	-
APP a Recompor de Rios de 10 até 50 metros	-	-	-	0,05	0,004	0,065	0,033	1,257	5,274	1,83	0,059	0,001	0,027	-	-	-
APP a Recompor de Rios de 50 até 200 metros	-	-	0,003	0,096	-	0,022	0,37	1,617	0,73	0,583	0,052	-	0,022	0,002	-	-
APP a Recompor de Rios de 200 até 600 metros	-	-	-	0,002	-	-	0,006	0,035	0,157	0,021	-	-	0,006	0,004	-	-
APP a Recompor de Rios com mais de 600 metros	-	-	-	0,018	-	-	-	0,049	-	0,005	0,002	-	-	-	-	-
APP a Recompor de Veredas	-	-	-		-	0,001	-	-	0,024	0,004	-	-	-	-	-	-
APP de Áreas com Declividade Superior a 45 graus	-	-	-	0,006	-	0,042	-	0,337	0,627	17,205	0,305	0,006	-	-	-	-
APP de Banhado	-	0,04	-	1,61	-	-	0,009	0,906	1,122	1,839	0,315	-	0,006	0,02	-	-
APP de Bordas de Chapada	-	-	-	-	-	-	-	0,044	0,158	1,776	-	-	-	-	-	-
APP de Lagos e Lagoas Naturais	-	-	-	0,231	0,009	0,183	0,09	3,19	12,332	8,224	0,276	0,004	0,099	0,014	0,004	0,005
APP de Manguezais	0,081	0,011	0,048	1	0,002	0,008	0,279	1,003	-	-	1,018	-	18,4	0,186	-	-
APP de Nascentes ou Olhos D'água Perenes	-	-	-	0,01	-	0,003	0,021	0,262	0,478	0,585	0,19	-	-	-	-	-
APP de Reservatório artificial decorrente de barramento de cursos d'água	-	-	-	1,362	0,039	0,73	0,248	11,444	37,643	23,357	0,708	0,014	0,003	0,019	-	-
APP de Restingas	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	0,054	-	-	-
APP de Rios até 10 metros	0,093	-	0,007	0,73	0,074	2,029	0,979	37,263	131,561	125,69	8,692	0,046	0,499	0,424	0,012	-
APP de Rios de 10 até 50 metros	-	-	-	0,375	0,015	0,481	0,329	10,673	36,533	25,07	0,903	0,007	1,248	0,01	-	-
APP de Rios de 50 até 200 metros	0,028	-	0,005	0,27	0,008	0,114	1,462	5,477	6,967	5,764	0,303	0	1,729	0,012	0,001	-
APP de Rios de 200 até 600 metros	-	-	-	0,246	-	0,002	0,01	0,353	0,851	0,909	0,078	-	1,54	0,017	-	-
APP de Rios com mais de 600 metros	-	-	-	0,029	-	-	-	0,59	0,477	0,271	0,019	-	0,156	0,035	-	-
APP de Topos de Morro	-	-	-	0,015	-	0,132	-	1,082	0,991	15,721	0,046	-	-	-	-	-
APP de Veredas	-	-	-	-	-	0,017	-	0,066	0,279	0,223	-	-	-	-	-	-
APP em área antropizada não declarada como área consolidada	-	0,046	0,046	2,535	0,043	0,929	0,645	15,208	45,622	50,277	2,872	0,018	6,038	0,201	0,03	-
APP em Área de Vegetação Nativa	0,09	-	-	1,494	0,022	1,547	0,178	29,232	75,894	140,984	6,511	0,033	13,26	0,257	0,008	0,005
APP segundo art. 61-A da Lei nº 12.651/2012	-	-	0,003	0,357	0,015	0,314	0,962	9,649	28,577	11,09	1,52	0,007	0,072	0,027	-	-
APP Total	0,176	0,05	0,053	5,295	0,146	3,644	3,316	70,934	223,886	222,335	12,469	0,074	19,314	0,707	0,033	0,005
Total por tipo de uso do solo	**0,468**	**0,147**	**0,165**	**16,11**	**0,398**	**10,81**	**10,36**	**213,557**	**650,931**	**668,204**	**38,169**	**0,217**	**62,492**	**1,96**	**0,089**	**0,015**

Fonte: Elaborado por COBRAPE (2023).

A Tabela 8.2 detalha a distribuição das áreas por tipo de uso de solo dentro das Unidades de Conservação. Analisando de forma geral, as UCs ainda mantêm uma extensa porção de seu território ocupada por formações savânicas ou florestais, representando 64% do total, enquanto cerca de 19% são destinados à pastagem. As Áreas de Proteção Integral ocupam apenas 1,3% do território com áreas urbanizadas, mas cabe ressaltar que conforme as normativas estaduais que instituem as Unidades de Conservação, é permitido a manutenção das edificações de órgãos estaduais e federais existentes dentro dos limites físicos que constituem as UCs, bem como atividades de captação de água.

As Áreas de Proteção Ambiental das Onças e do Cariri possuem parte do território com ocupação por pastagem, com cerca de 15% e 31% correspondentes às suas áreas totais, respectivamente. Essas regiões são as mais impactadas pela ação antrópica entre as UCs localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Embora ambas as Unidades de Conservação ainda não tenham um plano de manejo estabelecido, o plano para a APA do Cariri foi apresentado em audiência pública no início de 2023 e está em andamento. Até o momento, a única Unidade de Conservação que possuí plano de manejo implementado nos limites da Bacia do rio Paraíba é a Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo.

A APA das Onças, apesar de ter uma área significativa de uso destinado a pastagem, também possui a maior área de formação savânica, que corresponde à mais de 66% do seu território com 204 km² e representando a maior área dentre as unidades de conservação com esse tipo de cobertura vegetal. A Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas possui praticamente a integridade do seu território coberto pela formação savânica, tendo apenas 3% da sua área em outros usos.

O Parque Estadual das Trilhas é uma área de proteção integral e possui cerca de 67% da sua área coberta por formação florestal. As áreas de mangue estão presentes apenas nessa unidade de conservação e na Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, além das áreas constantes nas Áreas de Preservação Permanente.

A análise das diferentes Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente revela uma realidade variada em relação à ocupação do solo e à necessidade de implementação de planos de manejo para que uma análise de áreas degradadas possa ser aprofundada. Áreas em que a ação antrópica causou a intervenção ou a supressão de vegetação nativa, e que não esteja previsto em lei, devem ser promovidas a recomposição da vegetação pelo responsável.

Conforme a Instrução Normativa ICMBIO nº 11 de 11 de dezembro de 2014, a recuperação ou restauração de áreas degradadas ou perturbadas dentro de Unidades de Conservação sem Plano de Manejo terão a elaboração e execução condicionadas ao Auto de Infração e acompanhamento da Coordenação Regional. Para as Áreas de Preservação Permanente, o Código Florestal Brasileiro estabelece que cabe ao proprietário da área promovera recomposição da vegetação.

Tabela 8.2 - Área referentes ao uso do solo dentro das Unidades de Conservação em km²

Unidade de Conservação	Tipo	Rio, Lago e Oceano	Afloramento Rochoso	Área Urbanizada	Praia, Duna e Areal	Outras Áreas não Vegetadas	Cana	Mosaico de Usos	Pastagem	Formação Savânica	Formação Florestal	Formação Campestre	Mangue	Campo Alagado e Área Pantanosa	Outras Lavouras Temporárias
Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo	Uso Sustentável	0,107	-	0,006	-	-	-	0,054	-	-	0,536	-	0,413	0,03	-
Área de Proteção Ambiental das Onças	Uso Sustentável	0,249	0,028	-	-	4,109	-	51,278	48,522	204,767	-	0,025	-	-	0,012
Área de Proteção Ambiental do Cariri	Uso Sustentável	0,186	-	-	-	3,682	-	24,984	49,174	79,4	0,035	-	-	-	-
Refúgio de Vida Silvestre Mata do Buraquinho	Proteção Integral	-	-	0,006	-	-	-	0,126	-	-	4,976	-	-	0,02	-
Parque Estadual das Trilhas	Proteção Integral	0,031	-	0,138	0,025	0,006	0,003	1,141	-	-	3,806	-	0,486	0,101	-
Parque Natural Municipal do Cuiá - Parque Cuiá	Proteção Integral	-	-	0,002	-	-	-	0,115	-	-	0,314	-	-	-	-
Reserva Particular do Patrimônio Natural Engenho Gargaú	Uso Sustentável	-	-	-	-	-	0,27	0,676	-	-	9,24	-	-	0,174	-
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas	Uso Sustentável	-	-	-	-	0,055	-	0,301	0,781	33,348	-	-	-	-	-
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Santa Clara	Uso Sustentável	-	-	-	-	0,04	-	0,493	2,651	4,191	-	-	-	-	-
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Pacatuba	Uso Sustentável	0,012	-	-	-	0,01	0,176	1,138	0,044	-	1,231	-	-	-	-
Área de Proteção Ambiental Naufrágio Queimado	Uso Sustentável	0,009	-	-	0,004	0,005	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-
Total por tipo de uso do solo		**0,594**	**0,028**	**0,152**	**0,029**	**7,907**	**0,449**	**80,308**	**101,172**	**321,706**	**20,138**	**0,025**	**0,899**	**0,325**	**0,012**

Fonte: Elaborado por COBRAPE (2023).

8.1.1 Análise de Transição

Utilizando a base de dados da Coleção 8.0 do Projeto MapBiomas, foi conduzida uma análise de transição entre classes de cobertura e uso da terra para os 85 municípios localizados na região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, abrangendo cada período de 10 anos entre 1990 e 2020. Essa análise permitiu compreender as mudanças e transições ocorridas nessas áreas ao longo das últimas três décadas em relação às classes de nível 1: florestas, agropecuária, cursos d'água, formação natural não florestal e área não vegetada.

Para complementar a análise dos dados, foram utilizados os diagramas Sankey disponibilizados pela plataforma do projeto MapBiomas. Esses diagramas seguem a premissa da conservação de energia ou massa garantindo que a quantidade total de entrada seja igual à quantidade total de saída. Além disso, os diagramas oferecem uma representação visual dos fluxos, onde a largura das faixas corresponde à taxa de fluxo.

No contexto do presente trabalho, o diagrama proporciona uma análise das transições entre as classes, onde cada largura de faixa representa a quantidade de área que transitou entre as diferentes classes temáticas ao longo dos anos. Portanto, as informações de transição se tornam de mais fácil compreensão, podendo visualizar suas mudanças de forma gráfica.

Nos quadros que serão apresentados a seguir, as linhas representam a classe de partida no Diagrama Stankey e as colunas representam a classe final da transição. Os valores representam a soma das áreas por classe para o período de referência.

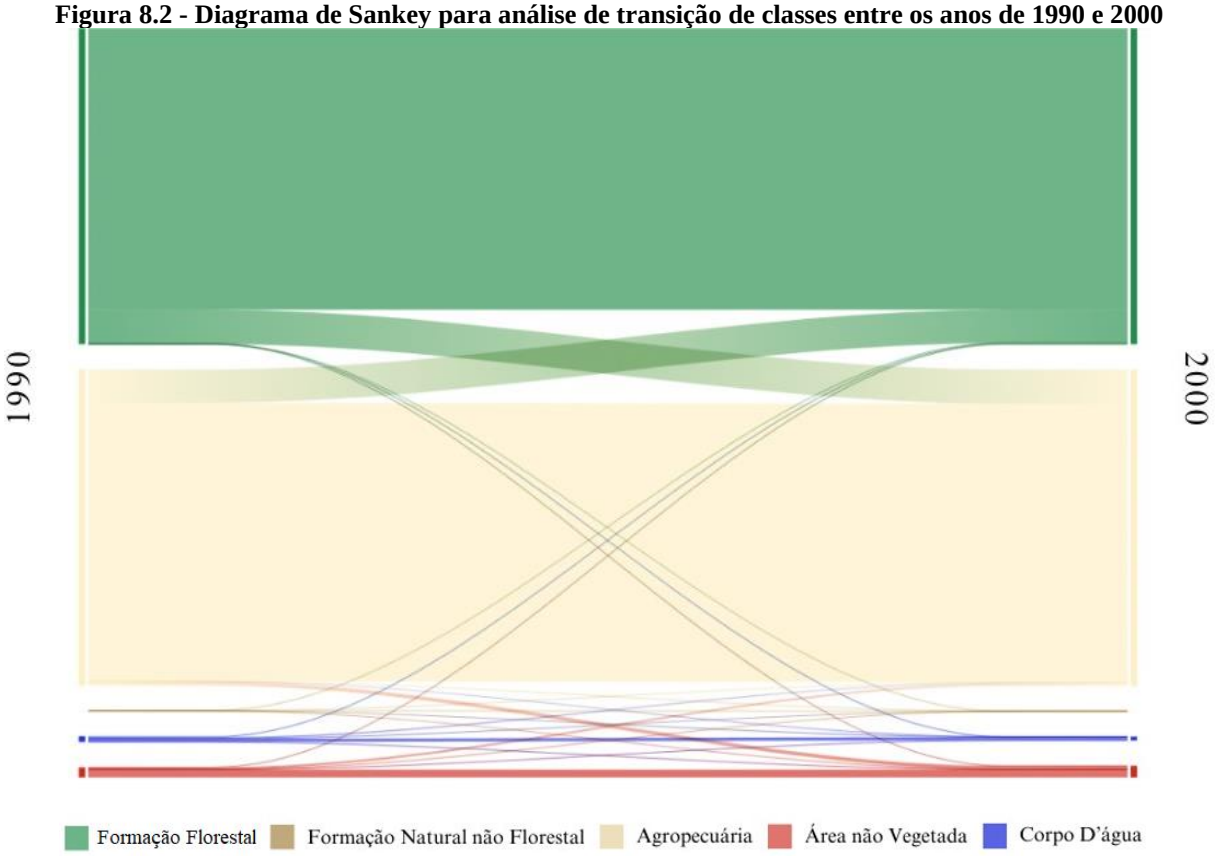
A Tabela 8.3 apresenta os valores das áreas, em hectares, das transições entre classes de uso do solo para os anos entre 1990 e 2000. Na Figura 8.2 essa transição está representada espacialmente. Durante esse período, observa-se que, em termos de área, as transições entre floresta e agropecuária, e vice-versa, foram praticamente equivalentes. No entanto, ao analisar as proporções, destaca-se que 14,2% da cobertura florestal transitou para a agropecuária, enquanto apenas 11,8% da área de agropecuária foi convertida em floresta.

Tabela 8.3 - Transição das áreas (ha) das classes de uso do solo para os anos entre 1990 e 2000

Classe	1. Floresta	2. Formação Natural não Florestal	3. Agropecuária	4. Área não Vegetada	5. Corpo D'água	Total Geral
1. Floresta	913.664,3	2.755,2	152.497,8	1.887,2	672,8	**1.071.477,2**
2. Formação Natural não Florestal	1.208,1	2.154,9	989,1	55,7	42,3	**4.450,1**
3. Agropecuária	149.759,8	1.528,9	1.090.347,6	19.363,8	1.496,4	**1.262.496,6**
4. Área não Vegetada	396,1	34,3	5.041,5	27.308,5	156,0	**32.936,4**
5. Corpo D'água	3.002,1	154,1	3.694,8	249,4	12.634,1	**19.734,6**
Total Geral	**1.068.030,5**	**6.627,3**	**1.252.570,8**	**48.864,7**	**15.001,6**	**2.391.113,8**

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

Figura 8.2 - Diagrama de Sankey para análise de transição de classes entre os anos de 1990 e 2000



Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

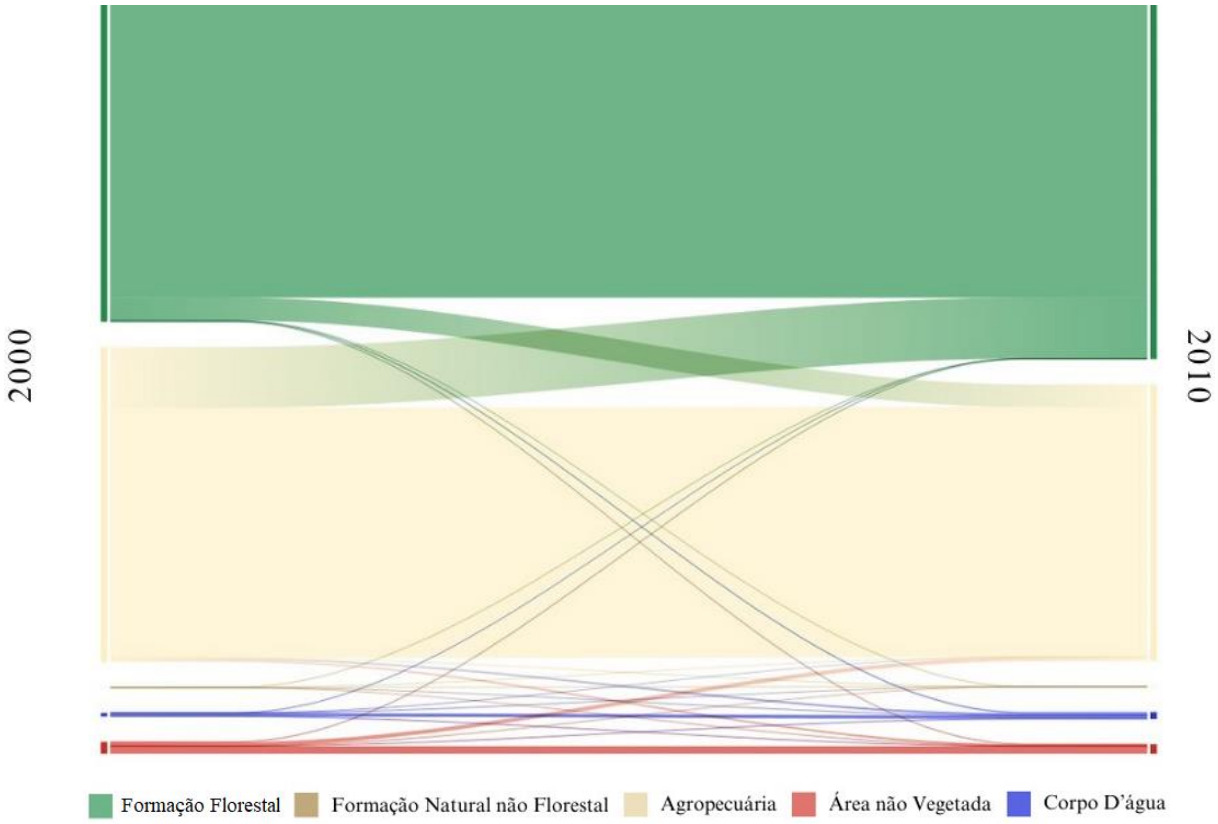
Durante o intervalo de 2000 e 2010, destaca-se uma diferença mais acentuada na transição de agropecuária para floresta. Nesse período, a área de expansão para agropecuária foi maior do que a área destinada à cobertura florestal, com percentuais de 15,8% e 11,9%, respectivamente. Além disso, observa-se uma redução na extensão da cobertura de corpos d'água e um aumento na área não vegetada em comparação com o período de 1990 e 2000, conforme apresentado na Tabela 8.4. Essa mudança, destacada na Figura 8.3, sugere uma tendência em direcionar mais terras para atividades de pastagem e agricultura do que para o reflorestamento ou expansão da cobertura florestal.

Tabela 8.4 - Transição das áreas (ha) das classes de uso do solo para os anos entre 2000 e 2010

Classe	1. Floresta	2. Formação Natural não Florestal	3. Agropecuária	4. Área não Vegetada	5. Corpo D'água	Total Geral
1. Floresta	938.355,0	993,2	128.072,6	427,4	3.174,4	**1.071.022,6**
2. Formação Natural não Florestal	1.541,5	2.810,4	2.187,6	38,9	99,0	**6.677,5**
3. Agropecuária	197.189,8	972,1	1.035.838,9	8.613,2	6.518,3	**1.249.132,3**
4. Área não Vegetada	1.541,1	127,7	12.100,3	36.182,4	230,0	**50.181,5**
5. Corpo D'água	386,5	92,5	606,9	129,6	12.866,6	**14.082,9**
Total Geral	**1.139.013,9**	**4.996,0**	**1.178.806,4**	**45.391,7**	**22.888,2**	**2.391.113,8**

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

Figura 8.3 - Diagrama de Sankey para análise de transição de classes entre os anos de 2000 e 2010



Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

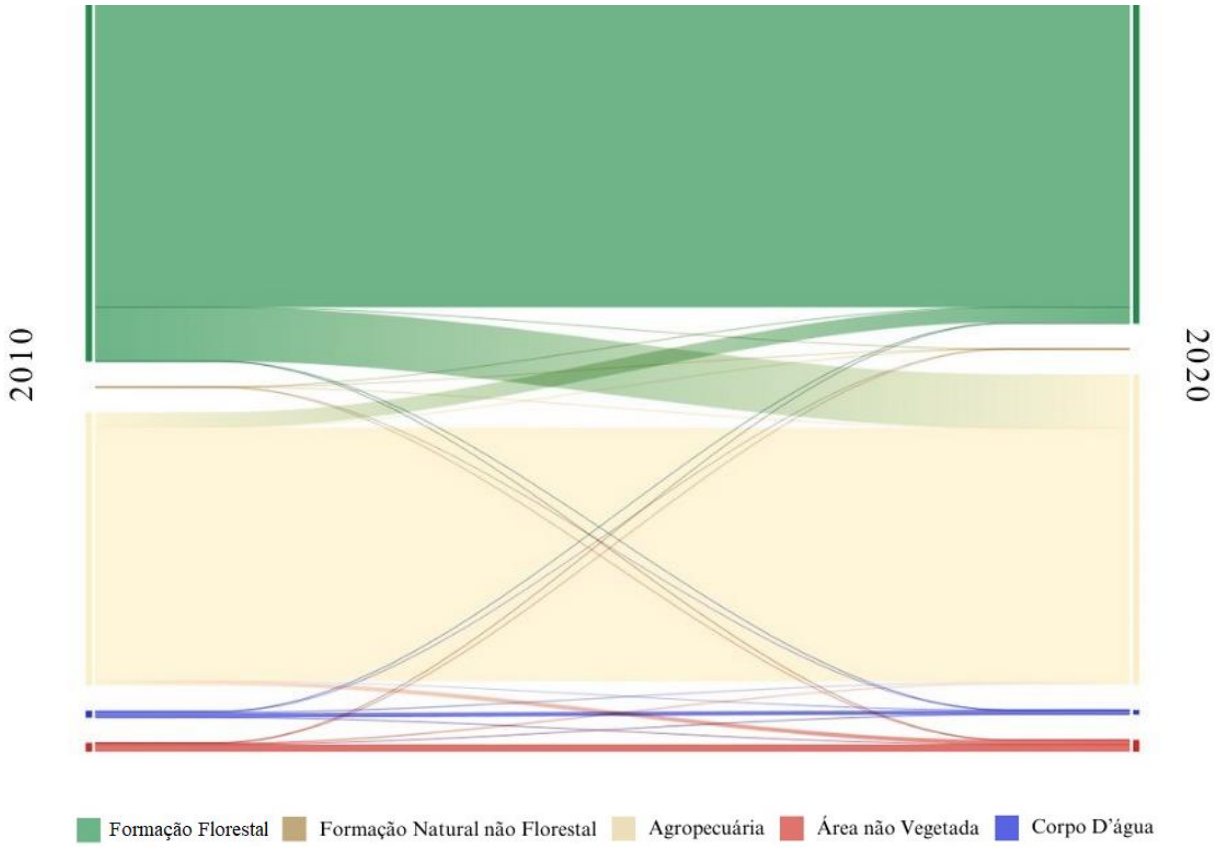
Entre os anos de 2010 e 2020 foram observados os valores percentuais mais significativos na análise de transição. Analisando os valores da Tabela 8.5, cerca de 16,1% da área florestal foi convertida para atividades agropecuárias, contrastando com apenas 6,9% da área destinada à agropecuária que transitou para florestas. A diferença pode ser observada na Figura 8.4 e aponta para uma tendência de transformação de áreas de floresta em espaços dedicados à agropecuária, principalmente no cenário mais recente, evidenciando um desequilíbrio nos usos da terra e cujos potenciais impactos ambientais devem ser considerados.

Tabela 8.5 - Transição das áreas (ha) das classes de uso do solo para os anos entre 2010 e 2020

Classe	1. Floresta	2. Formação Natural não Florestal	3. Agropecuária	4. Área não Vegetada	5. Corpo D'água	Total Geral
1. Floresta	958.912,7	1.334,8	185.020,6	770,8	849,6	**1.146.888,5**
2. Formação Natural não Florestal	1.460,9	2.481,5	783,3	34,9	191,2	**4.951,7**
3. Agropecuária	80.305,6	3.935,4	1.070.761,1	15.934,3	1.115,1	**1.172.051,5**
4. Área não Vegetada	253,9	12,2	4.460,5	39.047,6	104,0	**43.878,2**
5. Corpo D'água	3.613,8	20,7	4.717,6	335,2	14.642,8	**23.330,1**
Total Geral	**1.044.546,8**	**7.784,5**	**1.265.743,1**	**56.123,7**	**16.902,7**	**2.391.113,8**

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

Figura 8.4 - Diagrama de Sankey para análise de transição de classes entre os anos de 2010 e 2020



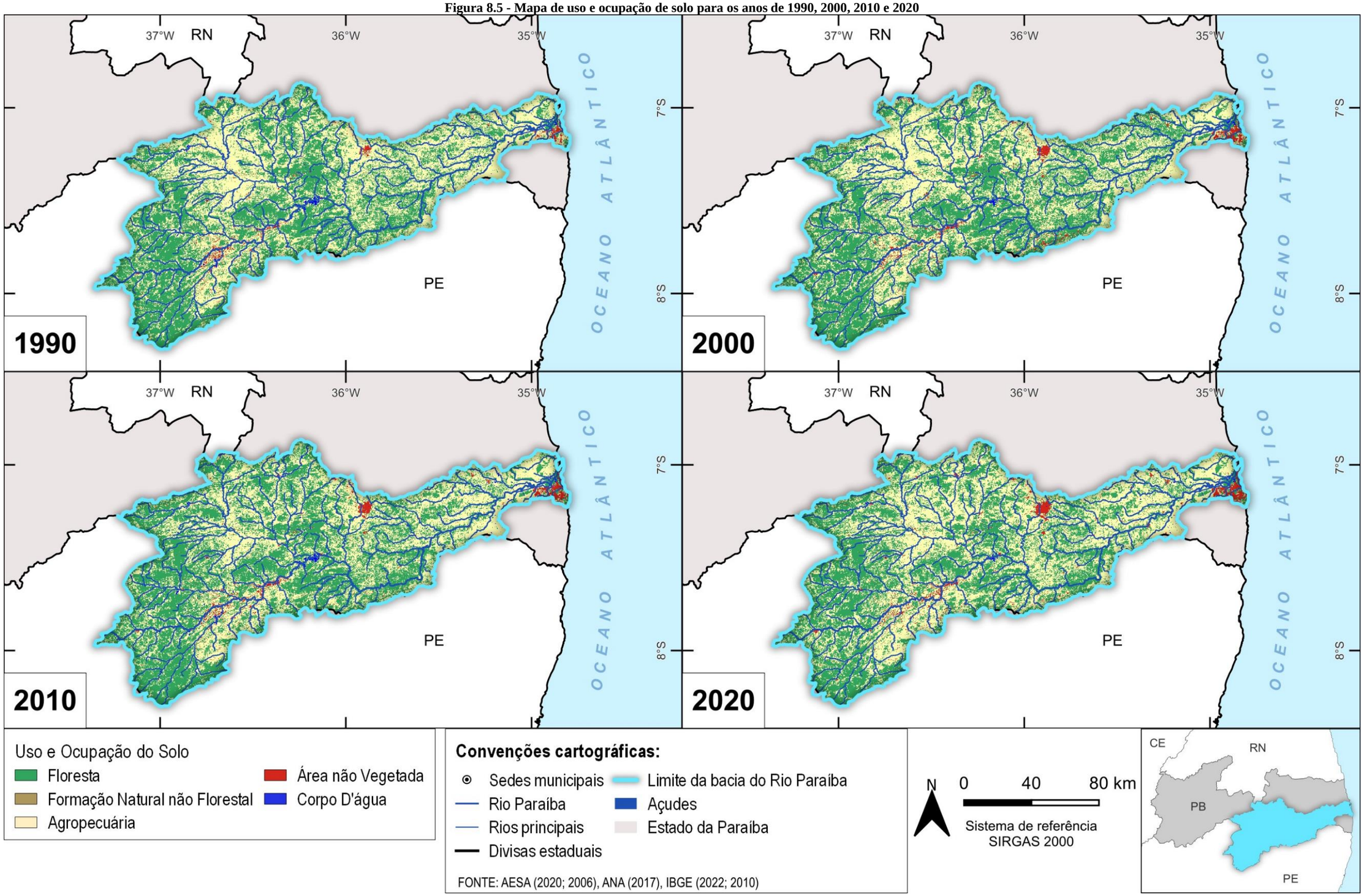
Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

Em termos de área as maiores transições classificadas como desflorestamento foram registradas no período compreendido entre 2010 e 2020. Destaca-se os municípios de Areial com 56.9% da sua área destinada à cobertura florestal sendo convertida em áreas agropecuárias e o município de São João do Tigre, que apresentou a maior conversão entre as áreas de floresta e agropecuária, com aproximadamente 8196 hectares de área impactada.

Em contraste, a capital do estado João Pessoa registrou um índice de desflorestamento relativamente baixo de aproximadamente 2,9%, enquanto Cabedelo teve uma conversão de apenas 0,71 hectares. A baixa área de transição no município de Cabedelo pode ser explicada uma vez que é o município que possui mais unidades de conservação no território da bacia hidrográfica do rio Paraíba, com maiores implementação de medidas de conservação e presença de áreas protegidas.

Essas variações substanciais entre os municípios destacam a heterogeneidade nas políticas de uso da terra e a importância de abordagens mais abrangentes e efetivas para mitigar o desflorestamento e promover a conservação ambiental em toda a região. Na Figura 8.5 é possível visualizar espacialmente essa transição entre as classes principais através dos anos.

Figura 8.5 - Mapa de uso e ocupação de solo para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020



Fonte: Adaptado de MapBiomas (2023).

8.2 USOS MÚLTIPLOS DE RECURSOS HÍDRICOS E CONFLITOS

A água, por ter sua destinação utilizada para os mais diversos tipos, desde o abastecimento humano até as mais variadas atividades econômicas e sociais, é também, um recurso com potencial geração de conflitos. Tais conflitos são oriundos de disputas territoriais e principalmente da gestão do ambiente.

Dos fatores capazes de potencializar os conflitos para o uso da água, destacam-se a quantidade e a qualidade da água, onde regiões com grande escassez hídrica, ou com excesso de poluição, são mais propensas à disputa pela água. Segundo o Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA, 2021), entre 2017 e 2020, 91% das atividades de fiscalização da ANA concentraram-se em UGRHs do Semiárido, definida como regiões estratégicas por acentuada ou potencial escassez hídrica, onde os órgãos gestores estão atuando para definir regras para o uso e monitoramento das águas para mitigar os conflitos.

A bacia do Rio Paraíba, desta forma, está em uma área potencialmente conflituosa - além do PISF, que pode ser um agravante nesta relação já que com uma maior disponibilidade hídrica, maiores serão as pressões pelo uso da água, o que torna a garantia de água da transposição um tema extremamente sensível para tratar nas prospecções do PBH.

Foi realizada uma extensa pesquisa para entender e mapear os conflitos pelo uso da água na Bacia do Rio Paraíba, além dos conflitos ambientais já apontados no diagnóstico, partindo também para a percepção local dos atores estratégicos usuários da água ou pesquisadores de temas transversais.

Almeida *et al.* (2016) avaliam o modelo de gestão de recursos hídricos da bacia com base nos instrumentos da outorga e cobrança pelo uso da água, concluindo que os conflitos eram agravados na medida em que o estoque disponível chegava próximo ao limite outorgável, o que segundo o autor, na época em que o estudo era publicado, a cobrança pelo uso da água estava em implantação e seu sistema deveria ser preparado para enfrentar os diversos desafios técnicos, políticos e administrativos, principalmente na relação entre a dominialidade dos corpos hídricos e açudes, sendo parte estadual e parte federal. Sobre o modelo de cobrança proposto com coeficientes variados, Almeida *et al.* (2016) concluem a possibilidade de caso a cobrança não exercer apenas uma função arrecadatória, pode cumprir um papel de incentivo ao uso racional, redução de perdas nos SAAs, melhoria nos SES, além de desestimular as reservas de água.

Morais *et al.* (2020) identificaram que os conflitos hídricos na bacia possuem relação com a gestão dos recursos hídricos, por exemplo, os conflitos entre os usuários nas regiões do Alto e Médio curso do Rio Paraíba, intensificados devido à escassez hídrica resultante da ausência de chuvas a partir do ano de 2012 até o início de 2018. Morais *et al.* (2020) ainda observaram que o sistema adutor do Congo, para o mesmo período, não tinha capacidade suficiente para atender às demandas das zonas urbanas dos municípios localizados na região do Cariri paraibano, contribuindo para o agravamento da situação.

Na tese defendida por Brito (2013) o autor identificou diversos conflitos no território paraibano em relação ao uso da água. Cabe destacar o conflito relacionado a oferta e demanda, bem como

a concessão de outorgas no açude Epitácio Pessoa. Ainda, acrescenta que nos períodos de estiagem enfrentados na região, o conflito pelo uso da água do açude envolve os agricultores das comunidades limítrofes à bacia. O autor conclui que, na época da elaboração do trabalho, esses conflitos ocorriam, dentre os motivos, pela ausência de políticas preventivas durante os períodos de abundância hídrica.

Além disso, Brito (2013) cita a transposição das águas do Rio São Francisco. O PISF também é assunto debatido por Diniz *et al.* (2018) que descrevem o conflito apontado pelos ribeirinhos que ficaram à margem do canal sobre o acesso à água na comunidade rural Pau D'arco no município de Monteiro, localizada nas cabeceiras do rio Paraíba. Embora o rio fosse intermitente, permitia acesso regular à água, especialmente por meio de poços tubulares ou cacimbões. No entanto, com a obra de escavação do canal da transposição, esses meios de obtenção de água foram esgotados, e para aqueles que possuíam algum tipo de irrigação, tiveram que restringir a área irrigada para apenas meio hectare. O mesmo conflito é abordado por Alves (2022) que destaca que os conflitos já existiam com a distribuição de água, mas que aumentaram com a transposição do Rio São Francisco. O autor ainda acrescenta que diversos agricultores ribeirinhos do Rio Paraíba tiveram suas terras desvalorizadas, abandonaram ou diminuíram suas culturas por não irrigarem como antes.

Freire (2020) dispõe sobre a demanda hídrica destinada à aquicultura e os conflitos relacionados aos múltiplos usos da água na região do Baixo Curso do Rio Paraíba. Considerando que os usos prioritários incluem o uso para abastecimento humano e dessedentação animal, outros usos necessitam da concessão de outorgas de direito de uso pelo órgão gestor, gerando conflitos socioeconômicos na região. O autor conclui que se faz necessário um gerenciamento eficiente da distribuição da água disponível, com ênfase nas outorgas e na atualização dos dados cadastrais na área através de estações de medição de vazão que assegurem uma distribuição equitativa frente às demandas existentes.

Ainda na região do Baixo Paraíba, Rego Filho (2014) relatou os conflitos decorrentes dos usos consuntivos na área estuarina. Entre esses conflitos, destacam-se a agricultura irrigada, que contribui para o assoreamento da calha estuarina, o abastecimento urbano que resultou na intrusão de esgotos domésticos e na consequente perda de qualidade da água, e a carcinicultura que envolve o aterramento de áreas de mangue e a geração de efluentes ricos em nutrientes e matéria orgânica. Rego Filho (2014) conclui que as demandas por água estão aumentando e que os conflitos de interesses envolvendo a água crescem na mesma proporção, sendo necessária a regularização de processos de outorgas compatibilizando-as com o enquadramento dos corpos hídricos.

Cunha *et al.* (2012) realizaram o mapeamento e tipologia dos conflitos pela gestão e controle das águas no estado da Paraíba utilizando dados do GEPAT e da CAGEPA, concluindo que a maior parte dos conflitos envolvem o abastecimento público e os irrigantes. Além disso, o autor destaca que apesar da maior parte dos territórios identificados estarem localizados no semiárido, os quais são caracterizados pela escassez de água, o principal motivo para os conflitos existentes é a falta de uma gestão eficiente dos recursos hídricos. Os conflitos identificados estão descritos na Tabela 8.6.

Tabela 8.6 - Descrição dos conflitos pela água na Bacia do Rio Paraíba

Localidade	Manancial	Tipologia	Motivos
João Pessoa, Cabedelo	Açude Gramame/ Mamuaba	Abastecimento Público *X* Irrigantes	O Açude Gramame/Mamuaba, em 2012, ainda estava em trâmite judicial devido à estiagem dos anos 1998/1999, podendo ser utilizado apenas para abastecimento público humano.
		Abastecimento Público *X* Indústria	
		Indústria *X* Pesca	
João Pessoa, Bayeux	Açude Marés e Rio Mumbaba	Abastecimento Público *X* Expansão Urbana	O açude está localizado dentro da capital João Pessoa, e a preservação da bacia hidrográfica do Açude Marés está ameaçado pela expansão imobiliária. O açude tem que limitar sua capacidade em 80% para controle de cheias, o que impede a CAGEPA de aumentar a produção na ETA de Marés.
	Poços	Abastecimento Público *X* Abastecimento Público Particular	O grande número de poços sem outorga (particulares) pode prejudicar a capacidade de produção dos poços da CAGEPA.
Lucena	4 poços profundos	Abastecimento Público *X* População Flutuante	As regiões de veraneio apresentam uma significativa população flutuante, o que resulta em uma sobrecarrega no sistema existente.
Santa Rita	Rio Tibiri – Barragem de Nível	Abastecimento Público *X* Lazer (Balneários)	Construção de pequenos barramentos por proprietários de balneários.
Salgado de São Félix	Rio Paraíba – Poço Amazonas	Abastecimento Público *X* Expansão Urbana	A água do Rio Paraíba é salobra nesse trecho e a expansão urbana ocasiona o aumento de lançamento de esgotos que pode comprometer a qualidade da água.
Itabaiana	Rio Paraíba - Poço		
Campina Grande, Caturité, Boqueirão, Pocinhos, Boa Vista, Barra de Santana, Cubati	Açude Epitácio Pessoa	Abastecimento Público *X* Irrigantes	O Açude Epitácio Pessoa, no ano de 2012, estava em trâmite judicial devido à estiagem dos anos 1998 e 1999, podendo ser utilizado apenas para Abastecimento Público humano. Existem várias comunidades de agricultores que sobrevivem da irrigação clandestina na região. A justiça afirma que o problema não é a quantidade de água existente no açude (que estava sangrando no ano de 2012), mas sim o uso de agrotóxicos por parte dos irrigantes.
Soledade	Açude Epitácio Pessoa (Adutora do Cariri)		
Cabaceiras	Açude Epitácio Pessoa		
	Poços no Rio Taperoá		
Aroeiras, Gado Bravo	Açude Acauã	Abastecimento Público *X* Atingidos por Barragens	As comunidades dos desabrigados pela construção da barragem de Acauã ainda não possuem infraestrutura, como por exemplo, água encanada.
Ouro Velho, Prata	Açude São Paulo	Abastecimento Público *X* Interesse Particular	O proprietário do açude pede indenização por cedê-lo para uso público.
Riacho de Santo Antônio	Açude Canudos / Açude Epitácio Pessoa	Abastecimento Público *X* Abastecimento Público	A água passa pelas comunidades de Marinho e Canudos, o que restringe a oferta de Riacho de Santo Antônio. Para resolver isso, o município passará a ser abastecido pelo Açude Riacho Santo Antônio que hoje é utilizado para o lazer.
	Açude Riacho de Santo Antônio	Abastecimento Público *X* Lazer (Balneários)	

Localidade	Manancial	Tipologia	Motivos
Sapé, Mari, Caldas Brandão, Gurinhém, Mulungú	Açude São Salvador	Abastecimento Público *X* Irrigação	O açude fica localizado a jusante das cidades de Sapé e Marí, que possuem assentamentos de sem-terra que querem fazer uso de afluentes do São Salvador.
Teixeira	Açude São Francisco II	Abastecimento Público *X* Expansão Urbana Abastecimento Público *X* Irrigação	A água do açude foi contaminada pelos esgotos domésticos da cidade.

FONTE: adaptado de Cunha *et al.* (2012)

Cunha *et al.* (2012) ainda apresenta uma discussão acerca do conflito no município de Teixeira. Paulo *et al.* (2019) apresenta um estudo mais recente sobre o mesmo conflito e descreve que o Açude São Francisco II foi construído para ser utilizado nos projetos de irrigação. No entanto, devido às estiagens, o açude passou a ser empregado no auxílio do abastecimento público, originando o conflito inicial, uma vez que quando o açude passou a auxiliar o abastecimento público do município, a prática da agricultura irrigada com as águas do mesmo passou a ser proibida conforme as determinações da Lei das Águas. O segundo conflito apontado por Paulo *et al.* (2019) refere-se à qualidade da água para consumo humano, que é comprometida tanto pela possível contaminação com agrotóxicos usados no cultivo de culturas irrigadas nas margens do açude, quanto pela presença de coliformes fecais, resultantes de esgotos domésticos da cidade.

Em um contexto mais histórico, Silva *et al.* (2017) analisam os conflitos relacionados ao açude Epitácio Pessoa. Entre 1998 e 1999, a região enfrentou uma grande seca, resultando em uma significativa restrição no abastecimento urbano. Isso levou aos primeiros conflitos relacionados ao racionamento de água, ao fechamento da descarga de fundo do reservatório e à proibição da prática de irrigação por medida judicial. Essa crise se estendeu até o ano de 2003 De 2004 e 2011, estabeleceu-se o período normal-chuvoso, permitindo que o reservatório retornasse ao seu nível máximo de acumulação. No entanto, a irrigação continuou proibida até o ano de 2007. Um novo período seco ocorreu entre os anos de 2012 e 2014 na região semiárida brasileira, resultando no declínio do volume armazenado pelo açude Epitácio Pessoa, repetindo a crítica situação que ocorreu entre 1998 e 2003.

O relatório do DNOCS (2006) menciona a existência de edificações em algumas áreas no entorno do Açude Epitácio Pessoa, principalmente nas proximidades da sede municipal de Boqueirão. Essas construções representam um possível impacto nas águas reservadas do açude, o que gera um conflito socioambiental na região. Esse conflito advém sobretudo dos impactos ambientais desencadeados pela ocupação dessas áreas, principalmente relacionadas à poluição potencial que compromete a qualidade da água.

Foram realizadas também consultas no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB), com pesquisas nas atas de reunião levantamento dos principais conflitos da região abordados pela sociedade civil organizada dentro do comitê que é destinado também, a resolução dos conflitos da região. Os principais conflitos identificados pelo Comitê incluem a falta de comunicação sobre os projetos de recuperação das nascentes, nos quais o CBH-PB não

foi consultado. Além disso, destacou-se a cobrança pelo uso da água e a importância da participação do Comitê para estabelecer um valor justo para os usuários.

Ainda, em pesquisas em atas de reunião do Comitê (2021), foi identificada a solicitação de transferência da gestão do açude Epitácio Pessoa para a AESA, uma vez que a mesma pode acompanhar os conflitos locais internos de forma mais eficaz. Outro conflito apontado pelo CBH-PB é a falta d'água constante na cidade de Boqueirão. Apesar do açude abastecer mais de meio milhão de pessoas, os moradores do município onde está localizado o açude Boqueirão não tem acesso a essa água.

Outra preocupação tratada em ata refere-se ao Rio Tibiri, que abastece aproximadamente 60% da população urbana do município de Santa Rita. A região enfrenta um processo de degradação em curso devido ao desmatamento da vegetação ciliar para extração de areia, desmatamento causado por pessoas que ainda fazem uso de lenha para padarias, lançamento de águas residuárias e construções às margens do curso do rio. As empresas que fazem a extração de areia não fazem a recuperação das áreas degradadas.

Na cidade de Itabaiana e em outras cidades ribeirinhas atravessadas pelo canal da transposição do Rio São Francisco, é de conhecimento do CBH-PB que muitos desses municípios ainda despejam seus dejetos no Rio Paraíba, que receberá a água limpa do Rio São Francisco através do canal Acauã-Araçagi.

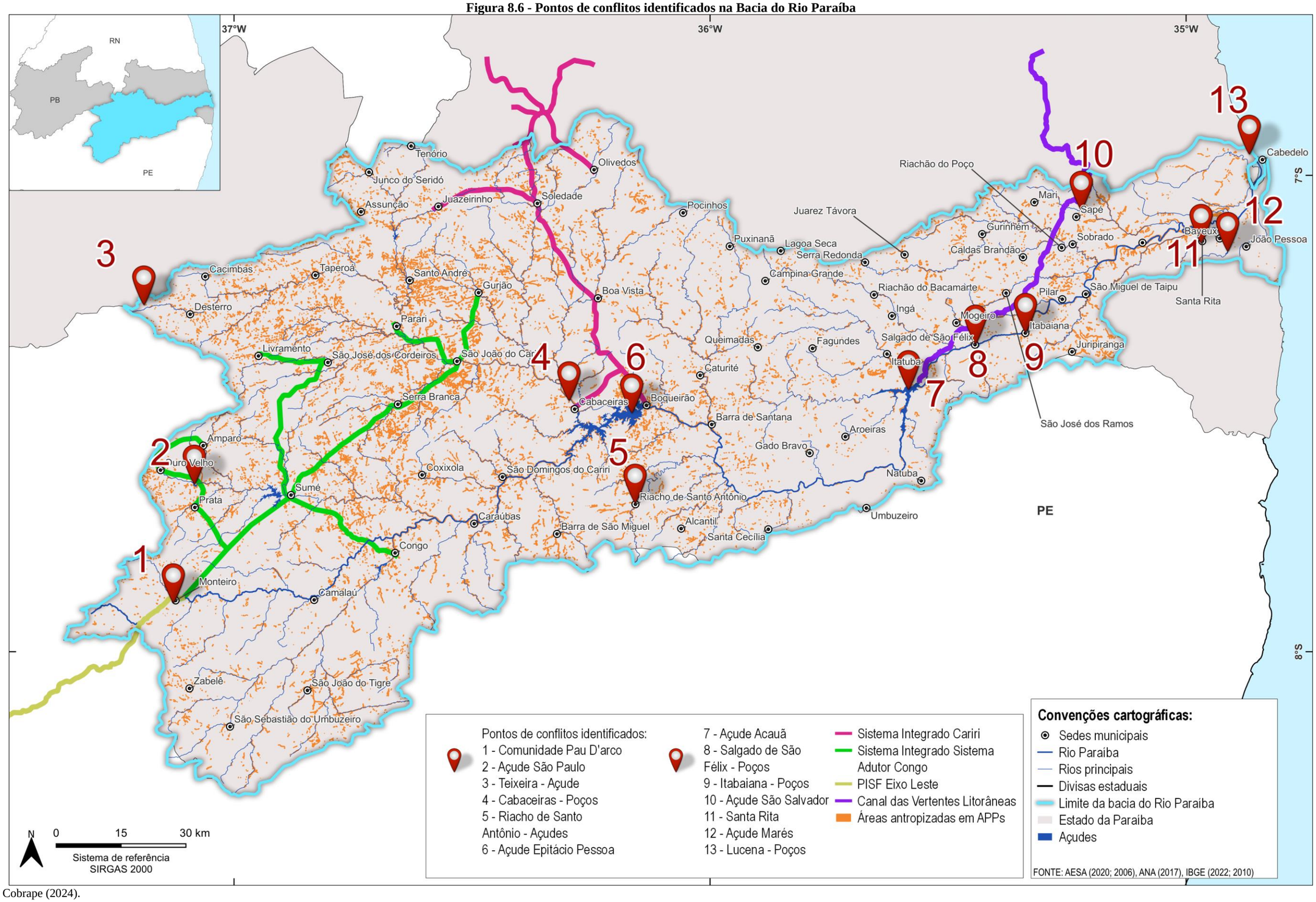
Carmo Junior (2021) realizou uma pesquisa relacionada às atas das reuniões do CBH-PB entre os anos de 2007 e 2020, e menciona alguns conflitos dentro dos limites da bacia:

- Degradação ambiental nas margens do rio (2012)
- Problemas por falta de tratamento de esgotos nos municípios (2015)
- Cobrança pelo uso da água e outorgas, aspectos qualitativos e quantitativos (2015)
- Açude Epitácio Pessoa, licença, fiscalização e usuários de água (2015 e 2016)
- Transposição do Rio São Francisco (2017)
- Plano/projeto de segurança hídrica do Estado da Paraíba (2018)
- Outorga para perfuração de poços (2019)
- Questões ambientais sobre o Rio Paraíba (2019)

O autor ainda menciona que um dos conflitos mais evidente em relação ao Rio Paraíba é o histórico de crises de escassez qualitativa e quantitativa de água, além dos de natureza socioambiental.

Em geral, pode-se concluir que a gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio Paraíba enfrenta diversos desafios e conflitos historicamente e atualmente, sendo as principais motivadas pela escassez de água, a má gestão dos recursos hídricos, a insuficiência das infraestruturas existentes, conflitos no Açude Epitácio Pessoa, a degradação ambiental e os impactos das obras de transposição do Rio São Francisco. O mapeamento dos principais conflitos está apresentado de forma espacializada na Figura 8.6.

Figura 8.6 - Pontos de conflitos identificados na Bacia do Rio Paraíba



Fonte: Cobrape (2024).

8.2.1 A construção da Barragem de Acauã e seus conflitos

Oliveira *et al*. (2019) discutiram o caso da Barragem de Acauã no livro "Enfoques Multidisciplinares Sobre Desastres 2", onde abordaram a trajetória de lutas, ações, apoios e desafios enfrentados pela população afetada pela construção da barragem, com base em uma atividade de extensão e pesquisa realizada entre 2002 e 2018. Os autores apontam que o objetivo principal, a partir do que está consignado no EIA/RIMA, era garantir o abastecimento de água potável para nove municípios da região (Itabaiana, Pilar, Ingá, Itatuba, Mogeiro, São Miguel de Taipu, Aroeiras e Fagundes) e reforçar o sistema de abastecimento de outras quatro cidades (Campina Grande, Boqueirão, Queimadas e Caturité).

Como objetivo secundário estariam previstas a irrigação no Baixo Paraíba, bem como em algumas áreas do Rio Paraibinha, além da criação de um polo pesqueiro e da regularização da vazão a jusante da barragem para conter as cheias dos municípios de Salgado de São Félix, Itabaiana, São Miguel de Taipu, Cruz do Espírito Santo e Cabedelo. No entanto, Oliveira *et al*. afirmam que após 15 anos do funcionamento da barragem, foi constatada a redefinição dos objetivos, uma vez que nenhuma utilização da água foi definida conforme o passar dos anos. Além disso, os autores registraram a situação das localidades próximas à barragem:

> "(i) *Dentre as comunidades atingidas apenas Pedro Velho e Cajá tem adutora. Mas o fornecimento da água é irregular e existe conflito quanto ao pagamento. Ainda não está resolvido a inclusão plena na modalidade "tarifa social" que, obviamente as famílias atingidas fazem jus;*
>
> *(ii) A cidade de Aroeiras também é atendida através de uma adutora, construída pelo governador Ricardo Coutinho, com decisivo apoio do MAB."*

Os autores também pontuam as preocupações dos moradores que tiveram algum prejuízo por conta da construção da barragem e relatam sobre os encontros e manifestações desde o ano de 2002. Após audiência realizada por representantes do movimento com o governador do Estado na época, o governo passou a admitir que a barragem causou problemas para famílias e que haveria espaço institucional para discussão das questões colocadas pelos representantes das comunidades atingidas. Outro problema discutido pelos autores foi a subida do nível das águas após as cheias de 2004, onde todos os locais previstos ficaram debaixo d'água, assim como alguns locais não previstos também. Em 2005, após 3 anos das reuniões iniciais ainda não havia indícios de esforços concretos para resolver os problemas enfrentados pelas comunidades atingidas.

Para complementar os relatos dispostos por Oliveira *et al*., o Ministério Público Federal emitiu o laudo técnico 361/2018 – DPA/SPPEA que tem como ementa os impactos socioculturais sofridos pelas comunidades atingidas pela construção e funcionamento da Barragem de Acauã nos municípios de Itatuba, Natuba e Aroeiras e seu principal objetivo é acompanhar as reivindicações dessas comunidades, intermediar políticas públicas entre os governos federal e

estadual, garantir a desapropriação de áreas para recomposição fundiária e assegurar o cumprimento das recomendações expedidas pelo Conselho Nacional de Direitos Humanos. O procurador da República solicitou uma perícia antropológica para avaliar os impactos socioculturais sofridos pelas comunidades afetadas pela construção da barragem. Essa pesquisa utilizou dados primários através de trabalho de campo nas comunidades e dados secundários, como documentos do Inquérito Civil, gravações de audiência pública e um documentário.

A pesquisa utilizou entrevistas semiestruturadas, individuais e em grupo, além de relatos de moradores mais velhos para compreender a situação antes e após a construção da barragem. Além disso, foram analisadas produções acadêmicas sobre populações ribeirinhas e os impactos de grandes empreendimentos.

As atividades produtivas e de subsistência foram detalhadas uma vez que essas atividades foram prejudicadas e dessa forma, os moradores não podem mais obter seu sustento diretamente a partir do manejo de recursos naturais. Por exemplo, os moradores de Água Paba relataram que a pesca era uma atividade fundamental e que foi inviabilizada após a construção da barragem e as modificações no regime hídrico da região. Além disso, foi citada a extração da areia sem necessidade de equipamentos mais complexos que era uma opção de renda e foi perdida.

No povoado do Costa avaliou-se os impactos como ainda mais intensos uma vez que não foi prevista nenhuma área produtiva na relocação, não permitindo condições de realizar atividades que garantam sua subsistência. Não foi possível realocar os animais, isso porque o espaço concedido não era propício para produção. Além disso, o enchimento da barragem foi muito rápido e houve pouco tempo para que os moradores saíssem com suas coisas.

Já em Melancia, várias famílias relataram que obtinham sustento através da produção irrigada e que antes da barragem era possível plantar o ano todo, uma vez que viviam na beira do rio. Existem famílias que perderam até 55 ha que não podem mais ser acessados e não foram devidamente indenizados.

Em geral, as comunidades pontuaram a perda de terras produtivas, de espaço para que pudessem trabalhar e que não foram disponibilizados na realocação ou devidamente indenizadas, além da atividade pesqueira que foi comprometida e era uma importante fonte de renda e obtenção de alimentos para o dia a dia. Os moradores ainda afirmam que sua principal fonte de sustento é a Bolsa Família e aposentadorias, mas que as condições de vida são bem precárias. As famílias com mais integrantes relatam que passam por muitas dificuldades, havendo riscos de não conseguir alimentação adequada e que são poucos que tem renda mensal garantida.

A comunidade de Água Paba não foi reconhecida como impactada porque não foi necessária a relocação de sua população, no entanto, o modo de vida foi severamente impactado, sendo notável as questões relacionadas com o abastecimento de água. Outra preocupação é o esgoto que é direcionado diretamente para dentro do riacho, sendo especialmente preocupantes, levando a comunidade a enfrentar uma série de problemas de saúde devido à falta de saneamento básico. Na comunidade do Costa, a distribuição de água depende de carros-pipa que abastecem a caixa d'água três vezes por semana. Em Melancia, a população questiona o

fato de não haver água para eles que estão a 100 metros da barragem, mas que para municípios a 200km da barragem o abastecimento de água ser possível.

Os moradores reclamaram também do odor desagradável, a quantidade de sujeira e caramujos, problema que não existia anteriormente à construção da barragem. Em Pedro Velho os moradores relatam que precisam comprar carros-pipa, havendo um gasto médio de 150 a 300 reais por família com tais serviços. Em geral, conclui-se que o saneamento básico, tanto na parte de abastecimento de água quanto na parte de tratamento de esgoto foi severamente prejudicado para as comunidades afetadas.

A população das comunidades tem dificuldades de chegar aos núcleos urbanos e receber atendimentos. Outros pontos discutidos pelos moradores foram acerca da indenização, sendo que foram muito menores do que as pessoas tinham anteriormente, impactando muito no padrão de vida das famílias. Além disso, quando eram realocados e chegavam ao novo povoado, havia somente as casas, sem qualquer estrutura necessária como energia ou abastecimento de água.

8.3 ALOCAÇÃO DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARAÍBA

O semiárido brasileiro tem por característica condições climáticas adversas, com um regime pluviométrico escasso e irregular, e altas taxas de evaporação. Tais características afetam diretamente a disponibilidade de água, impactando na segurança hídrica da região.

Essas condições se agravaram em 2011, quando teve o início de uma das secas mais severas já registradas no semiárido brasileiro, afetando profundamente a região Nordeste (Zani, 2023; Marengo *et al.*, 2016). Esse período prolongado de estiagem, que durou até meados de 2018, trouxe graves consequências para a agricultura, pecuária e abastecimento de água, exacerbando a vulnerabilidade socioeconômica das populações locais.

Na Paraíba, os reservatórios atingiram níveis críticos, como já mostrado no RP-03: Estudo Hidrológico da Bacia: Potencialidades e Disponibilidades Hídricas, com destaque para os açudes do Alto Paraíba que registaram volumes médios nesse período abaixo da metade da média histórica, incluindo o Epitácio Pessoa, que atingiu 3% de sua capacidade máxima no ano de 2017. Com isso, conflitos existentes se intensificaram, bem como colapsos iminentes de sistemas de abastecimento público e de outros usuários dependentes desses açudes.

Como uma medida para aliviar o estresse hídrico, o sistema Poções-Epitácio Pessoa passou a receber águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias do Nordeste Setentrional (PISF), por meio do seu Eixo Leste, em 2017. O funcionamento do PISF no sistema Poções-Epitácio Pessoa e o deplecionamento contínuo do açude Sumé em decorrência da seca de 2011, mesmo após 2018, evidenciaram a necessidade de estratégias mais eficazes para a regulação do uso e a articulação de soluções que garantam o uso múltiplo das águas (ANA, 2018 e 2021).

Nesse sentido, foram iniciados estudos para a efetivação da alocação de água nos sistemas Poções-Epitácio Pessoa e Sumé. Regulamentada pela Resolução nº 46/2020, a alocação de água se constitui no estabelecimento de limites, regras e condições de uso de recursos hídricos de

sistemas considerados críticos, ou seja, que não conseguem atender totalmente suas demandas de água, seja por alguma situação emergencial ou devido a estiagens severas.

Os marcos regulatórios da alocação nos referidos sistemas hídricos se deram por meio das Resoluções Conjuntas ANA/AESA nº 118/2022 e nº 126/2022, nas quais são dispostas as regras e condições de uso sujeitas ao Estado Hidrológico dos reservatórios, cujas definições gerais encontram-se a seguir e as específicas são apresentadas na Tabela 8.7:

- Estado Hidrológico Verde: os usos outorgáveis são autorizados;
- Estado Hidrológico Amarelo: os usos estão submetidos às condições estabelecidas nos Termos de Alocação de Água; e
- Estado Hidrológico Vermelho: caracteriza situação de escassez hídrica, sendo os usos submetidos à definição dos órgãos outorgantes, garantindo-se a realização de reunião pública e a celebração de Termo de Alocação de Água.

Tabela 8.7 - Estados Hidrológicos e Condições de Uso dos Sistemas Hídricos Poções-Epitácio Pessoa e Sumé segundo marcos regulatórios

Açude	Estado Hidrológico	Volume hm³ (junho)	Cota m (junho)	Finalidades	Condição de uso	
					L/s	%
Poções	Verde	>= 25,56	>=44,93	Abastecimento público Monteiro	43	100
				SIAA Transparaíba Cariri	410	100
				Demais usos no entorno do reservatório	20	100
	Amarelo	Entre 11 e 25,56	Entre 42,17 e 44,93	Abastecimento público Monteiro	43	100
				SIAA Transparaíba Cariri	Entre 103 e 410	Entre 25 e 100
				Demais usos no entorno do reservatório	Entre 5 e 20	Entre 25 e 100
	Curva guia EH Amarelo	16	43,41	Abastecimento público Monteiro	43	100
				SIAA Transparaíba Cariri	205	50
				Demais usos no entorno do reservatório	10	50
	Vermelho	<=11	<=42,17	Abastecimento público Monteiro	<= 43	<= 100
				SIAA Transparaíba Cariri	<= 103	<= 25
				Demais usos no entorno do reservatório	<= 5	<= 25
Camalaú	Verde	>= 21,5	>= 322,96	Abastecimento público Camalaú	14	100
				Abastecimento público Caraúbas	9	100
				Demais usos no entorno do reservatório	20	100
				Demais usos a jusante	222	100
				Perenização	231	100
	Amarelo	Entre 6,4 e 21,5	Entre 318,15 e 322,96	Abastecimento público Camalaú	14	100
				Abastecimento público Caraúbas	9	100
				Demais usos no entorno do reservatório	Entre 5 e 20	Entre 25 e 100
				Demais usos a jusante	Entre 56 e 222	Entre 25 e 100
				Perenização	Entre 58 e 231	Entre 25 e 100
	Curva guia EH Amarelo	11,64	320,35	Abastecimento público Camalaú	14	100
				Abastecimento público Caraúbas	9	100
				Demais usos no entorno do reservatório	10	50
				Demais usos a jusante	111	50
				Perenização	116	50
	Vermelho	<= 6,4	<= 318,15	Abastecimento público Camalaú	<= 14	<= 100
				Abastecimento público Caraúbas	<= 9	<= 100
				Demais usos no entorno do reservatório	<= 5	<= 25
				Demais usos a jusante	<= 56	<= 25
				Perenização	<= 58	<= 25

Açude	Estado Hidrológico	Volume hm³ (junho)	Cota m (junho)	Finalidades	Condição de uso	
					L/s	%
Epitácio Pessoa - Planejamento 19 meses	Verde	>= 333	>= 374,67	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	1450	100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	550	100
				Demais usos no entorno do reservatório	400	100
				Defluência a jusante	200	100
				Recarga Acauã	311	100
	Amarelo	Entre 259,92 e 333	Entre 372,45 e 374,67	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	1450	100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	Entre 110 e 550	Entre 20 e 100
				Demais usos no entorno do reservatório	Entre 80 e 400	Entre 20 e 100
				Defluência a jusante	Entre 0 e 200	Entre 0 e 100
				Recarga Acauã	Entre 0 e 311	Entre 0 e 100
	Curva Guia EH Amarelo	292,76	373,5	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	1450	100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	275	50
				Demais usos no entorno do reservatório	200	50
				Defluência a jusante	80	40
				Recarga Acauã	124	40
	Vermelho	<= 259,92	<= 372,45	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	<= 1.450	<= 100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	<= 110	<= 20
				Demais usos no entorno do reservatório	<= 80	<= 20
				Defluência a jusante	0	0
				Recarga Acauã	0	0
Epitácio Pessoa - Planejamento 7 meses	Verde	>= 185,12	>= 369,64	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	1450	100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	550	100
				Demais usos no entorno do reservatório	400	100
				Defluência a jusante	200	100
				Recarga Acauã	311	100
	Amarelo	Entre 150,85 e 185,12	Entre 368,04 e 369,64	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	1450	100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	Entre 110 e 550	Entre 20 e 100
				Demais usos no entorno do reservatório	Entre 80 e 400	Entre 20 e 100
				Defluência a jusante	Entre 0 e 200	Entre 0 e 100
				Recarga Acauã	Entre 0 e 311	Entre 0 e 100
	Curva Guia EH Amarelo	160,1	368,5	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	1450	100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	275	50
				Demais usos no entorno do reservatório	200	50
				Defluência a jusante	80	40
				Recarga Acauã	124	40

Açude	Estado Hidrológico	Volume hm³ (junho)	Cota m (junho)	Finalidades	Condição de uso	
					L/s	%
	Vermelho	<= 150,85	<= 368,04	Abastecimento Público Sistema Campina Grande, Cariri e Boqueirão	<= 1.450	<= 100
				Abastecimento público SIAA Curimataú	<= 110	<= 20
				Demais usos no entorno do reservatório	<= 80	<= 20
				Defluência a jusante	0	0
				Recarga Acauã	0	0
Sumé - Prioridade abastecimento público	Verde	>= 20,85	>= 72,34	Abastecimento Público	38	100%
				Demais finalidades	132	100%
	Amarelo	>= 12,10 e < 20,85	>= 70,12 e < 72,34	Abastecimento Público	38	100%
				Demais finalidades	entre 33 e 132	entre 25 e 100%
	Curva guia EH Amarelo	14,95	70,94	Abastecimento Público	38	100%
				Demais finalidades	66	50%
	Vermelho	<= 12,10	<= 70,12	Abastecimento Público	<= 38,2	<= 100%
				Demais finalidades	<=33	<= 25%
Sumé - Prioridade demais usos	Verde	>= 20,85	>= 72,34	Abastecimento Público	38	100%
				Demais finalidades	132	100%
	Amarelo	>= 12,10 e < 20,85	>= 70,12 e < 72,34	Abastecimento Público	entre 0 e 38	entre 0 e 100%
				Demais finalidades	entre 66 e 132	entre 50 e 100%
	Curva guia EH Amarelo	14,95	70,94	Abastecimento Público	19	50%
				Demais finalidades	99	75%
	Vermelho	<= 12,10	<= 70,12	Abastecimento Público	0	0%
				Demais finalidades	<=66	<=50%

Fonte: Resoluções Conjuntas ANA/AESA nº 118/2022 e nº 126/2022.

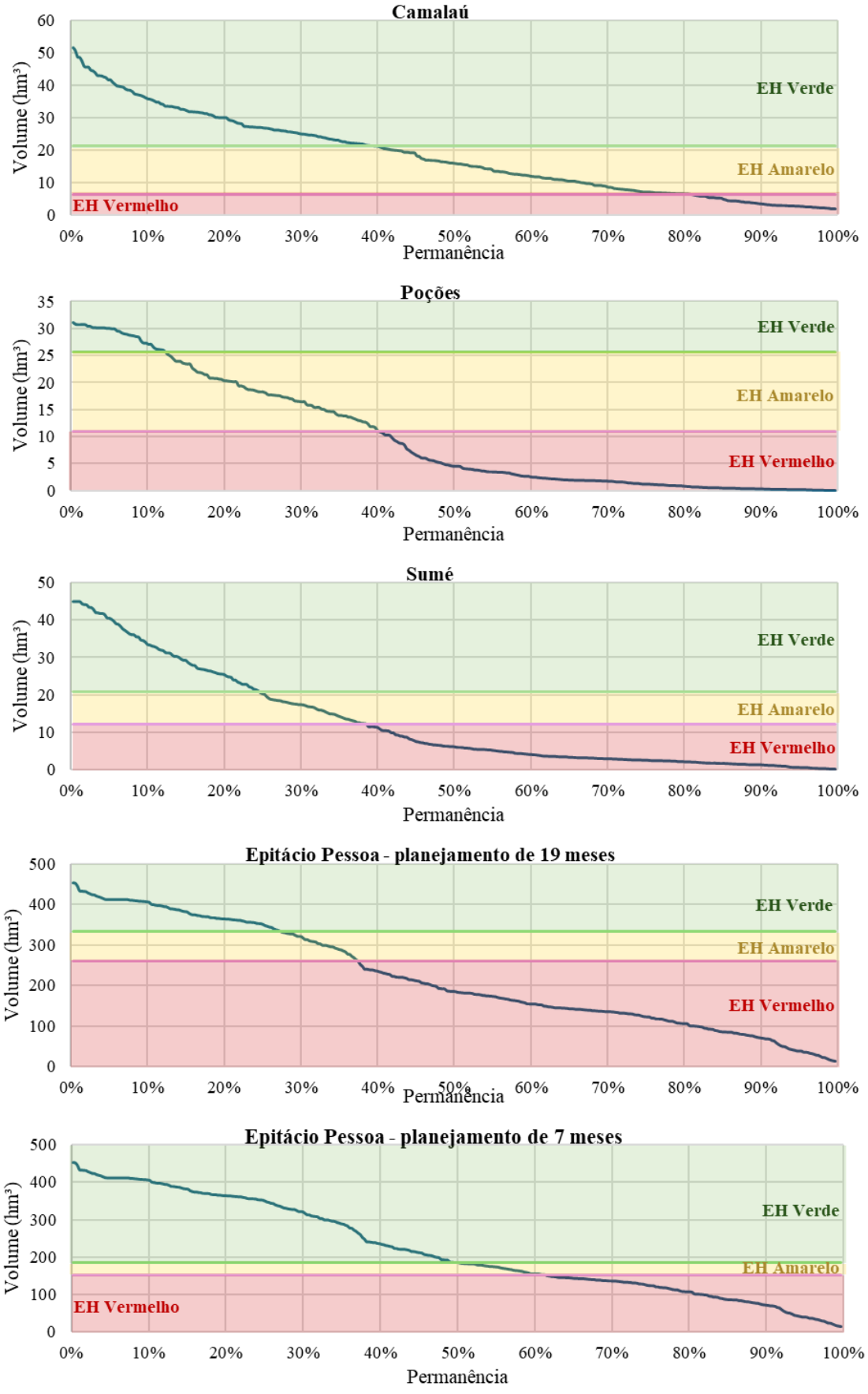
Na Tabela 8.7 é possível observar que o açude Epitácio Pessoa possui dois horizontes de planejamento, um de 19 meses e outro de 7 meses. O primeiro caracteriza as condições de uso do açude conforme os valores previstos para o Estado Hidrológico observado no último dia de junho do período de vigência do termo, enquanto o período de 7 meses apresenta as decisões que estão condicionadas à proposta do Estado da Paraíba para o Plano Operativo Anual para o PISF. Já o açude de Sumé possui condições de uso em que o abastecimento prioritário dentre os demais usos, enquanto o Perímetro Irrigado de Sumé (PIS) modernizado ainda não é efetivado.

No mesmo contexto da seca de 2011, o açude Argemiro Figueredo – Acauã também teve seus usos condicionados às regras e limites previstos em legislação através da Resolução AESA nº 01/2017, na qual são consideradas ainda as regras estabelecidas pela ANA em conjunto com a AESA para o açude Boqueirão.

A partir desses marcos regulatórios, são realizadas reuniões anualmente para a discussão do planejamento dos termos de alocação que entram em vigor no período seguinte, bem como dos compromissos e ações para a contínua garantia de efetivação da alocação planejada. Para tanto, considera-se como base a situação do Estado Hidrológico do açude em questão no último dia do mês período anterior ao do termo de alocação em questão, podendo ser elaborados aditivos aos termos vigentes, caso seja verificadas divergências do planejamento original.

Para avaliar a condição histórica dos açudes contemplados pelos referidos termos de alocação, foram comparadas as séries de volumes disponibilizadas no site da AESA, com dados mensais medidos até 29/02/2024, com os Estados Hidrológicos descritos nos marcos regulatórios dos sistemas Poções-Epitácio Pessoa e Sumé, cujos resultados dessa avaliação podem ser verificados na Figura 8.7. Não foi possível realizar a mesma análise para o açude de Acauã devido este não possuir a classificação de Estados Hidrológicos em sua resolução.

Figura 8.7 - Curvas de permanência dos volumes dos açudes e seus respectivos Estados Hidrológicos



Fonte: Cobrape, com dados de AESA (2024).

Quando avaliada a série histórica completa dos açudes, é possível verificar que Poções e Sumé tiveram mais de 60% de suas medições históricas com volumes que seriam classificados como Estado Hidrológico Vermelho, ou seja, em situação de escassez hídrica. Camalaú possui valores melhores, com a maior número de medições com algumas restrições conforme seus termos de alocação ou em situação confortável, enquanto o açude Epitácio Pessoa, sem a contribuição do PISF, se encontrou a maior parte do tempo sem restrições.

Entretanto, nos últimos anos, houve marcos importantes para a gestão de recursos hídricos da bacia, já mencionados anteriormente: a seca de 2011/2018 e o início da operação do PISF em 2018. Tal análise é apresentada na Tabela 8.8.

Tabela 8.8 - Comparação entre os volumes históricos dos açudes e os Estados Hidrológicos

Série de Volumes	Estado Hidrológico	Permanência dos volumes dos açudes				
				Epitácio Pessoa		
		Poções	Camalaú	planej. 19 meses	planej. 7 meses	Sumé
série histórica (a partir de 1994)	Verde	12%	39%	58%	72%	24%
	Amarelo	28%	42%	7%	7%	14%
	Vermelho	60%	19%	36%	22%	61%
antes de 2011	Verde	6%	41%	47%	63%	34%
	Amarelo	34%	38%	6%	13%	11%
	Vermelho	60%	21%	47%	25%	55%
entre 2011 e 2018 – período de seca	Verde	0%	7%	5%	24%	12%
	Amarelo	5%	72%	8%	5%	23%
	Vermelho	95%	21%	87%	71%	65%
depois de 2018	Verde	38%	54%	0%	34%	0%
	Amarelo	26%	23%	11%	11%	12%
	Vermelho	36%	23%	89%	55%	88%

Fonte: Cobrape, com dados de AESA (2024).

Quando avaliadas as medições anteriores ao início da seca em 2011, as características históricas se repetem em geral, porém no período entre 2011 e 2018 a situação se agrava em praticamente todos os açudes analisados, chegando à situação de escassez hídrica, sendo apenas Camalaú a exceção, mas ainda em situação de restrições de uso em mais de 70% das medições.

A partir de 2018, com a implementação efetiva do PISF, é possível perceber uma melhora nos açudes que receberam seu aporte de água, principalmente Poções e Camalaú. No caso de Epitácio Pessoa, seu Estado Hidrológico ainda permaneceu na classe Vermelho, de escassez hídrica, em 55% das medições desse período, mesmo com a operação efetiva do PISF. Sumé, que não recebe água da transposição, teve sua situação agravada, passando para 88% das medições na classe Vermelho no período.

Portanto, pode-se inferir que a seca de 2011/2018 ainda repercute nos açudes ainda após seu final, mesmo com a efetivação do PISF, demonstrando a fragilidade hídrica da bacia e a necessidade de medidas gerenciais e estruturais para mitigar os efeitos de uma possível nova crise.

Também passa por medidas gerenciais a negociação entre os estados da Paraíba e de Pernambuco, com intermédio do Governo Federal, para a alocação de água do PISF que chega na Bacia do Rio Paraíba para municípios Pernambucanos, o que está diretamente associado a estratégia do governo do Estado tornando uma variável de risco que será considerada no

Prognóstico, que fará a avaliação da importação da água do PISF para a bacia. É essencial que as costuras políticas e de outorgas sejam bem amarradas para garantir o acesso da água com menor risco a todos os municípios envolvidos na transposição do São Francisco, principalmente quando se trata das adutoras para abastecimento humano.

8.4 HISTÓRICO DE EVENTOS EXTREMOS

Eventos extremos referem-se a fenômenos climáticos e meteorológicos que ocorrem em intensidade acentuada, ultrapassando os padrões considerados normais, como por exemplo secas prolongadas, inundações intensas e períodos de calor extremo. A crise climática tem tornado tais eventos mais severos e frequentes, e, portanto, demandam maior atenção. O conhecimento dos fenômenos climáticos e dos desastres naturais é fundamental para a implementação efetiva de uma política de redução de riscos.

De acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), os desastres naturais se dividem nos seguintes grupos: geológico, hidrológico, meteorológico, climatológico e biológico. Os desastres mais recorrentes na região abordada no presente trabalho são as secas e as inundações, que pertencem aos grupos climatológico e hidrológico.

No contexto da Bacia do Rio Paraíba, a análise dos eventos extremos baseou-se nos dados entre 1991 e 2023 compilados no Atlas de Desastres no Brasil (2024). O Atlas foi desenvolvido inicialmente por meio de uma cooperação técnica entre o Banco Mundial e o Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil da Universidade de Santa Catarina (Ceped/UFSC). Atualmente, a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec/MIDR) oficializa os dados históricos sobre desastres no país, fornecendo fonte única e oficial.

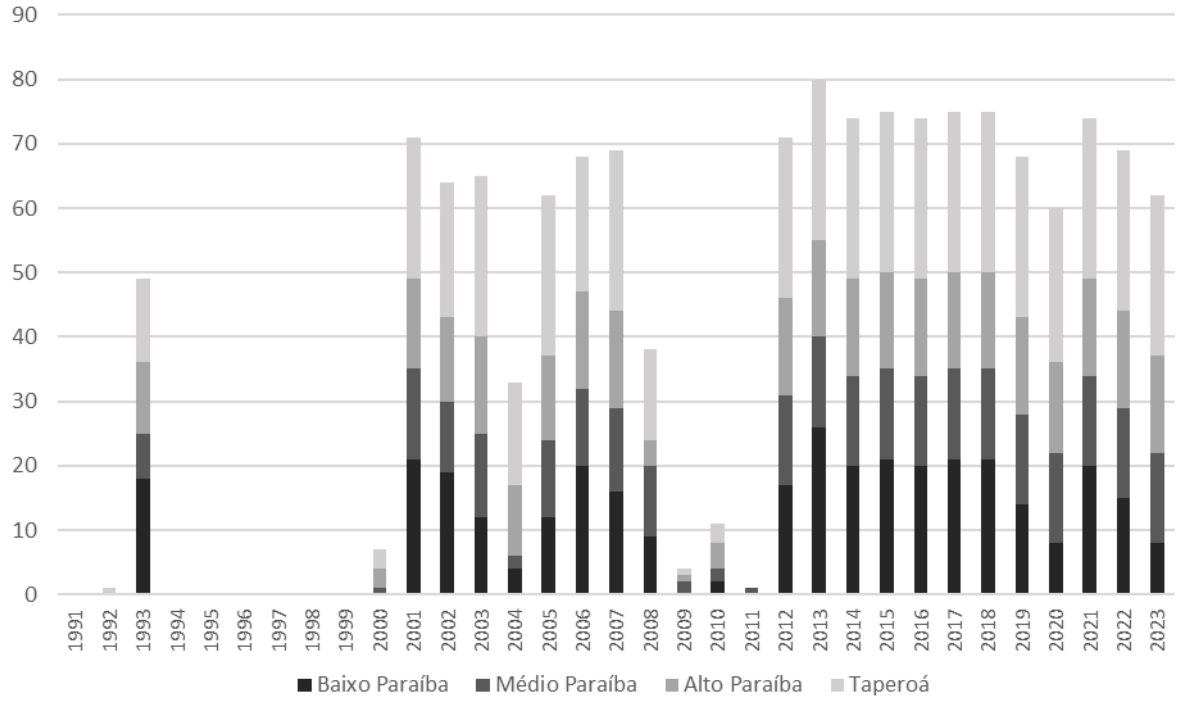
8.4.1 Eventos de Seca

A estiagem é um fenômeno natural que se caracteriza pela escassez de água, provocada pela deficiência de chuva por um período prolongado, e é uma realidade recorrente e complexa no semiárido brasileiro. A estiagem se refere ao período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição, enquanto a seca se refere a uma estiagem prolongada que provoca grave desequilíbrio hidrológico (Cobrade, s.d.).

Este fenômeno é reconhecido como um dos principais limitantes que afetam a segurança alimentar e a sobrevivência da população. A falta de precipitação e a escassez de água afetam diretamente a disponibilidade hídrica, comprometendo a irrigação, a produção agrícola e a saúde dos ecossistemas locais, além das repercussões socioeconômicas. Suas consequências abrangem impactos negativos substanciais nos ecossistemas, nas atividades socioeconômicas e na qualidade de vida da população local.

Conforme os dados do Atlas de Desastres no Brasil (2024), foram registradas 1.479 ocorrências de estiagem ou seca nos municípios abrangidos pelo PRH-RPB. A distribuição anual está apresentada na Figura 8.8. Não foram encontrados registros para os anos entre 1994 e 1999, além de 1991.

Figura 8.8 - Número de ocorrências de estiagem ou seca por ano nos municípios do PRH-RPB



Fonte: Ceped/UFSC (2023).

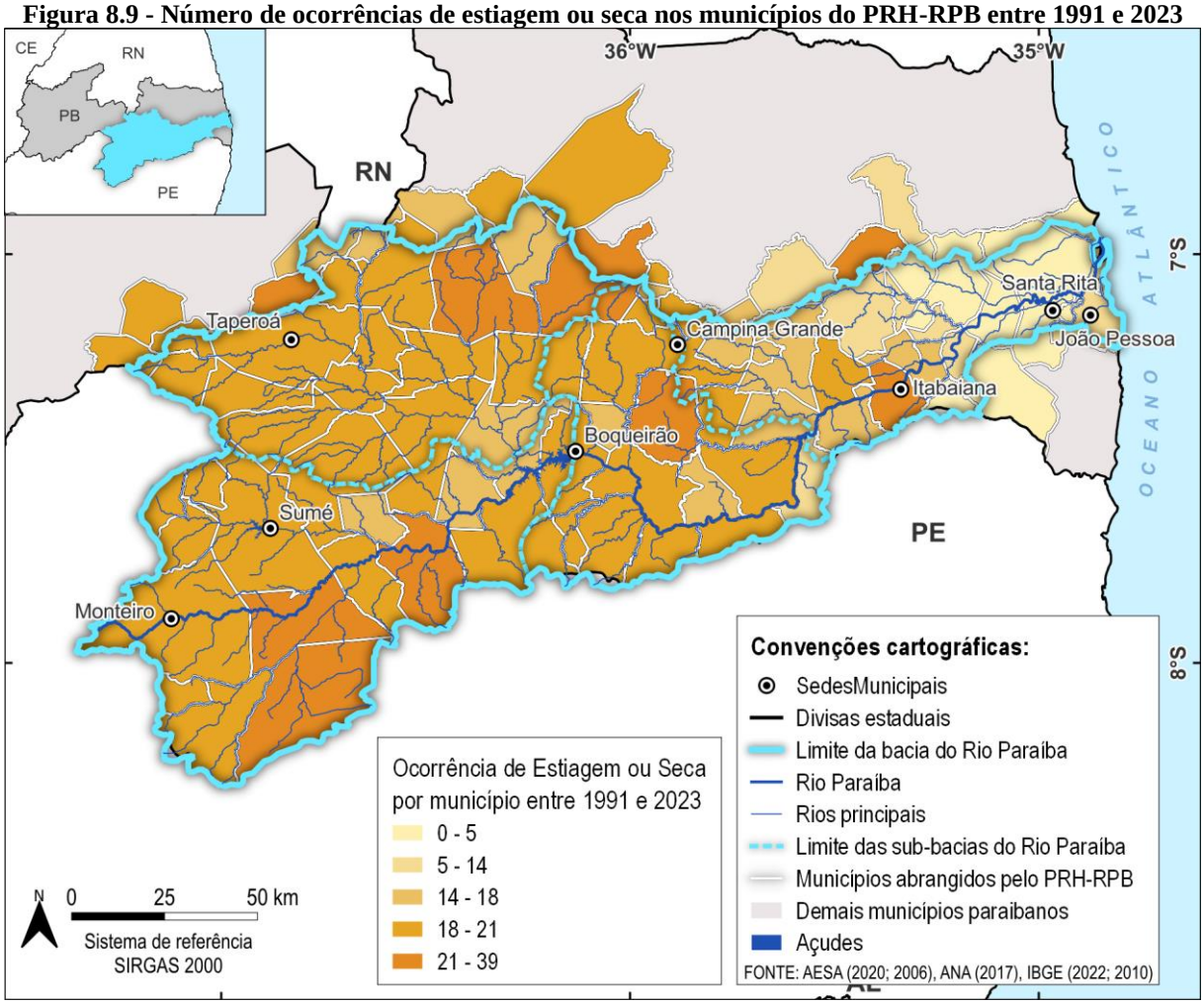
A Tabela 8.9 apresenta o número de ocorrências de estiagem ou seca por sub-bacia da Bacia do Rio Paraíba. Durante o período de 1991 e 2023, a sub-bacia do Taperoá foi a que mais registrou ocorrências, com destaque para o município de Pocinhos que contabilizou 21 ocorrências. Além desse município, Camalaú e São João do Tigre, localizados no Alto Paraíba, também apresentaram 21 ocorrências. Os municípios de Cabedelo e Lucena foram os únicos que não tiveram registros de estiagem ou seca durante esse período. Na Figura 8.9 pode ser observado espacialmente o intervalo da quantidade de ocorrência por município abrangido pelo PRH-RPB.

Tabela 8.9 - Número de Ocorrências de Estiagem ou Seca nos municípios do PRH-RPB

Sub-Bacia	Número de Ocorrências
Alto Paraíba	316
Médio Paraíba	289
Baixo Paraíba	358
Taperoá	516

Fonte: Ceped/UFSC (2024).

Figura 8.9 - Número de ocorrências de estiagem ou seca nos municípios do PRH-RPB entre 1991 e 2023



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), com informações de Ceped/UFSC (2024).

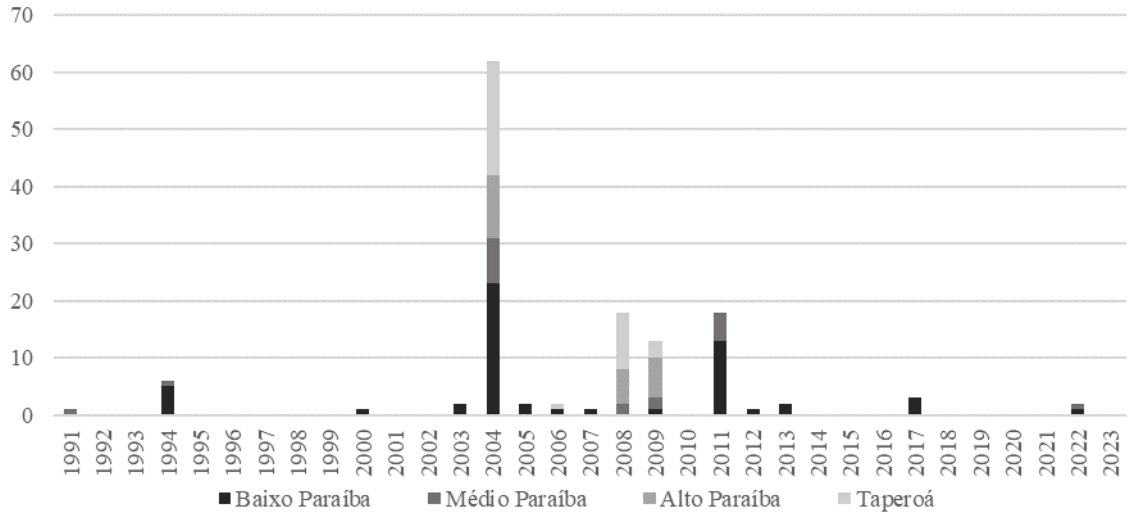
8.4.2 Eventos de Cheias

A ocorrência de eventos extremos de cheias resulta do aumento significativo nos níveis de corpos d'água, normalmente através do processo natural do ciclo hidrológico. No entanto, esses eventos têm seus impactos severamente agravados devido a alterações no uso do solo e ao processo de urbanização das cidades. A urbanização contribui para a impermeabilização do solo e remoção da vegetação natural, ampliando o efeito das cheias. Esses eventos podem impactar áreas urbanas e rurais, causando danos à infraestrutura e à segurança da população, ocasionando diversos impactos socioeconômicos.

As cheias são classificadas como desastres naturais do grupo hidrológico e podem ser subdivididas como inundações, enxurradas e alagamentos. As inundações ocorrem de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície, enquanto as enxurradas são caracterizadas pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Os alagamentos representam a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbano e consequente acúmulo de água em decorrência de precipitações intensas (Cobrade, s.d.).

Segundo o Atlas de Desastres no Brasil (2024), entre os anos de 1991 e 2023 foram registradas apenas sete ocorrências de alagamentos nos municípios do PRH-RPB. Os alagamentos ocorreram nos municípios de Cabedelo, Lagoa Seca, Lucena, Salgado de São Félix e Santa Rita, todos localizados na sub-bacia do Baixo Paraíba. Contrastando com essa baixa incidência de alagamentos, foram registrados 88 casos de enxurradas e 39 de inundações. Na Figura 8.10 estão apresentadas a quantidade de ocorrência de cheias por ano na Bacia. Em 2004, devido às chuvas intensas entre os meses de janeiro e fevereiro, foi registrado o maior número de ocorrências de cheias na região.

Figura 8.10 - Número de ocorrências de cheias por ano nos municípios do PRH-RPB



Fonte: Ceped/UFSC (2024).

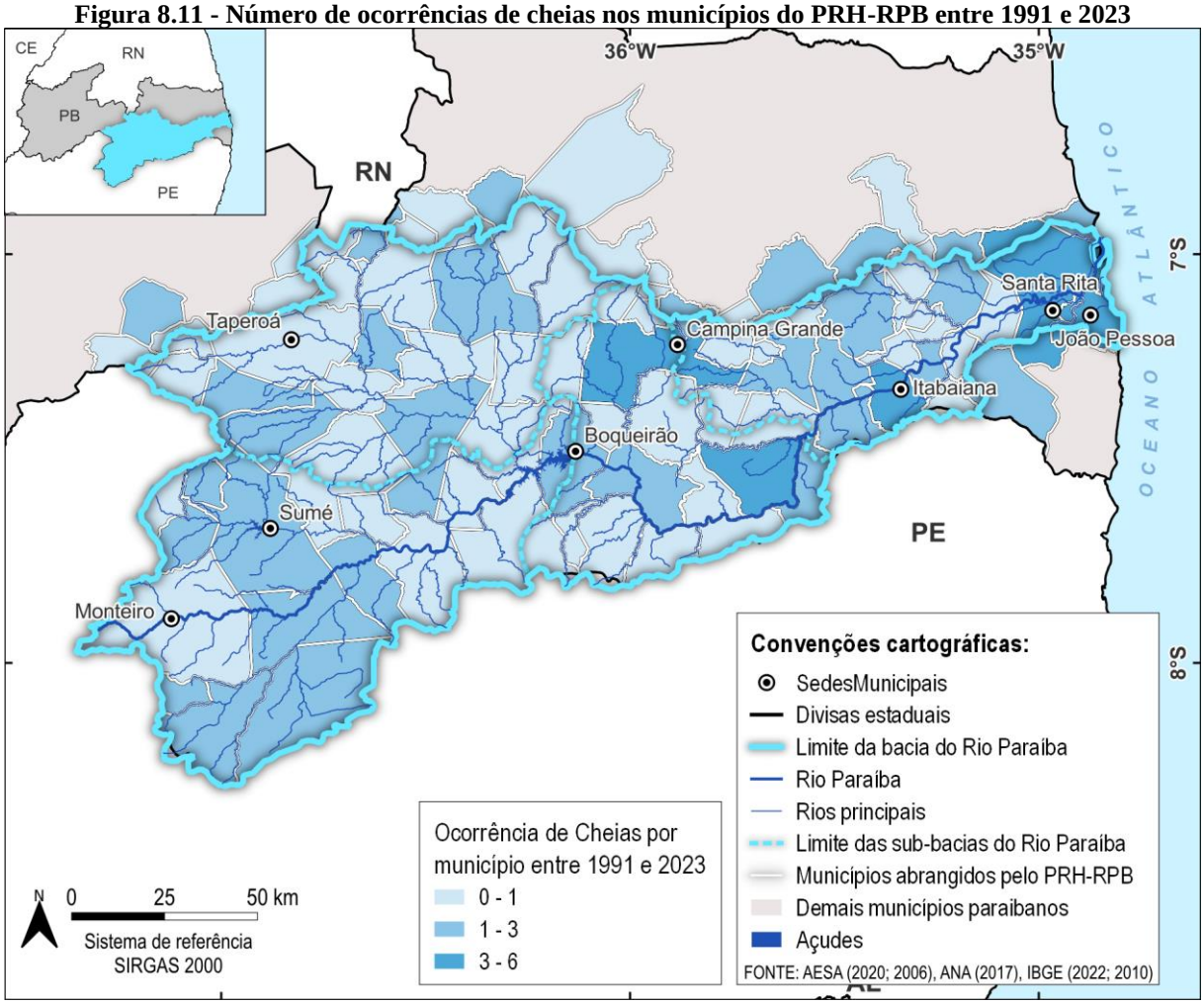
A Tabela 8.10 apresenta dados sobre a incidência de cheias por sub-bacia do PBH-RPB, estando na Figura 8.11 estes dados espacializados por município. Destaca-se que a região do Baixo Curso do Paraíba foi a mais afetada, registrando o maior número de ocorrências. João Pessoa, localizado dentro dessa área, liderou os registros, totalizando 6 ocorrências, seguido por Santa Rita com 5 registros. O município de Campina Grande, situado na sub-bacia do Médio Paraíba, também registrou 5 ocorrências, demonstrando que os municípios com maior área urbanizada foram aqueles que apresentaram o maior número de cheias para o período analisado entre 1991 e 2023.

Tabela 8.10 - Número de Ocorrências de cheias nos municípios do PRH-RPB

Sub-Bacia	Número de Ocorrências
Alto Paraíba	24
Médio Paraíba	20
Baixo Paraíba	56
Taperoá	34

Fonte: Ceped/UFSC (2024).

Figura 8.11 - Número de ocorrências de cheias nos municípios do PRH-RPB entre 1991 e 2023



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), com informações de Ceped/UFSC (2024).

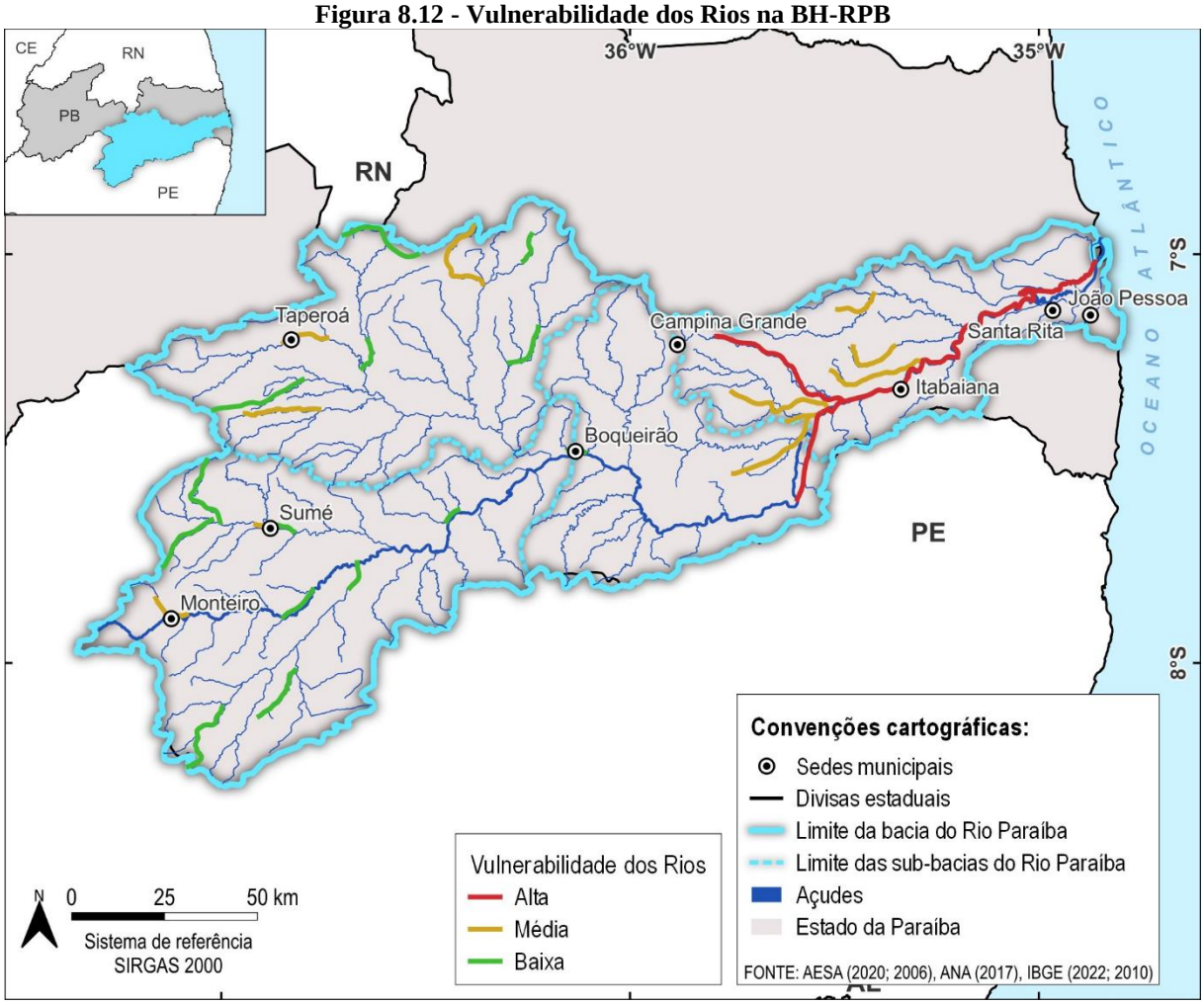
Os mapas de vulnerabilidade a inundações dos rios podem auxiliar na prevenção e mitigação de impactos de eventos hidrológicos críticos. O Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014) é uma ferramenta que identifica a ocorrência e os impactos das inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras. Para classificação das inundações foram estabelecidos três intervalos:

- Alto: alto impacto e qualquer frequência de inundações, e médio impacto com alta frequência de inundações;
- Médio: médio impacto e frequências média e baixa de inundações e baixo impacto com alta frequência de inundações; e
- Baixo: baixo impacto e frequências média e baixa de inundações.

A Bacia do Rio Paraíba possui 88 trechos de rios classificados entre esses intervalos, sendo que o Rio Paraíba possui 24 trechos com alta vulnerabilidade, atravessando 14 municípios paraibanos. No total, 32 trechos são classificados com alta vulnerabilidade, sendo que apenas 13 estão classificados com alta frequência de ocorrência, 27 em baixa vulnerabilidade e 29 em média vulnerabilidade. Na Figura 8.12 estão representados espacialmente os trechos de rios

classificados de acordo com sua vulnerabilidade conforme o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014).

Figura 8.12 - Vulnerabilidade dos Rios na BH-RPB



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), com informações de ANA (2014).

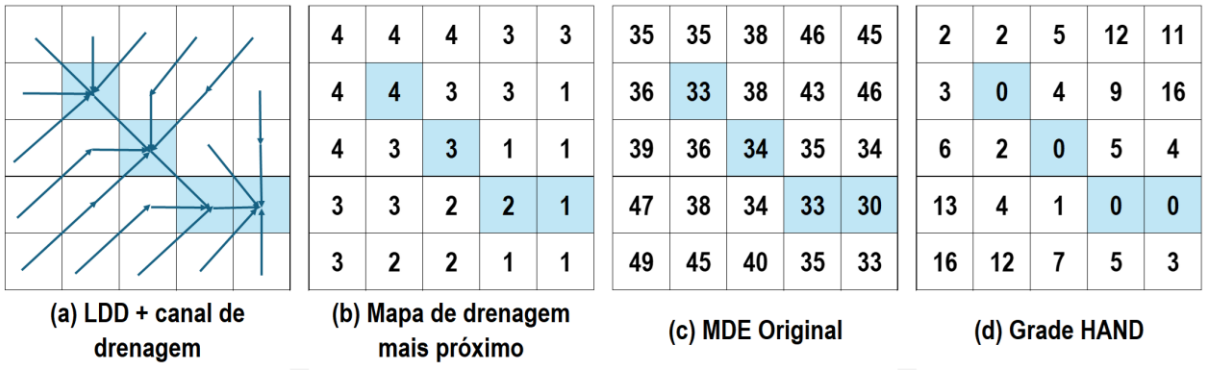
8.4.3 Mapeamento de Áreas Inundáveis - Modelo HAND

O modelo HAND (*Height Above the Nearest Drainage*) foi desenvolvido em colaboração pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CCST INPE) e pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Ele constitui um modelo digital de terreno normalizado pela rede de drenagem, possibilitando uma análise quantitativa da topo-hidrologia da área de estudo. Este modelo representa de maneira substancial o potencial gravitacional relativo dos terrenos, o que permite uma compreensão coerente e preditiva de diversos processos superficiais relacionados ao movimento, acumulação, infiltração, armazenamento e drenagem de água (Nobre *et al.*, 2011).

Em um primeiro momento, para calcular a grade HAND, o modelo executa uma sequência de cálculos para criar um modelo digital de elevação (MDE) hidrologicamente coerente para definir os caminhos de fluxo e delinear os canais de drenagem (a). Assim, cada célula de drenagem é associada espacialmente a todas as células do MDE que drenam para ela (b). Então, o MDE original (c) é processado usando o operador HAND e o mapa de drenagem gerado,

calculando as alturas do terreno normalizadas onde a altura de cada célula representa a diferença de nível em relação à sua célula de drenagem mais próxima, resultando em (d), a grade HAND. Essas etapas podem ser verificadas na Figura 8.13.

Figura 8.13 - Etapas de processamento do modelo HAND



Fonte: Adaptado de Nobre *et al.* (2011).

O HAND possui diferentes campos de aplicações, como por exemplo, pedologia, hidrologia, modelagem ambiental, desastres naturais, zoneamento de terrenos, ecofisiologia da paisagem, biogeoquímica, entre outros. Nesse trabalho são abordadas as aplicações no mapeamento preditivo de risco hidrológico para obtenção de zonas escalonadas de risco de inundação.

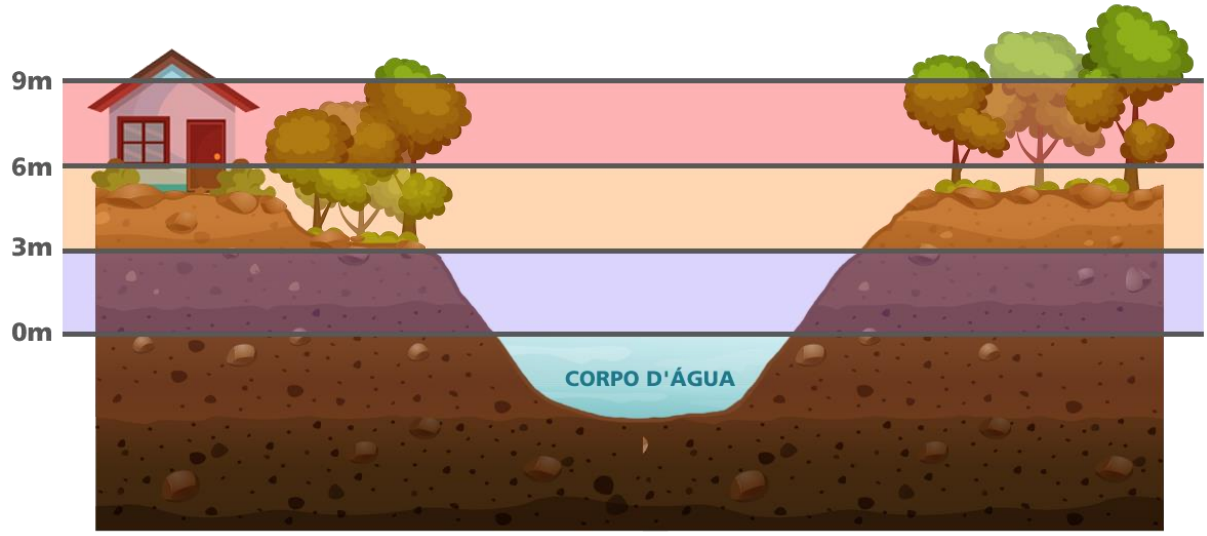
Para obtenção da mancha de inundação, foi utilizado o aplicativo de mapeamento de áreas inundadas que usa o modelo HAND em conjunto com o *Google Earth Engine (*GEE). Essa ferramenta foi desenvolvida no contexto do projeto Cooperação em Tecnologias para Análises Hidrológicas em Escala Nacional, um projeto da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH).

Segundo os autores Nobre *et al.* (2011), o HAND gera mapas de proximidades topográficas ou desníveis relativos a cursos d'água a partir do modelo digital do terreno. Estes desníveis indicam a susceptibilidade a enchentes de cada ponto na paisagem. Hipoteticamente, se na mancha de inundação gerada pelo modelo, um ponto está a 5 metros acima do rio mais próximo, ele será mais propenso a ser afetado por uma enchente do que outro ponto cujo desnível seja de 10 metros para o mesmo rio. É importante observar que o HAND indica apenas a área onde uma cheia seria mais provável de ocorrer no caso de haver água em excesso fluindo na superfície.

Como referência para a altitude máxima das cotas de inundação foi utilizado o estudo de Andrade (1997) sobre o Rio Paraíba, no qual as cheias são classificadas como ordinárias as que atingem entre 4 e 5 metros, e extraordinárias as que elevam a água do rio de 8 a 9 metros (Andrade, 1997, *apud* Xavier *et al.*, 2013).

Na Figura 8.14, é apresentada uma seção transversal hipotética de um rio e a classificação da cota de inundação em relação a este mesmo rio. Essa classificação será utilizada nas figuras apresentadas a seguir.

Figura 8.14 - Seção transversal com as faixas de cotas de inundação em relação ao rio

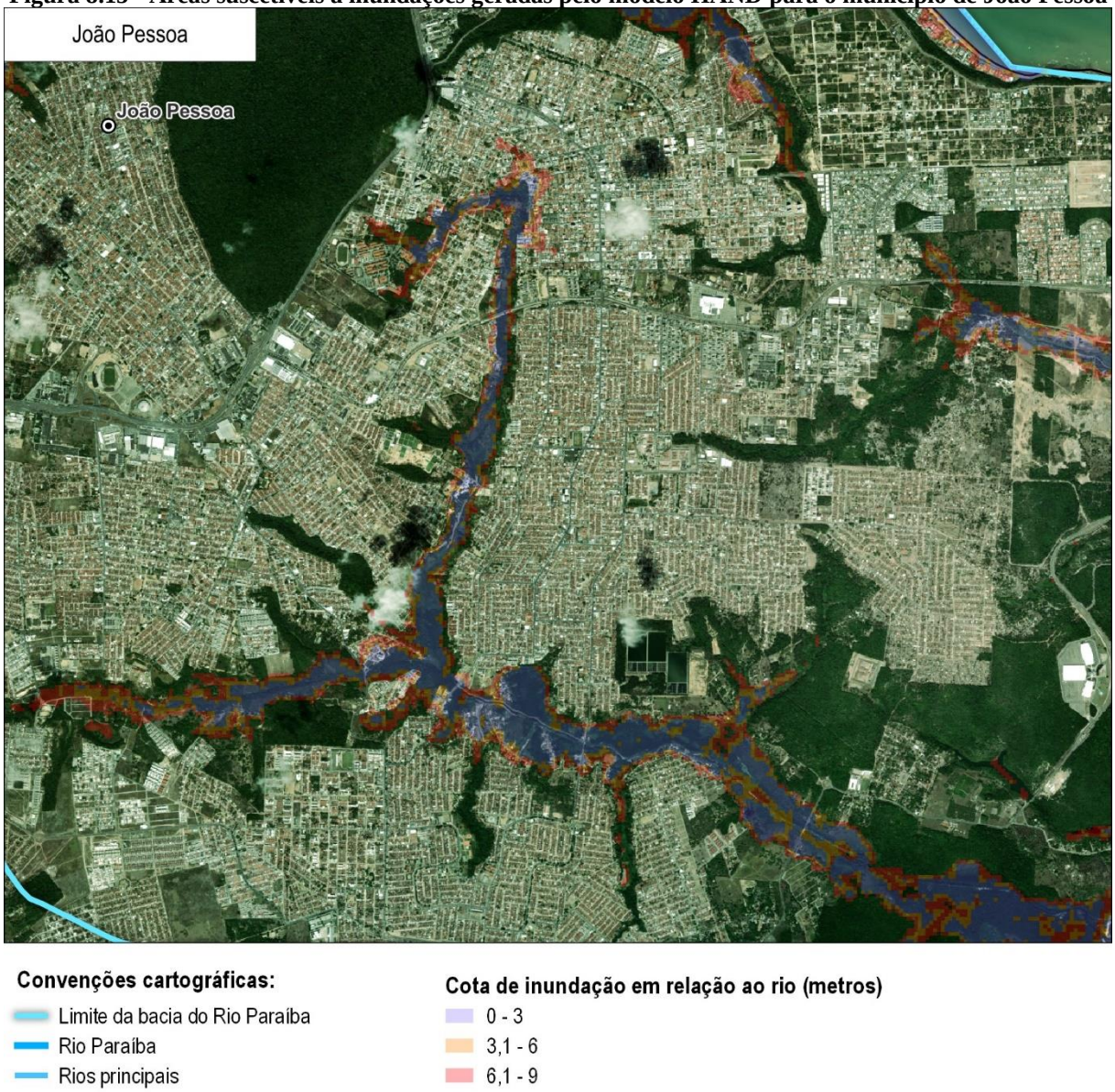


Fonte: Cobrape (2024).

As áreas para as quais foram geradas as manchas de inundação são aquelas onde os trechos de rios foram classificados como de alta vulnerabilidade de acordo com o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014), conforme discutido no tópico anterior, e para os municípios com os maiores centros urbanos: João Pessoa e Campina Grande.

A Figura 8.15 mostra que na capital do estado a área inundada não impacta significativamente as regiões habitadas. No entanto, ao analisar os registros de eventos de cheias, nota-se que João Pessoa é a cidade mais afetada por esses eventos. Assim, é possível concluir que as prováveis causas das inundações no município estão relacionadas a problemas na infraestrutura de drenagem urbana, e não a sua topo-hidrologia.

Figura 8.15 - Áreas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND para o município de João Pessoa



Fonte: Cobrape (2024).

A Tabela 8.11 apresenta o cálculo da área urbana dentro da mancha de inundação gerada pelo modelo HAND em relação à área urbana total do município. Cabe ressaltar que a região analisada abrange apenas as áreas próximas aos trechos de rios com alta vulnerabilidade a inundações, todos inseridos na região do Baixo Curso do Rio Paraíba.

Tabela 8.11 - Relação entre a área urbana dentro da mancha de inundação e a área urbana total

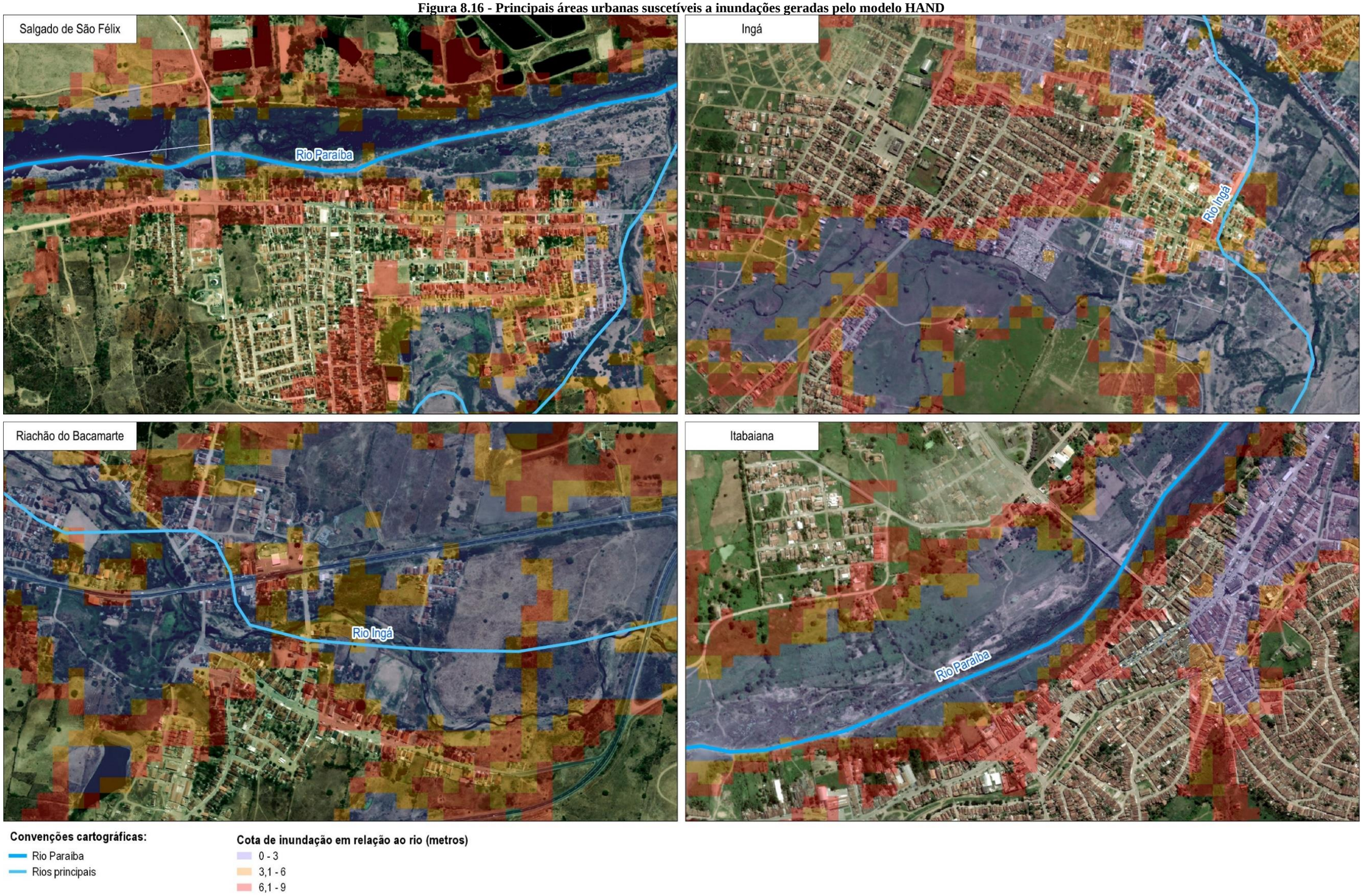
Município	Área Urbana dentro da mancha de inundação (km²)	Área Urbana Total (km²)	Relação entre a área urbana dentro da mancha de inundação e a área urbana total (%)
Cabedelo	12,4	13,9	89,2%
Campina Grande	6,9	67,8	10,2%
Cruz do Espírito Santo	1,1	3,5	32,0%
Ingá	1,0	2,1	46,2%
Itabaiana	0,8	5,5	14,5%

Município	Área Urbana dentro da mancha de inundação (km²)	Área Urbana Total (km²)	Relação entre a área urbana dentro da mancha de inundação e a área urbana total (%)
João Pessoa	13,6	98,7	13,8%
Mogeiro	1,0	3,7	26,8%
Riachão do Bacamarte	0,3	0,7	43,0%
Salgado de São Félix	0,6	2,2	27,7%
Santa Rita	6,3	23,0	27,3%

Fonte: Cobrape (2024); IBGE (2019).

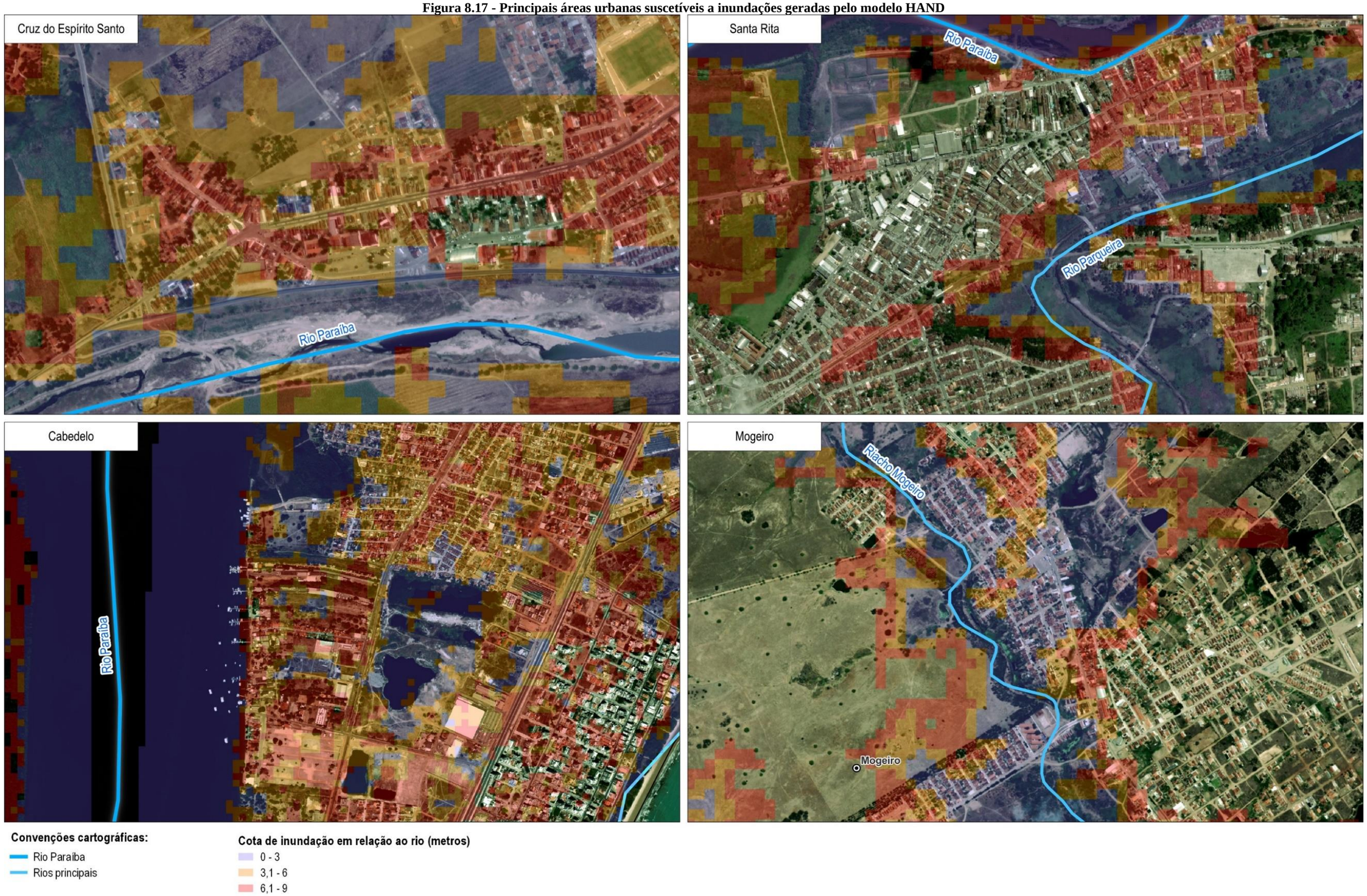
O município mais afetado é o de Cabedelo, onde cerca de 89% da área urbana está localizada dentro da mancha de inundação, destacando que a área fica localizada no exutório do Rio Paraíba. Cruz do Espírito Santo também possui uma extensa área suscetível a inundação, contudo, apenas 32% dessa área é urbana. As manchas de inundação nos municípios citados na Tabela 8.11 podem ser analisadas espacialmente na Figura 8.16 e na Figura 8.17. O município de Campina Grande, o segundo maior centro urbano do estado, está representado na Figura 8.18, na qual pode-se notar que, ao contrário da capital João Pessoa, parte da malha urbana é afetada diretamente pelas cheias dos rios.

Figura 8.16 - Principais áreas urbanas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND



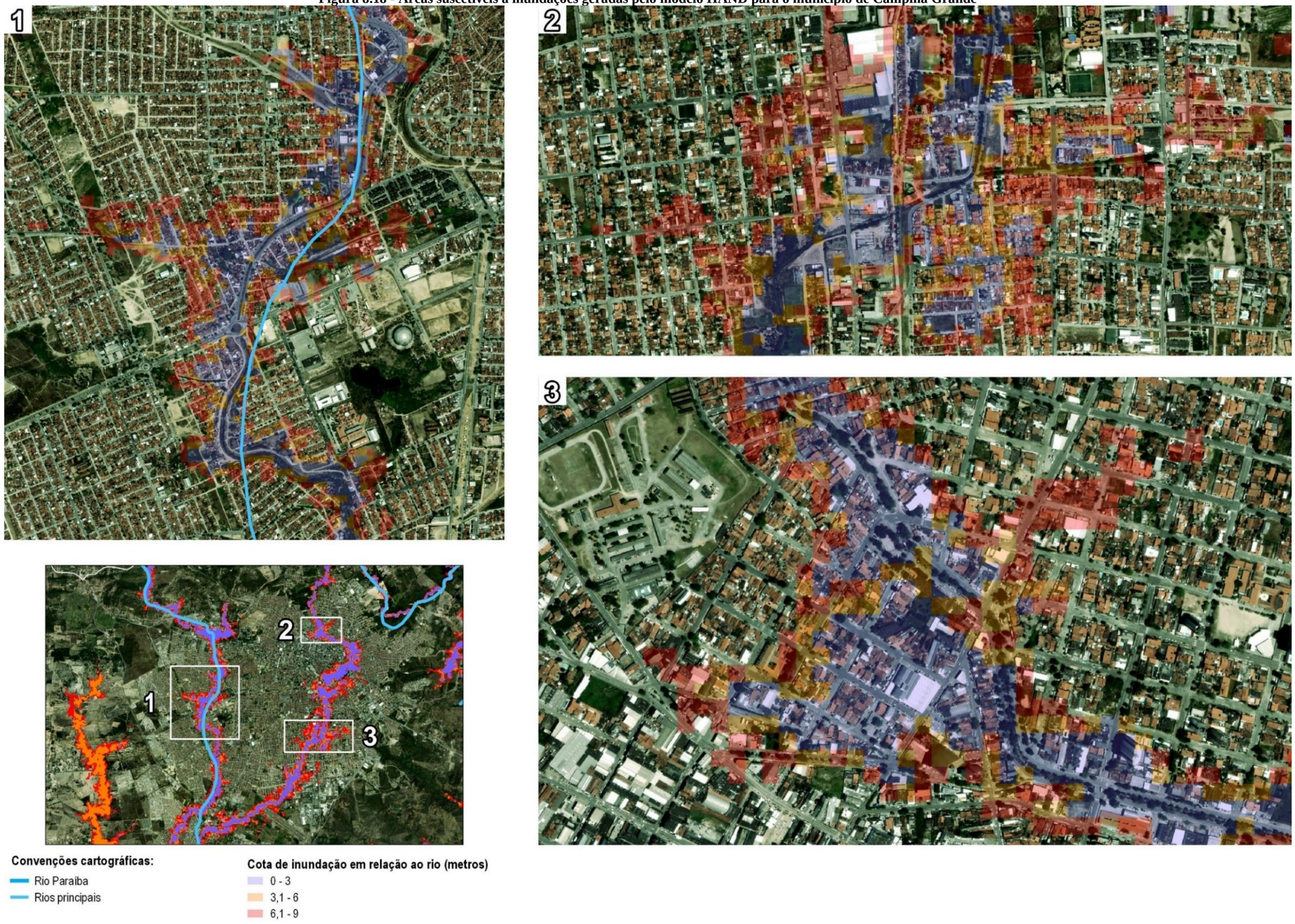
Fonte: Cobrape (2024).

Figura 8.17 - Principais áreas urbanas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND



Fonte: Cobrape (2024).

Figura 8.18 - Áreas suscetíveis a inundações geradas pelo modelo HAND para o município de Campina Grande



Fonte: Cobrape (2024).

8.5 SÍNTESE DA ANÁLISE DAS ÁREAS DEGRADADAS, SITUAÇÕES EMERGENCIAIS E CONFLITOS EXISTENTES

Áreas degradadas são aquelas cujas propriedades físicas, químicas ou biológicas foram comprometidas por processos degradantes, prejudicando o meio ambiente. Na Bacia do Rio Paraíba, os principais problemas identificados pelo Comitê da Bacia incluem contaminação da água, erosão do solo, degradação da mata ciliar e escassez hídrica, resultantes principalmente das atividades agropecuárias e da ocupação urbana. A região semiárida é mais vulnerável à desertificação, e sofre com a retirada da vegetação nativa, levando à perda das matas ciliares e à erosão do solo.

Quando analisamos as Áreas de Preservação Permanente juntamente com o uso do solo, nota-se que cerca de 39% dessas áreas estão cobertas por pastagem. Essa análise destaca a necessidade de adotar medidas para assegurar a conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Código Florestal.

Em relação às Unidades de Conservação, 64% do território ainda é ocupado por formações savânicas ou florestais, com 19% destinado à pastagem. As Áreas de Proteção Ambiental das Onças e do Cariri são as mais impactadas por pastagem. A análise das UCs e APPs revela diferentes realidades em relação à ocupação do solo e a necessidade de planos de manejo.

No contexto do PRH-RPB, foi realizada uma análise de transição entre classes de cobertura e uso do solo utilizando os dados do MapBiomas entre os anos de 1990 e 2020, através de diagramas Sankey que permitem uma representação gráfica dos fluxos entre as classes. Entre 1990 e 2000, as transições entre floresta e agricultura foram de 14,2% da cobertura florestal convertida para agropecuária, e 11,8% da agropecuária revertida em floresta. No entanto, entre 2010 e 2020, foi observada uma tendência mais acentuada de conversão de áreas florestais para atividades agropecuárias, com 16,1% da área florestal convertida, enquanto apenas 6,9% da agropecuária foi convertida em floresta.

A gestão dos recursos hídricos envolve desafios complexos, resultantes da necessidade de atender a uma ampla variedade de demandas em um contexto de recursos limitados. As demandas incluem desde o abastecimento urbano e rural até a irrigação, entre outras atividades econômicas. A limitada disponibilidade hídrica na bacia intensifica esses desafios, gerando conflitos em relação aos usos múltiplos, exigindo uma abordagem integrada e uma análise mais detalhada dos recursos hídricos.

No contexto do PRH-RPB, foi realizada uma pesquisa abrangente com o objetivo de analisar os conflitos existentes e potenciais relacionados aos diferentes usos da água. Essa pesquisa baseou-se em fontes secundárias, como artigos, teses e relatórios técnicos, além de informações fornecidas pelo Comitê de Bacias. Foram considerados tanto os usos consuntivos, quanto os não consuntivos.

Os principais conflitos identificados são causados principalmente por três fatores centrais: a escassez da água, a insuficiência das infraestruturas existentes e os impactos das obras de transposição do Rio São Francisco. Uma área particularmente crítica é a do Açude Epitácio

Pessoa, onde há uma concentração significativa de conflitos relacionados as águas do reservatório.

A análise dos pontos de conflitos existentes será fundamental para subsidiar os estudos de cenários que poderão levar em consideração essas variáveis juntamente com uma análise climática e de crescimento de demandas. Além disso, ao identificar as áreas de maior tensão, será possível direcionar esforços para uma análise mais detalhada dessas regiões, permitindo a formulação de estratégias específicas e mais eficazes nos planos de ação. Essa análise inclui compreender melhor as dinâmicas locais, as necessidades dos diferentes usuários da água e possíveis soluções para mitigar os conflitos.

Os eventos extremos demandam atenção para a implementação de políticas eficazes de redução de riscos. Na abrangência da Bacia do Rio Paraíba, entre 1991 e 2023, foram registradas mais de 1.400 ocorrências de estiagem e secas, com a sub-bacia do Taperoá destacando-se pela maior frequência de estiagens. Por outro lado, a região registrou 134 ocorrências de algum evento relacionado as cheias, sendo que o maior número de ocorrências foi em 2004.

A análise da vulnerabilidade a inundações com base no Atlas de Vulnerabilidade a Inundações da ANA (2014) aponta que os principais rios classificados como de alto risco estão localizados ao longo do Rio Paraíba.

Dessa forma, o modelo HAND foi aplicado para mapear as áreas suscetíveis a inundações em locais classificados com alta vulnerabilidade além dos dois maiores centros urbanos: João Pessoa e Campina Grande. Cabe destacar a diferença entre esses municípios, onde observou-se que Campina Grande é afetada pelas cheias devido ao aumento do nível dos corpos hídricos. Ao considerar o histórico de cheias e o mapeamento realizado pelo modelo, pode-se inferir que as inundações em João Pessoa são principalmente atribuídas a deficiências na infraestrutura de drenagem urbana, uma vez que a mancha de inundação no município não apresentou impacto significativo em áreas habitadas.

Conforme analisado nos capítulos anteriores, a configuração da região do Médio curso do Rio Paraíba aumenta a velocidade do escoamento superficial em direção ao Baixo Paraíba, o que explica a maior ocorrência de cheias nessa região e a maior vulnerabilidade desses rios, e, portanto, a necessidade de um estudo mais detalhado para essa região.

O mapeamento dessas áreas pode auxiliar em planos de ações que visam resolver problemas de ordenação e organização do espaço urbano dos municípios. Além disso, a partir da identificação das áreas vulneráveis, pode-se desenvolver estratégias de prevenção e adaptação às cheias, essenciais para reduzir os impactos socioeconômicos e ambientais na Bacia do Rio Paraíba.

9 ANÁLISE INTEGRADA DO DIAGNÓSTICO DA BACIA

9.1 SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES DAS CONSULTAS PÚBLICAS

As consultas públicas realizadas nos dias 04, 05 e 06 de novembro de 2024, nas cidades de Itabaiana, Campina Grande e Monteiro, foram organizadas como parte da construção do Diagnóstico do PRH-RPB. Os eventos reuniram representantes de diversos setores usuários e federações de atividades, de comunidades e de órgãos públicos, promovendo discussões fundamentais sobre os desafios e as oportunidades relacionadas à gestão dos recursos hídricos na região. A seguir, é apresentada uma síntese das contribuições recebidas nos três eventos, sendo o relato completo dos eventos apresentado no Anexo I deste documento.

Na consulta pública em Itabaiana, que ocorreu em 04/11/2024, participantes destacaram a relevância do programa Nascentes Vivas, com questionamentos sobre o mapeamento das nascentes e sua preservação. O tema do armazenamento de água e da energia renovável também foi discutido, com propostas para incentivo à produção sustentável. Além disso, foram levantadas preocupações sobre os impactos ambientais da carcinicultura, principalmente no que diz respeito à qualidade da água e ao manejo de resíduos sólidos.

A educação ambiental foi apontada como uma lacuna importante nesse evento, especialmente para lidar com os resíduos sólidos no leito do rio e os problemas decorrentes do uso irregular da agricultura em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Participantes sugeriram que a SUDEMA fosse mais envolvida no plano, devido ao seu papel na concessão de licenças ambientais.

Questões relacionadas aos impactos de barragens sobre comunidades ribeirinhas também surgiram, incluindo a proposta de relatar o histórico do Açude de Acauã e seus impactos, a partir do EIA/RIMA. Foram mencionados programas de recuperação de mananciais e de incentivo à agricultura familiar, bem como iniciativas do INSA sobre saneamento ambiental e reúso. A construção de barragens secundárias, microbarragens e outras infraestruturas foi amplamente discutida como forma de melhorar a gestão hídrica local.

Em 05/11/2024 foi realizada a consulta pública em Campina Grande, onde se relatou a necessidade de maior engajamento dos municípios na formulação e implementação do PRH-RPB. O diretor-presidente da AESA citou os programas Paraíba Mais Verde e Nascentes Vivas como iniciativas relevantes para a região. Foi enfatizada a importância do saneamento rural, incluindo a qualidade da água e os desafios enfrentados por comunidades locais, bem como o fornecimento de água para assentamentos rurais.

Nesse evento também foram levantadas sugestões para bolsas educacionais voltadas a estudos de recursos hídricos e maior mobilização comunitária. O Banco do Nordeste foi mencionado como um agente com programas de incentivo, particularmente na carcinicultura. Questões como a recuperação de áreas degradadas, dessalinização e reúso de água foram apontadas como prioridades, com menção a iniciativas do INSA voltadas ao saneamento rural.

A consulta pública em Monteiro, ocorrida em 06/11/2024, abordou o impacto da irrigação, destacando o potencial de desenvolvimento com base em mais de 60 hectares irrigados na Vila Lafayette. No entanto, também foram mencionadas questões críticas, como a falta de abastecimento regular de água em Monteiro e outras comunidades, com destaque para Mulungu e Riacho Verde, onde o acesso se dá principalmente via carros-pipa, muitas vezes insuficientes.

Outros tópicos discutidos nessa consulta pública incluíram a necessidade de assistência técnica para melhorar o aproveitamento do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), os passivos ambientais decorrentes de sua construção e a proposta de ampliar pontos de acessibilidade ao longo do canal. O aproveitamento de reservatórios locais, como o Açude Pocinhos e o reservatório de Sumé, foi sugerido para reforçar o abastecimento hídrico.

Foram discutidas iniciativas relacionadas à gestão de resíduos sólidos, como a implantação de aterros sanitários, e a adoção de tecnologias sustentáveis, como fossas-filtro ecológicas em comunidades locais. Também foi citada em Monteiro a necessidade de modelos de uso e manejo sustentável voltados para a agricultura familiar, fundamentais para o equilíbrio entre produção e preservação ambiental.

Portanto, os eventos presenciais discutiram principalmente a grave falta de água nos três municípios, com a população dependendo de carros-pipa para o abastecimento. Em Itabaiana e Campina Grande, a escassez de água foi atribuída aos impactos das barragens, enquanto em Monteiro, a situação foi relacionada à construção do PISF.

Outro ponto comum foi a necessidade de preservar as nascentes e mananciais. Houve discussões sobre a criação de conexões entre rios ou o estabelecimento de novas adutoras para melhorar o fornecimento de água.

A gestão e disposição de resíduos sólidos ao longo dos rios também foi um tema relevante para todos os municípios. Em Monteiro, por exemplo, foi mencionado o acúmulo de lixo nas margens dos rios devido à falta de aterros locais.

Além disso, cada município teve suas preocupações específicas. Em Itabaiana, a carcinicultura foi um dos principais pontos de debate, com opiniões divergentes sobre seu impacto na poluição do rio. Em Campina Grande, a atenção foi voltada para os efeitos negativos da barragem de Acauã, que causou prejuízos a muitas pessoas. Já em Monteiro, o foco recaiu sobre os impactos causados pela construção do PISF e suas consequências para a região.

Nesse sentido, quanto às contribuições relacionadas aos programas Paraíba Mais Verde e o Nascentes Vivas, estes foram consultados durante a elaboração do diagnóstico do PRH-RPB e abordados principalmente no Tomo I deste relatório, bem como programas relacionados a agricultura familiar e degradação de áreas protegidas.

Foram consultados documentos e notícias sobre os impactos dos Açudes de Acauã e Epitácio Pessoa, de forma que as informações sobre esse tema foram abordadas também no Tomo I. Além disso, foram acrescentadas no item 8.2.1 do presente documento, informações referentes aos conflitos gerados pela construção e funcionamento da Barragem de Acauã, através de contribuições enviadas.

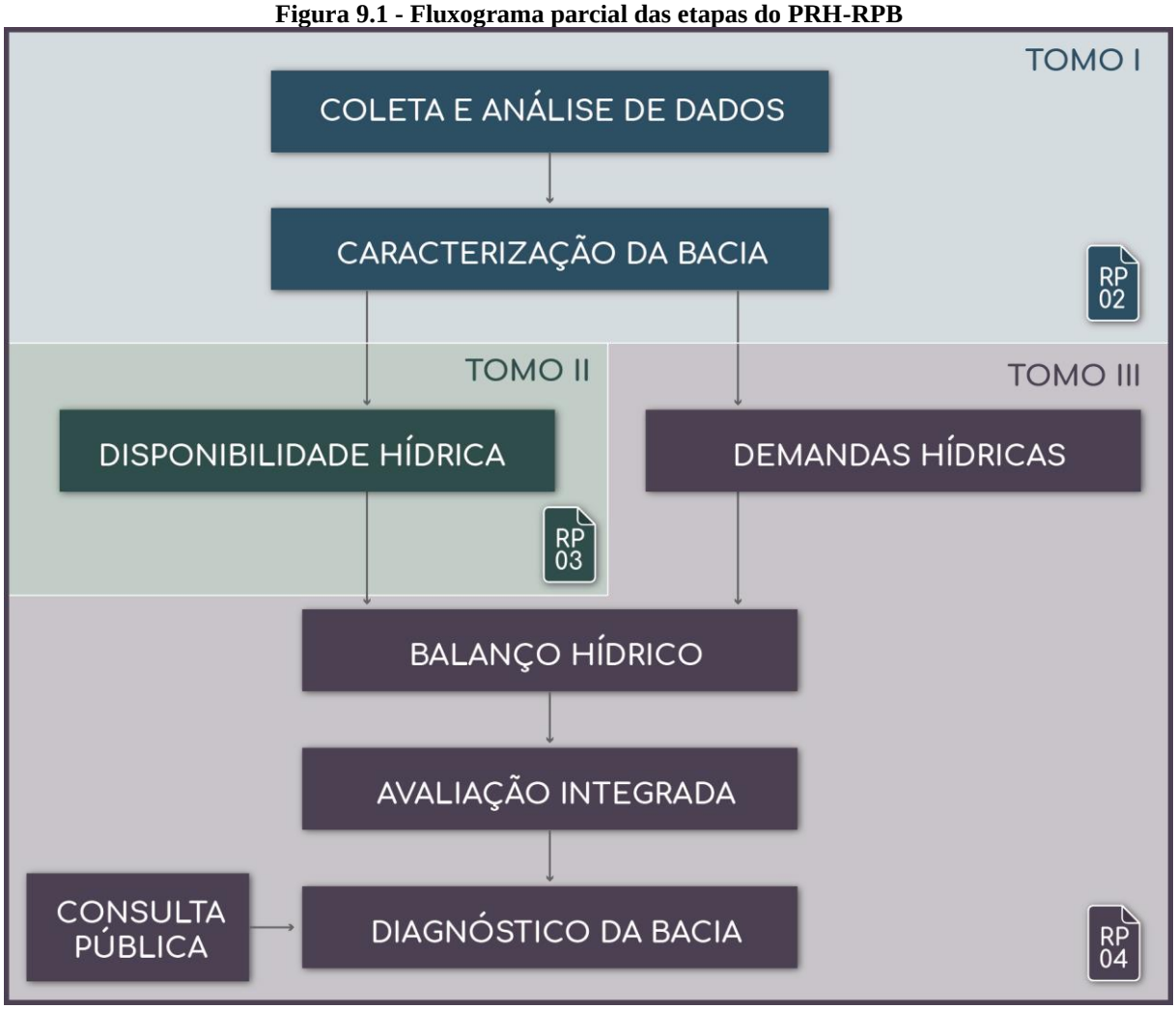
De maneira geral, pôde-se identificar que muitos apontamentos dos eventos das consultas públicas são de grande importância para a próxima etapa do PRH-RPB, de construção dos cenários da bacia. Dentre essas contribuições, pode-se citar a questão do reúso de efluentes na bacia, o tratamento por dessalinização de água, e a irrigação considerada como o uso mais importante na região de Monteiro. Tais informações serão cruciais para traçar os futuros possíveis da região, bem como as ações necessárias para a gestão sustentável da Bacia do Rio Paraíba.

No próximo item, de diagnóstico integrado da bacia, as contribuições que interferem nesta fase do PRH-RPB são abordadas com maior profundidade.

9.2 DIAGNÓSTICO INTEGRADO DA BACIA DO RIO PARAÍBA

O diagnóstico da Bacia do Rio Paraíba tem a primeira função de investigar e apresentar as fontes de informações que serão utilizadas na elaboração do trabalho, além de fornecer um panorama da situação atual da bacia. Para dar início ao diagnóstico, foi realizada a coleta dos dados sobre os principais temas relacionados aos recursos hídricos e que estavam previstos para o escopo do trabalho, por meio de buscas em bases públicas de dados, tanto em órgãos na esfera federal, quanto na esfera estadual. Na Figura 9.1 é apresentado o fluxograma das etapas do PRH-RPB elaboradas até o momento.

Figura 9.1 - Fluxograma parcial das etapas do PRH-RPB



Fonte: Elaborado por Cobrape (2024), com base no TDR, item 5.12.

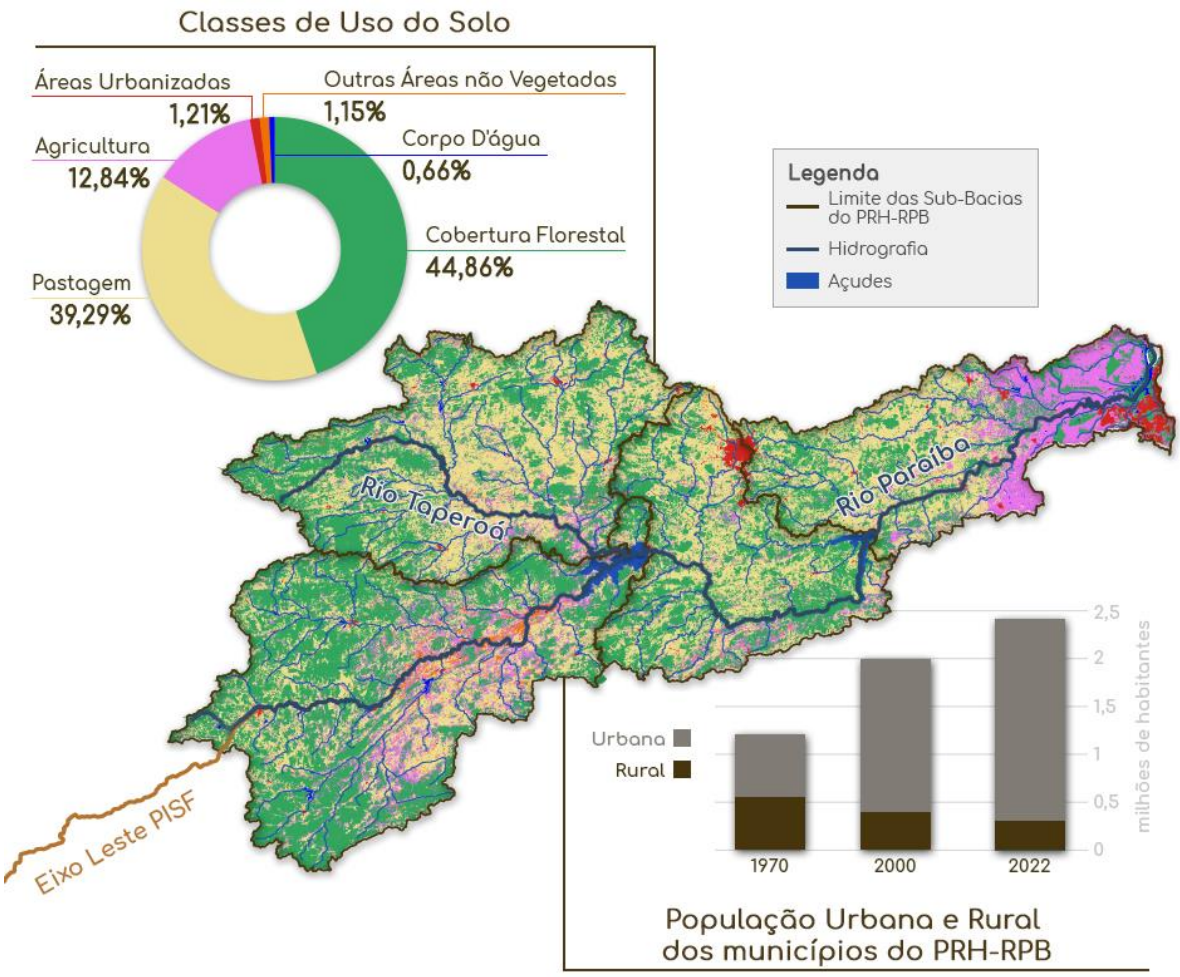
A Bacia do Rio Paraíba é dividida em quatro sub-bacias: Alto Paraíba, Médio Paraíba, Baixo Paraíba e Taperoá, que juntas representam 38% da extensão territorial e abrigam 52% da população do Estado da Paraíba, distribuída em 85 municípios que são contemplados pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Na análise temporal da população, foi possível observar um aumento expressivo da população na bacia entre 1970 e 2022, passando de menos de 1,2 milhões de habitantes para quase 2,5 milhões, além disso, a diferença entre a população urbana e a rural aumentou expressivamente com o passar das décadas.

O Alto Paraíba situa-se no semiárido paraibano, caracterizado por baixos índices pluviométricos e altas temperaturas, e é onde nasce o Rio Paraíba e chega a água do PISF no município de Monteiro. Já o Médio Paraíba fica a jusante do Açude Epitácio Pessoa e segue até o Açude Acauã. O Baixo Paraíba possui uma atividade agrícola mais intensa e é onde o Rio Paraíba deságua no oceano. A Bacia do Rio Taperoá abriga o maior afluente do Rio Paraíba, que como a maioria dos corpos hídricos, é intermitente, tendo sua área de contribuição hídrica desaguando no Açude Epitácio Pessoa.

O uso do solo é distribuído de forma heterogênea, e faz relação direta com a vocação do território e a disponibilidade de recursos hídricos em seu entorno. Fazendo uma análise

temporal, foi possível observar que entre 2010 e 2020 houve um aumento de áreas que eram classificadas como florestas e que se tornaram destinadas a atividades agropecuárias, sendo que, atualmente, cerca de 54% da área da bacia já é antropizada. Na Figura 9.2 estão sintetizadas as informações mencionadas, com relação a população urbana e rural dos municípios do PRH-RPB, o uso do solo na bacia a hidrografia principal, os açudes Acauã e Epitácio Pessoa e o Eixo Leste do PISF.

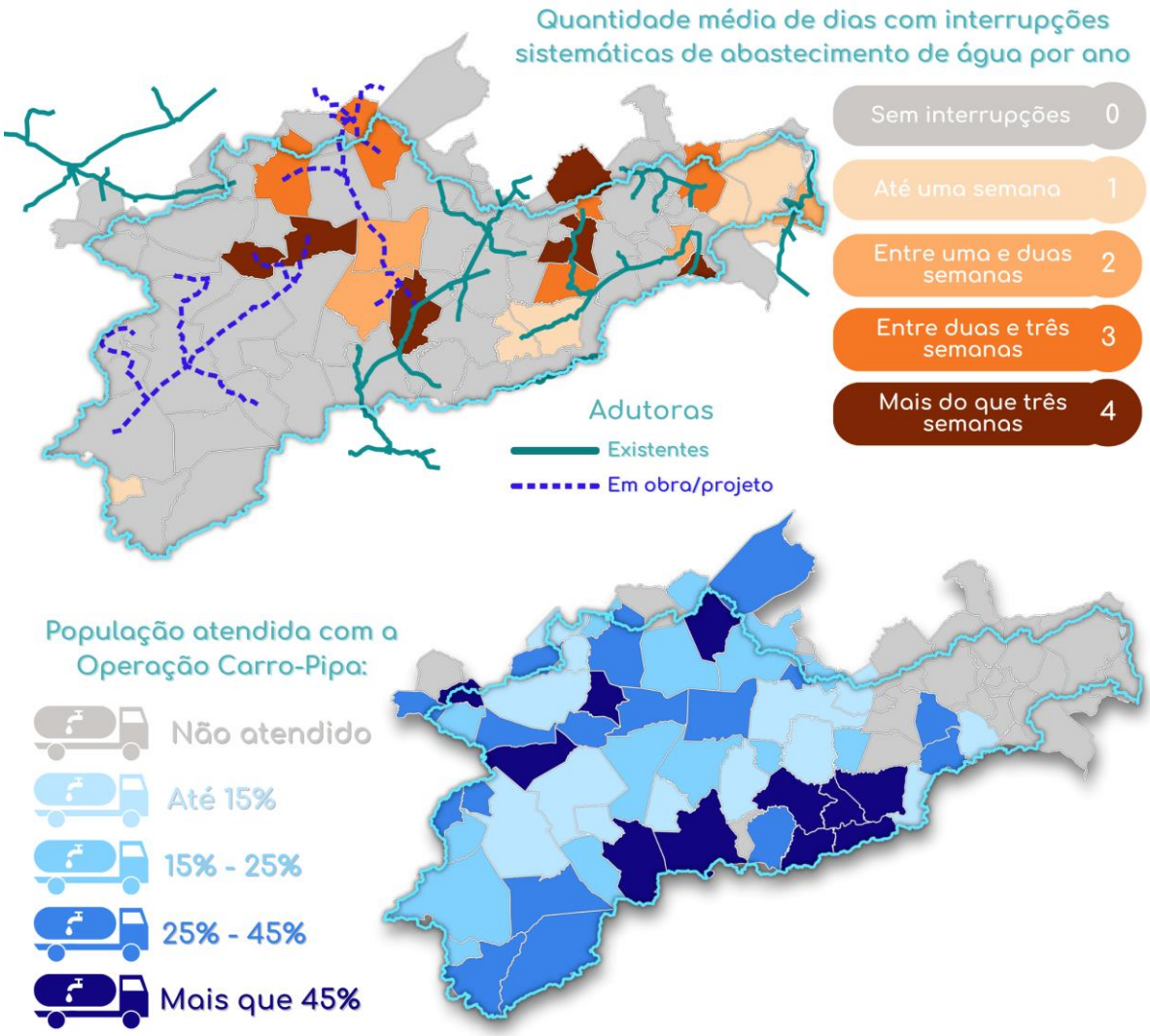
Figura 9.2 - Síntese de informações da área do PRH-RPB



Fonte: IBGE (2022), MapBiomas (2022); Elaborado por Cobrape (2024).

No que se refere aos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto, a maior parte dos municípios da bacia é atendida pela CAGEPA, com água captada de fontes superficiais e subterrâneas. Segundo o SNIS (2022), 22 municípios registraram interrupções nos sistemas de abastecimento de água, destacando-se entre eles Alagoa Grande, Boqueirão, Gurjão, Ingá e Parari. Esses municípios apresentam uma média de interrupções superior a um mês por ano, ou seja, pelo menos em 30 dias no ano, houve interrupções nos sistemas de abastecimento. Como ilustrado na Figura 9.3, grande parte desses municípios que enfrentam interrupções sistemáticas são atendidos pelas adutoras dos sistemas integrados, enquanto outros desses municípios recorrem a soluções alternativas, como o fornecimento de água por meio de carros-pipa para minimizar os impactos da escassez no abastecimento.

Figura 9.3 - Informações sobre o abastecimento de água nos municípios do PRH-RPB



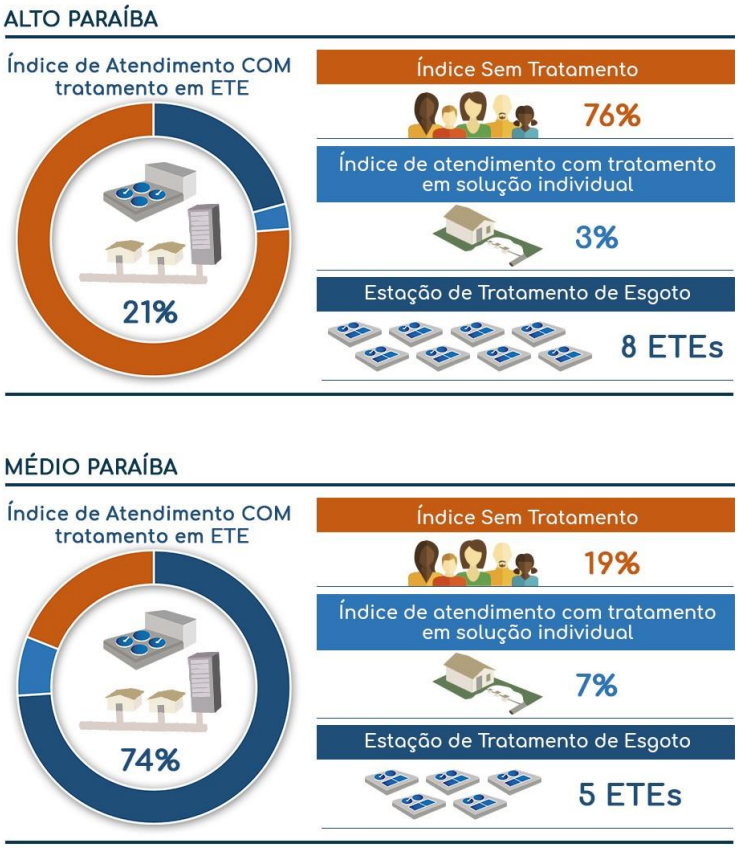
Fonte: MDR (2023); MDS (2019); ANA (2021); Elaborado por Cobrape (2024).

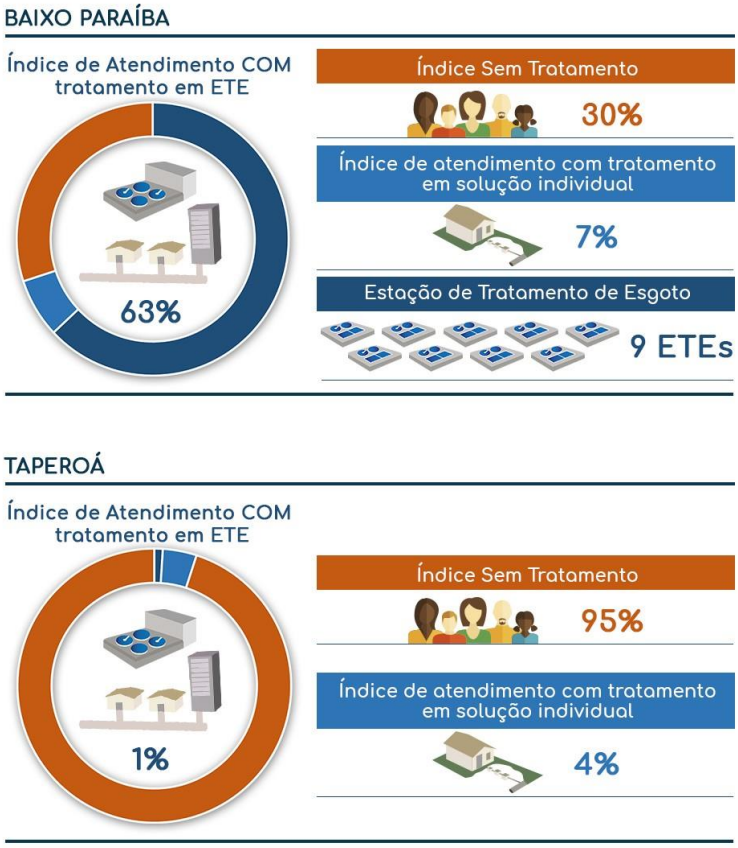
Somado à isso, segundo o Atlas Água (ANA, 2021), 34% dos mananciais da Bacia estão classificados como de alta ou média vulnerabilidade, o que expõe a fragilidade no abastecimento de água no semiárido. A disposição de resíduos sólidos e os serviços de drenagem estão a cargo principalmente das prefeituras municipais, com o destaque para a grande quantidade de municípios que dispõem seus resíduos em lixões ou valas a céu aberto.

Já em relação às soluções de esgotamento sanitário, a situação na bacia é mais precária, com a grande maioria dos municípios sem sistemas de tratamento coletivos. Outra dificuldade para tratar o esgoto na bacia é o lançamento dos efluentes, já que a maioria dos corpos hídricos não possuem vazão em parte do ano, comprometendo a diluição do efluente tratado. Destaca-se que na região do semiário a capacidade de diluição foi classificada como nula, o que demonstra a necessidade de atenção prioritária em termos de gestão e infraestrutura para otimizar a capacidade de diluição de esgotos nessas áreas, bem como na identificações de soluções alternativas para esses municípios, como o reúso dos efluentes para a agricultura.

Na Figura 9.4 foram sintetizadas as informações sobre o esgotamento sanitário com relação ao atendimento do serviço em cada sub-bacia, bem como a existência de tratamento ou não. Além do semiárido possuir a capacidade de diluição nula devido a baixa disponibilidade hídrica, a região também é deficiente no quesito de tratamento de esgoto, sendo que na sub-bacia Taperoá não existem ETEs, enquanto no Alto Paraíba, apesar de ter ETEs dentro dos seus limites, o número de pessoas sem tratamento chega a aproximadamente 76% do total.

Figura 9.4 - Infográfico da situação do esgotamento sanitário em cada sub-bacia do PRH-RPB





Fonte: Adaptado de ANA (2017).

A Bacia do Rio Paraíba enfrenta um histórico significativo de eventos extremos que agravam a situação da disponibilidade hídrica. O comportamento hidrológico da bacia é caracterizado por períodos úmidos e secos bem definidos, com rios intermitentes e registros pontuais de vazões muito altas. Esse padrão contribui para o aumento da erosão e para a ocorrência de enchentes durante eventos climáticos extremos, exigindo uma gestão ágil e eficiente para mitigar possíveis danos socioeconômicos e ambientais. A caracterização física da bacia permitiu obter conclusões de extrema importância sobre a particularidade da região, indicando que a disponibilidade hídrica está intimamente vinculada à acumulação de água por meio de açudes.

Para realizar o estudo da disponibilidade hídrica, algumas análises importantes foram essenciais para esse trabalho, como por exemplo, a análise da rede de monitoramento pluviométrico que se demonstrou suficiente conforme os padrões da Organização Meteorológica Mundial, em relação a quantidade de estações, porém quando avaliada a quantidade de medições e período monitorado, foram identificadas falhas de períodos em diversas estações, prejudicando o diagnóstico mais preciso da precipitação na região. Da mesma forma, quando analisada a quantidade de estações fluviométricas existentes, estas também são suficientes conforme os padrões de densidade de estações, mas poucas destas estão operantes, impactando diretamente nos resultados de modelagem hidrológica.

Por esse motivo, foram levantados diversos estudos de modelagem hidrológica na região semiárida, bem como analisado os resultados e a aplicabilidade dos modelos empregados para subsidiar a escolha do modelo a ser adotado. Diante dessa revisão bibliográfica, optou-se por

utilizar o Modelo de Grandes Bacias (MGB), que já foi empregado para áreas similares a do estudo e com resultados satisfatórios. Os resultados da modelagem hidrológica demonstraram que a disponibilidade hídrica superficial da Bacia do Rio Paraíba está atrelada à capacidade artificial de armazenamento de seus reservatórios e açudes, corroborando o que foi concluído nas análises das características físicas da bacia.

Portanto, também foram realizadas estimativas das disponibilidades hídricas provenientes dos açudes do PRH-RPB. Para tanto, a análise foi iniciada com a verificação das séries pseudo-históricas de vazões afluentes geradas pelo modelo MGB com o histórico de volumes registrados nos reservatórios, o que demonstrou haver compatibilidade e validou a modelagem.

Ainda a partir da modelagem hidrológica, as vazões mínimas, que são de grande importância para a determinação da disponibilidade hídrica, foram calculadas de modo a favorecer a segurança hídrica da região. Da mesma forma, foi realizada a caracterização e estudo dos açudes da região, que consistem em reservatórios imprescindíveis para o atendimento das demandas múltiplas existentes na abrangência do PRH-RPB. Foram analisados 14 reservatórios estratégicos, ou seja, aqueles com capacidades superiores a 10 hm^3, além do açude que compõe o sistema de abastecimento da capital do estado. Entre os reservatórios analisados, destacam-se os açudes Epitácio Pessoa e Acauã, que juntos somam aproximadamente 70% da capacidade de armazenamento da região.

A estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea é relevante, uma vez que representa uma fonte alternativa para suprir as demandas hídricas da região. Além disso, a água subterrânea demonstra maior resistência às variações climáticas em comparação com os cursos d'água superficiais, oferecendo um suprimento mais estável durante eventos de secas prolongadas. Em termos de planejamento e gestão dos recursos hídricos, a estimativa da disponibilidade hídrica inclui o desenvolvimento de políticas de uso e proteção, bem como a avaliação da recarga dos aquíferos, aspectos que foram analisados no contexto do PRH-RPB. A quantidade e distribuição dos poços tubulares na bacia, mostram que o recurso hídrico subterrâneo existente é hidrogeologicamente muito explorado, também como reflexo do comportamento da disponibilidade hídrica superficial naturalmente disponível.

Assim, partindo de uma análise de consistência dos bancos de dados hidrogeológicos, o estudo da disponibilidade hídrica subterrânea auxilia como ferramenta de gestão através da análise da relação entre as disponibilidades calculadas para as reservas potenciais explotáveis (RPE) e as vazões outorgadas (Q_{out}).

Após feita uma caracterização detalhada de itens que impactam diretamente as disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas na Bacia do Rio Paraíba, foi realizada uma análise integrada dessa disponibilidade de forma que os recursos hídricos disponíveis possam ser bem aproveitados, considerando as interrelações dos compartimentos hidrológicos para uma gestão eficiente das águas na bacia.

Em bacias hidrográficas em que os rios são perenes, a integração entre a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, em termos de quantidade de água disponível, é mais evidente, uma vez que no período seco, é o lençol subterrâneo que mantém as vazões observadas nos cursos

d’água superficiais. A Bacia do Rio Paraíba, está em grande parte sobre o Sistema Aquífero Cristalino, em que há pouca influência da contribuição de águas subterrâneas sobre os rios superficiais na Bacia Esta característica é mais marcada até a porção média da bacia, sendo que na porção do Baixo Paraíba, sobre o Sistema Aquífero Litorâneo esta integração entre o recurso hídrico disponível, em suas parcelas superficial e subterrânea, é mais fácil de ser observada.

A classificação geral da bacia em termos de disponibilidade hídrica é baixa ou muito baixa, com exceção da região do baixo curso do Rio Paraíba. Isso, em parte, pela característica climática da região, com período seco e úmido bem-marcados, mas também pelas características geológicas da bacia, que está quase toda sobre sistemas aquíferos de baixa produtividade, como pode ser observado na Tabela 9.1.

Tabela 9.1 - Avaliação Integrada da Disponibilidade Hídrica

Sub-bacia	Quantitativa	Qualitativa
Alto Paraíba	Baixa	Média
Médio Paraíba	Baixa	Média
Baixo Paraíba	Média	Boa
Taperoá	Muito Baixa	Média

Fonte: Elaborado por Cobrape (2024).

Após a análise da disponibilidade hídrica, foi realizado um estudo das demandas hídricas para a bacia, dado que a gestão dos recursos hídricos envolve desafios complexos, resultantes da necessidade de atender a uma ampla variedade de demandas, em um contexto de recursos limitados. As demandas incluem o abastecimento urbano e rural, agricultura, pecuária e indústrias, além de demandas não consuntivas. A limitada disponibilidade hídrica na bacia intensifica esses desafios, gerando conflitos em relação aos usos múltiplos, exigindo uma abordagem integrada e uma análise mais detalhada dos recursos hídricos.

Nesse contexto, para entender melhor as demandas dos municípios da bacia, foi realizada uma pesquisa baseada em fontes secundárias, como artigos, teses e relatórios técnicos, além de informações fornecidas pelo Comitê de Bacias para analisar os conflitos existentes e potenciais relacionados aos diferentes usos da água, considerando tanto os usos consuntivos, quanto os não consuntivos. Os principais conflitos identificados são causados principalmente por três fatores centrais: a escassez da água, a insuficiência das infraestruturas existentes e os impactos das obras de transposição do Rio São Francisco. Uma área particularmente crítica é o Açude Epitácio Pessoa, onde há uma concentração significativa de conflitos relacionados as águas do reservatório.

Desse modo, a síntese das demandas hídricas dos municípios da Bacia do Rio Paraíba levou em consideração a soma de todas as demandas hídricas captadas, tanto superficiais quanto subterrâneas, para os setores de abastecimento público urbano e rural, agricultura, pecuária, indústria, pesca e aquicultura. As demandas hídricas referentes à mineração e ao lazer não foram consideradas por serem praticamente nulas.

Os resultados, consolidados na Tabela 5.15 apontam a superioridade do consumo de água no setor de abastecimento humano urbano, representando cerca de 50% da demanda total da bacia, sendo que, desse total, metade corresponde à capital do estado João Pessoa. A maior parte das

demandas está concentrada nos maiores centros urbanos do estado, enquanto nas sub-bacias do Alto Paraíba e do Taperoá, as demandas hídricas são inferiores à 100 L/s.

Tabela 9.2 – Demandas Hídricas Captadas Totais (L/s)

Abastecimento Humano Urbano	Abastecimento Humano Rural	Industria	Irrigação	Pecuária	Aquicultura e pesca	Total captadas
4.715,12	426,77	409,01	2.590,03	508,90	694,14	9.343,97
50,46%	4,57%	4,38%	27,72%	5,45%	7,43%	100,00%

Fonte: Elaborado por Cobrape (2024).

As Unidades de Análise para o Balanço Hídrico (UABHs) foram delimitadas com o objetivo de fornecer uma análise mais precisa das demandas hídricas. Essa divisão contemplou dois critérios principais: o primeiro foca nas áreas de contribuição dos açudes, enquanto o segundo considera a calha principal do Rio Paraíba e as bacias dos seus principais afluentes. Esse enfoque foi necessário, pois o Baixo Paraíba, ao contrário das outras sub-bacias, não depende predominantemente dos açudes, exigindo um detalhamento maior para a análise das demandas e para facilitar sua espacialização.

Para tanto, foram estabelecidas células de análise que permitem uma abordagem detalhada das demandas em cada área delimitada, utilizando dados espaciais. A espacialização das demandas para cada tipo de uso consuntivo possibilitou o cálculo da demanda total para cada UABH. Esse processo não somente aprimora a compreensão da distribuição das demandas hídricas, mas também desempenha um papel essencial no cálculo do balanço hídrico por Unidade de Análise. A partir dessa análise, será possível propor estratégias de gestão que garantam o uso sustentável dos recursos hídricos, com foco na otimização, na conservação ambiental e na minimização dos conflitos entre diferentes usuários da água.

A fim de obter uma análise da situação atual da poluição na bacia hidrográfica em questão que permitiu o cálculo do balanço hídrico qualitativo por sub-bacia, foi fundamental identificar as principais fontes de poluição e quantificar suas respectivas cargas, sendo que a carga se refere à quantidade de poluentes introduzidos nos corpos d'água. Foi realizado um enfoque nas principais cargas de poluição, especificamente a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e o fósforo total. As fontes de poluição analisadas incluem esgoto doméstico, efluentes industriais, resíduos sólidos urbanos, drenagem urbana, pecuária, mineração e cargas difusas.

A DBO representa a maior carga poluidora da bacia, com cerca de 77 mil kg/dia, sendo o esgoto doméstico a principal fonte dessa carga. Entre as sub-bacias, a do Baixo Paraíba se destaca como maior contribuinte de carga, principalmente devido à sua elevada população residente.

O balanço hídrico qualitativo avaliou não apenas a disponibilidade de água na bacia hidrográfica, mas também a carga de poluentes associada a essa área. Os resultados do balanço fornecem informações essenciais para a gestão e preservação dos recursos hídricos, auxiliando na formulação de medidas e propostas que deverão ser consideradas nos planos de ação. Adicionalmente, permite apontar regiões com baixas qualidade e identificar os problemas relacionados ao uso dos recursos hídricos. Essas regiões deverão ser olhadas com uma atenção maior quando formuladas as propostas e metas devido à sua maior vulnerabilidade.

Para o cálculo do balanço qualitativo, foram consideradas a vazão de longo termo (Q_{MLT}) disponível em cada sub-bacia e a carga poluidora diária de DBO. Dessa forma, foi possível determinar a faixa de classe das concentrações de DBO de cada sub-bacia. Os resultados indicaram que os corpos hídricos da bacia do Rio Paraíba apresentam concentrações correspondentes à classe 4. Esse resultado é principalmente influenciado pela baixa disponibilidade hídrica na região, indicando que a quantidade de água disponível é insuficiente para diluir a carga orgânica presente nos corpos hídricos.

De forma a sintetizar a análise do balanço hídrico quantitativo, buscou-se um índice para avaliar os resultados quanto a níveis de criticidade. Portanto, foi utilizado como base o indicador de retirada de água adotado no Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) e no Atlas Geográfico de Recursos Hídricos (2013), com base no índice utilizado pela *European Environment Agency* e pelas Nações Unidas.

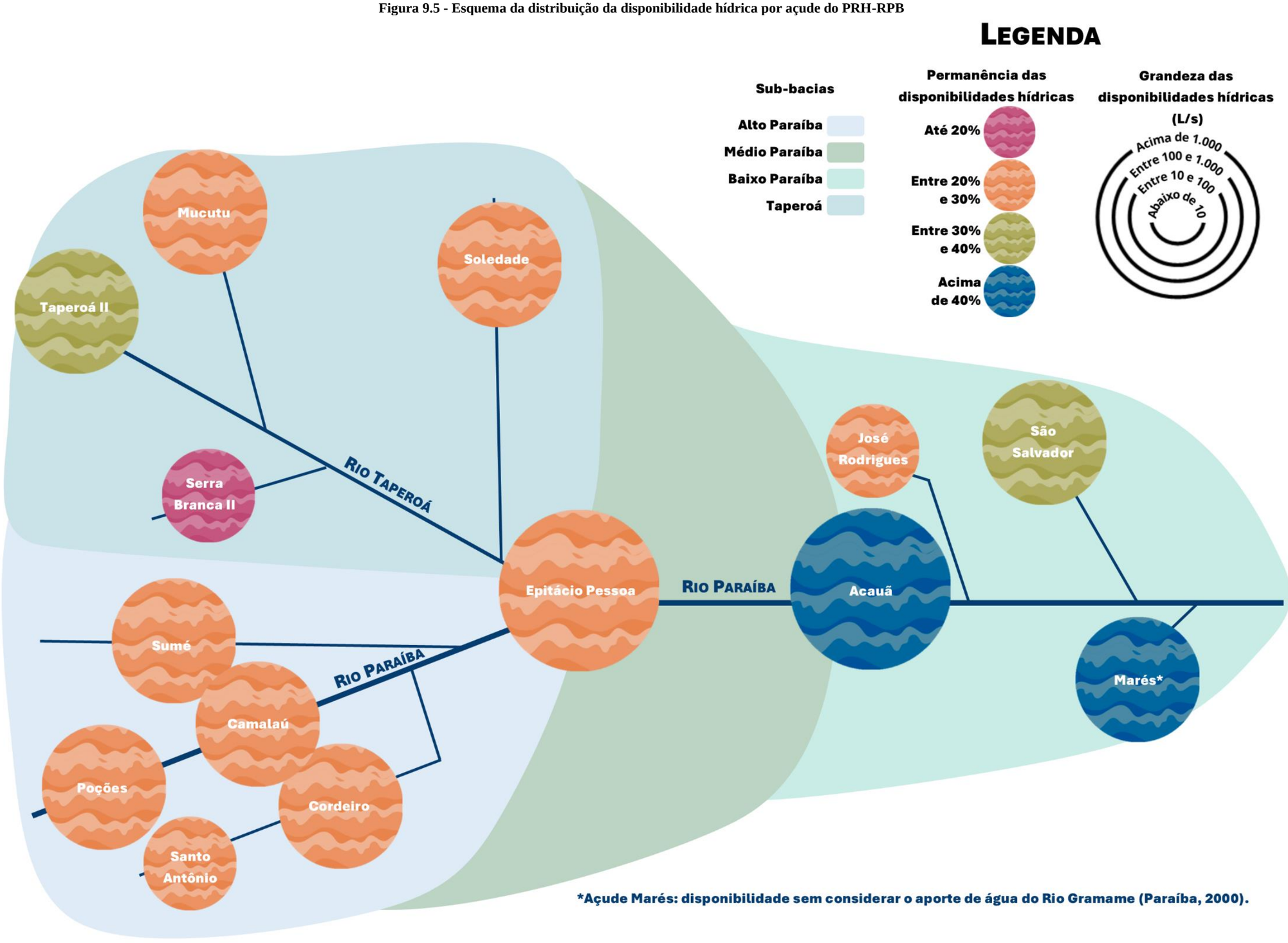
Esse indicador é calculado pela relação entre a demanda total anual e a vazão média de longo termo (Q_{MLT}), classificando a disponibilidade hídrica em classes para atender às demandas e identificando regiões com alta demanda em relação aos recursos disponíveis, propensas a sofrer problemas de estresse hídrico.

Cabe ressaltar que, nas UABHs do Baixo Paraíba foi considerada a vulnerabilidade hídrica, que é a própria Q_{MLT}, enquanto a disponibilidade hídrica das UABHs dos açudes estratégicos é a vazão firme associada à capacidade máxima do açude. Esta vazão firme é calculada em função da vazão média de longo termo da bacia de contribuição do açude, e é considerada como a máxima vazão que este pode regularizar, sem comprometer a sustentabilidade do reservatório.

Para auxiliar nessa avaliação, foram elaborados esquemas das disponibilidades hídricas e das demandas hídricas dos açudes do PRH-RPB, apresentados na Figura 9.5 e Figura 9.6, respectivamente. Em ambos os esquemas, os círculos que representam os açudes foram classificados com a mesma ordem de grandeza, permitindo uma comparação direta entre os valores.

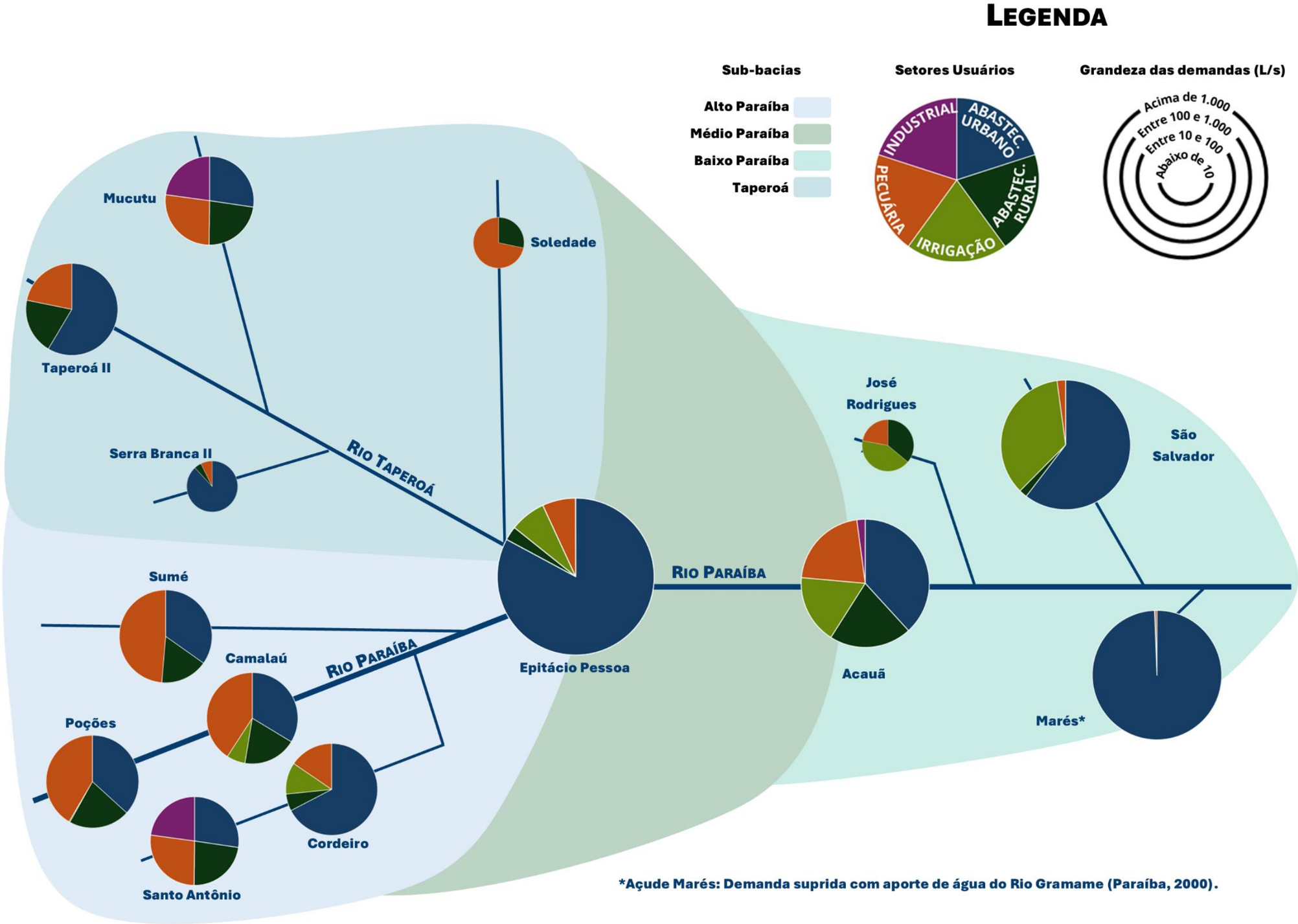
Contudo, para a disponibilidade hídrica, ainda se faz necessário avaliar a permanência da vazão firme dos açudes, ou seja, qual a porcentagem do tempo em que essa vazão é assegurada, visto que, como abordado no item 5.5.1, o histórico dos volumes médios dos açudes demonstra que estes atingem menos de 50% de sua capacidade máxima, o que pode interferir na viabilidade da vazão firme.

Figura 9.5 - Esquema da distribuição da disponibilidade hídrica por açude do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024).

Figura 9.6 - Esquema da distribuição das demandas hídricas por açude do PRH-RPB



Fonte: Cobrape (2024).

Nas UABHs relacionadas aos açudes, o destaque é Epitácio Pessoa, cuja concentração de demandas para o abastecimento urbano (82% da demanda da UABH) evidencia a vulnerabilidade desse setor frente aos recursos hídricos escassos, uma vez que, embora a disponibilidade hídrica desse açude seja grande, sua vazão firme pode ser assegurada apenas em 29% do tempo.

Na UPH do Baixo Paraíba, a região metropolitana de João Pessoa é abastecida pelo açude Marés, que recebe aporte de água da bacia do Rio Gramame, e por outra bacia hidrográfica, a principal atividade usuária de água é a agricultura, de modo que as UABHs com maior criticidade são as que concentram 70% da demanda agrícola do PRH-RPB.

Essas informações salientam características importantes da bacia: o Alto Paraíba e o Taperoá utilizam suas águas principalmente para o abastecimento humano, enquanto o Médio Paraíba é uma região de transição, com importante atividade agropecuária além do consumo humano, e o Baixo Paraíba se consolida como intensiva prática de irrigação, já que o abastecimento urbano é atendido por águas importadas de outra bacia.

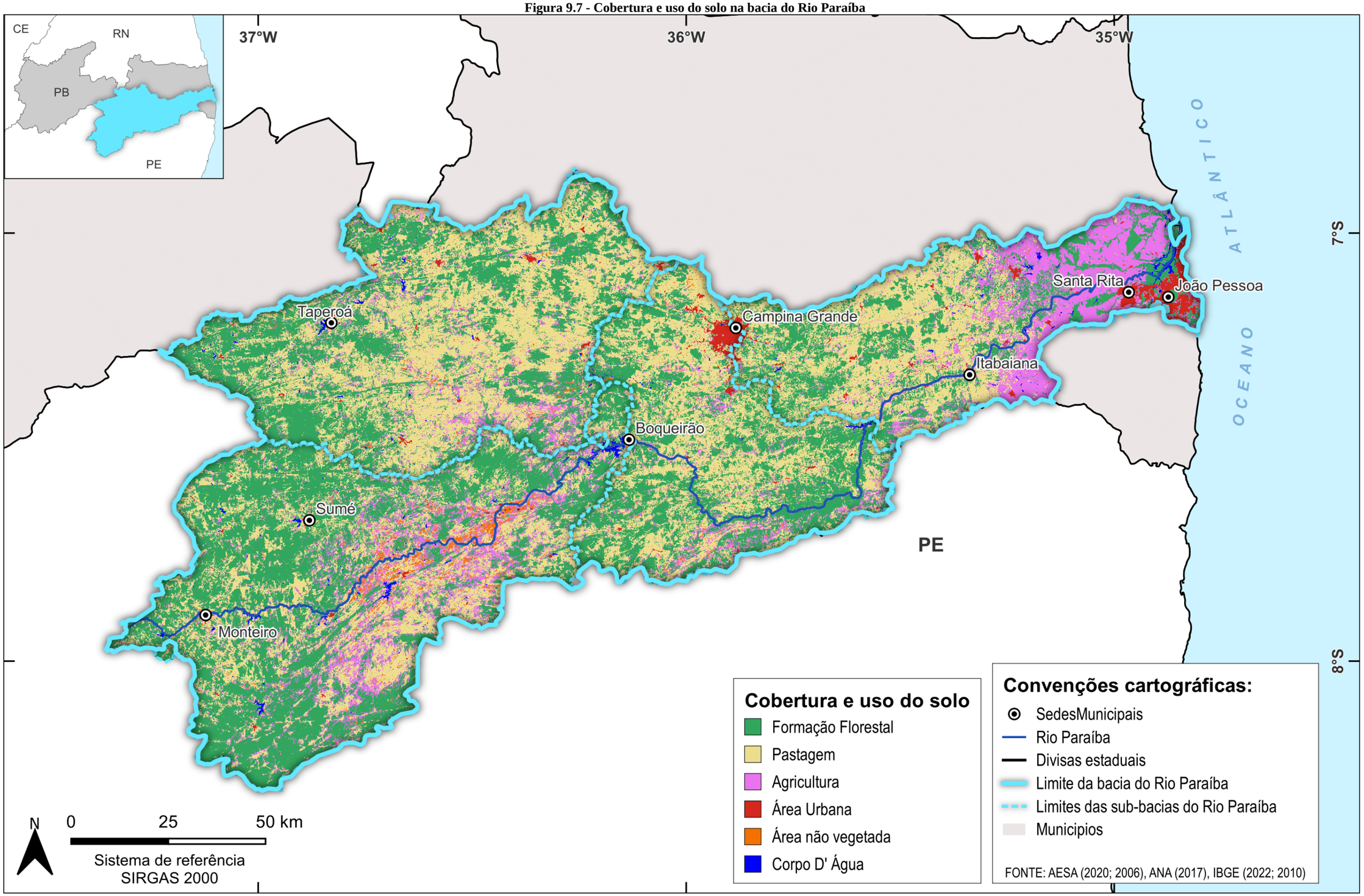
9.2.1 Análise de cobertura vegetal na bacia

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba está localizada quase que em sua totalidade no semiárido brasileiro, uma região de clima seco e irregular, e devido a isso sua vegetação possui características adaptativas importantes para sua manutenção. Este tipo de vegetação, encontrada mais ao interior do território a oeste da Bacia Hidrográfica, é conhecida pelo nome de Caatinga. Como medida de sobrevivência desenvolveu estratégias como: possuir folhas pequenas ou espinhos para reduzir a perda por transpiração, raízes profundas que permitem alcançar águas subterrâneas, armazenamento de água em troncos ou caules (à exemplo dos cactos), e dormência fisiológica por meio da redução da atividade metabólica.

Este comportamento gera como resultado mudanças na cobertura do solo destas regiões, que perdem significativamente o volume de plantas vivas ou que possuem aspecto saudável, evidenciada pela coloração verde. Com isso, é possível observar a aparência de vegetação morta ou degradada.

Neste sentido, imagens orbitais capturadas por sensores a bordo de satélites artificiais utilizados para finalidade de monitoramento terrestre podem, através da capacidade de registro em diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético da luz verificar o aspecto desta vegetação. Um dos produtos resultantes destas imagens é a classificação da cobertura e uso do solo, apresentado na Figura 9.7.

Figura 9.7 - Cobertura e uso do solo na bacia do Rio Paraíba



Fonte: Cobrape (2024).

No Brasil o projeto MapBiomas realiza a ampla divulgação do mapeamento anual da cobertura e uso da terra oficialmente desde o ano de 2015. Este projeto é organizado de maneira colaborativa por ONGs, universidades, laboratórios e startups de tecnologia, que além do produto supracitado também realiza diversos outros tipos de monitoramentos.

Com base no mapeamento divulgado no ano de 2023, referente aos dados de aquisição do ano de 2022 do sensor orbital Landsat 8, foi construído o mapa que integra este estudo. Devido a capacidade de detalhamento para alguns tipos de usos do solo, o produto da coleção 8 do MapBiomas utilizado possui grande número de classes, informação que não agrega as análises do estudo deste Plano de Recursos Hídricos, então foi realizado o reagrupamento de classes mais detalhadas de modo a manter uma classificação mais generalizada e objetiva, conforme a Figura 9.7.

Entretanto, observou-se em algumas áreas, predominantemente na região da sub-bacia do rio Taperoá, a grande ocorrência de pastagem. Este registro não reflete em verdade o tipo do uso e cobertura do solo na região, sinalizando desta forma alguma inconsistência no mapa apresentado.

Para investigar a causa desta distorção de classificação, foram utilizados dados originais do sensor Landsat8, de modo que fosse possível identificar o tipo de cobertura existente na superfície da região de contestação. A preferência pela utilização de dados originais deste sensor se deve ao fato de ser a mesma fonte de dados para geração do produto publicado pelo MapBiomas. Desta forma o procedimento de verificação mantém a consistência em termos de valores de reflectância capturados pelo sensor, além de parâmetros de resolução espacial, temporal e radiométrica.

Ao analisar imagens do período de um ano, foi possível verificar que existe grande variação na cobertura vegetal, sendo compatível com o comportamento apresentado anteriormente pelas plantas do bioma Caatinga, que morrem ou adormecem durante o período de seca e voltam a florescer no período chuvoso. Esta percepção pode ser verificada em composição falsa-cor de imagens capturadas nos comprimentos de onda do espectro de luz na faixa visível por humanos, que fica entre 380 e 750 nanômetros.

Para seleção de imagens que representassem os períodos de seca e chuva foram definidos intervalos de três meses em que ocorrem o ápice do comportamento da vegetação em ambos. Seguindo dados de série histórica, entre os meses de Março e Maio a vegetação deve apresentar o máximo desenvolvimento desencadeado pelo regime de chuvas que ocorremneste período. Por outro lado, entre os meses de setembro e Outubro a cobertura vegetal aparece quase escassa em grande parte da porção oeste da área da bacia, devido a ausência de chuvas e consequentemente a falta de disponibilidade de água. A Figura 9.8 e a Figura 9.9 evidenciam a diferença descrita nos períodos mencionados.

Figura 9.8 - Composição falsa-cor entre os meses de setembro e novembro da bacia do Rio Paraíba

Fonte: Google Earth Engine/Landsat-8 USGS (2024).

Figura 9.9 - Composição falsa-cor entre os meses de março e maio da bacia do Rio Paraíba

Fonte: Google Earth Engine/Landsat-8 USGS (2024).

Apesar de ser visível nesta composição a grande diferença de cobertura do solo, a análise mais precisa deve considerar parâmetros mais sofisticados que há muito tempo são conhecidos e amplamente empregados para este tipo de análise. Utilizando a combinação de algumas imagens da mesma área capturadas no mesmo momento, mas em comprimentos de ondas diferentes do espectro eletromagnético (bandas), é possível realizar composições específicas que servem para analisar o comportamento de objetos presentes na superfície terrestre.

Composições com imagens em diferentes bandas auxiliam muito no reconhecimento de diferentes tipos de objetos, pois os componentes químicos ou biológicos de suas estruturas interagem de forma diferente com cada comprimento de onda do espectro eletromagnético. Contudo, a manipulação matemática de valores entre algumas bandas pode resultar na otimização da identificação de comportamento em objetos específicos, usando esta técnica alguns índices são desenvolvidos para finalidades de caracterização de objetos presentes na superfície imageada.

O índice mais popular para análise de vegetação é o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. O NDVI é amplamente utilizado para avaliar a saúde da vegetação, seu cálculo baseia-se na relação matemática entre a reflectância no espectro do infravermelho próximo (NIR), onde as plantas saudáveis refletem fortemente, e no espectro do vermelho (Red), onde a vegetação saudável absorve grande parte da luz para a fotossíntese. A sua fórmula é apresentada abaixo.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

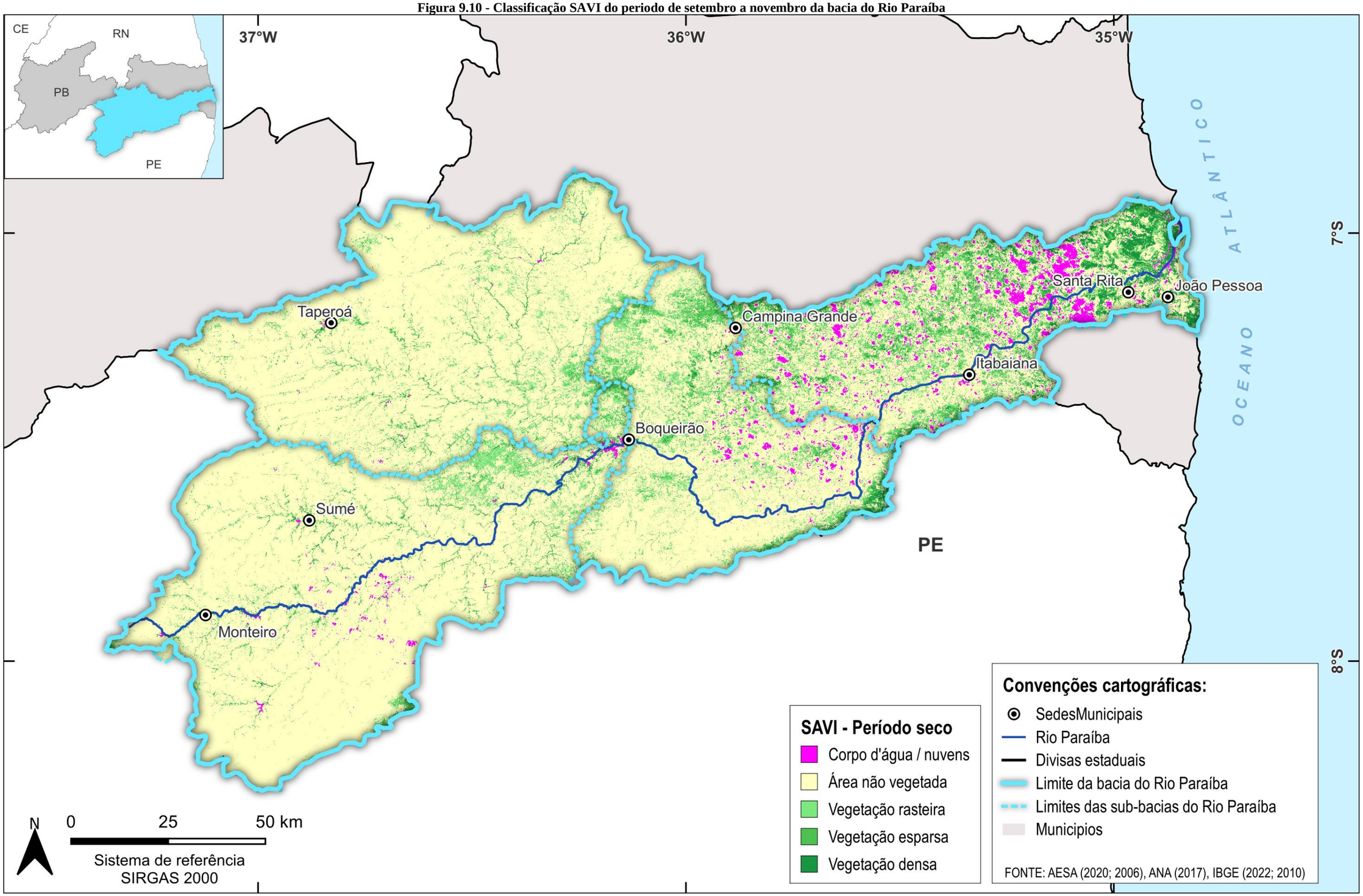
Apesar de servir ao propósito de facilitar o reconhecimento da vegetação, principalmente da vegetação saudável, existem alguns métodos derivados desenvolvidos para melhoramento da análise em condições especiais, com é o caso onde o solo pode interferir na distinção precisa, este é o caso do SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) Índice de Vegetação Ajustado ao Solo. A principal diferença do SAVI em relação ao NDVI é a inclusão de um fator de ajuste do solo (L), que reduz os efeitos do brilho do solo em áreas com cobertura vegetal esparsa. Este ajuste é particularmente útil em regiões áridas e semiáridas, onde o solo exposto interfere fortemente na medição da vegetação. O fator de ajuste varia de 0 a 1, sendo mais próximo de 0 quando a cobertura vegetal é densa, pois a influência do solo é menor. Em áreas de vegetação esparsa, onde o solo exposto exerce maior impacto sobre os valores espectrais, L é ajustado para valores próximos de 1, a fim de equilibrar a interferência do solo. Um valor comum utilizado em estudos generalizados é L = 0,5, pois representa um equilíbrio em condições intermediárias de vegetação e solo.

A fórmula do SAVI é apresentada a seguir.

$$SAVI = \frac{(NIR - Red) * (1 + L)}{NIR + Red + L}$$

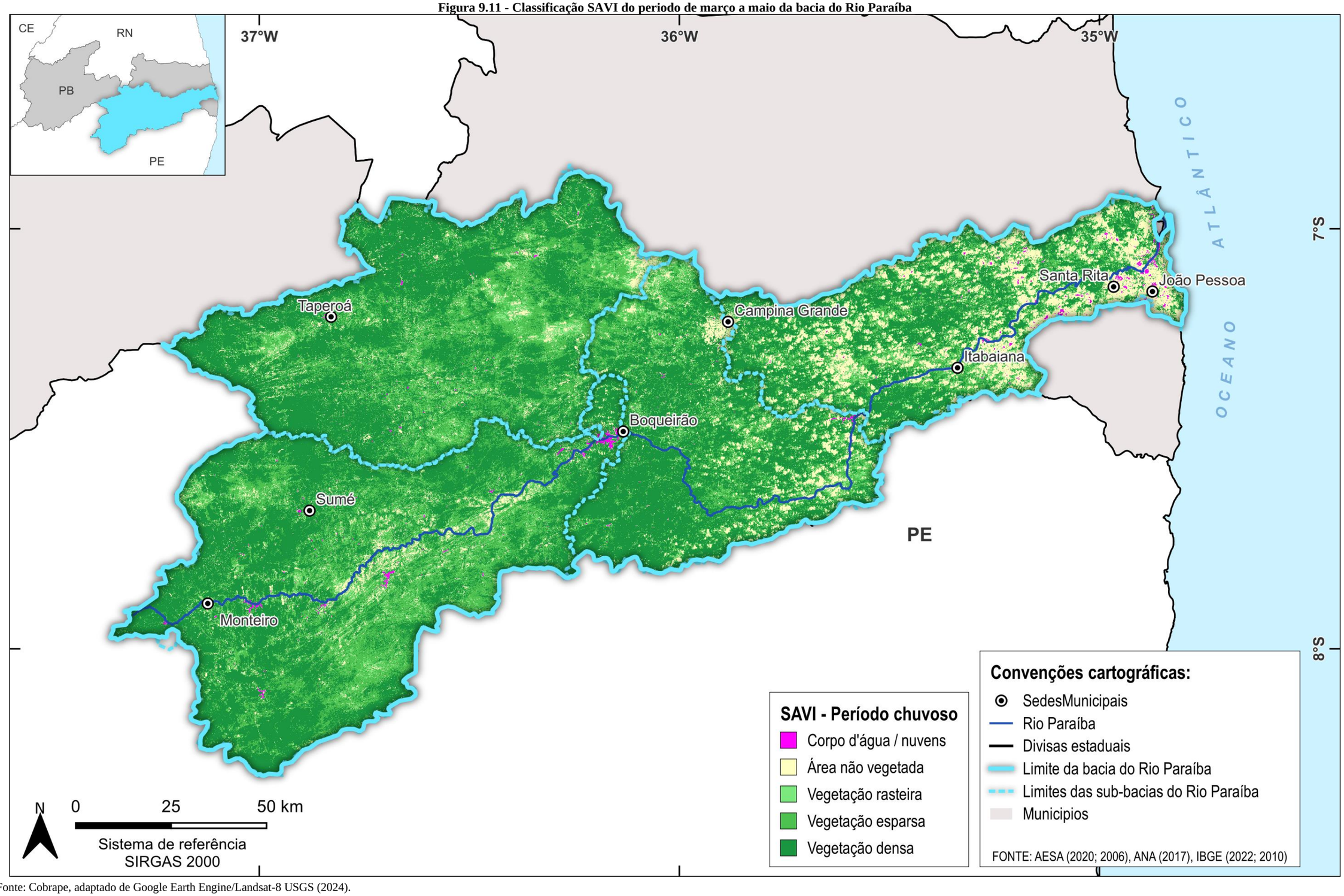
A Figura 9.10 e a Figura 9.11apresentam o resultado da classificação da cobertura vegetal através do índice SAVI na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.

Figura 9.10 - Classificação SAVI do periodo de setembro a novembro da bacia do Rio Paraíba



Fonte: Cobrape, adaptado de Google Earth Engine/Landsat-8 USGS (2024).

Figura 9.11 - Classificação SAVI do periodo de março a maio da bacia do Rio Paraíba

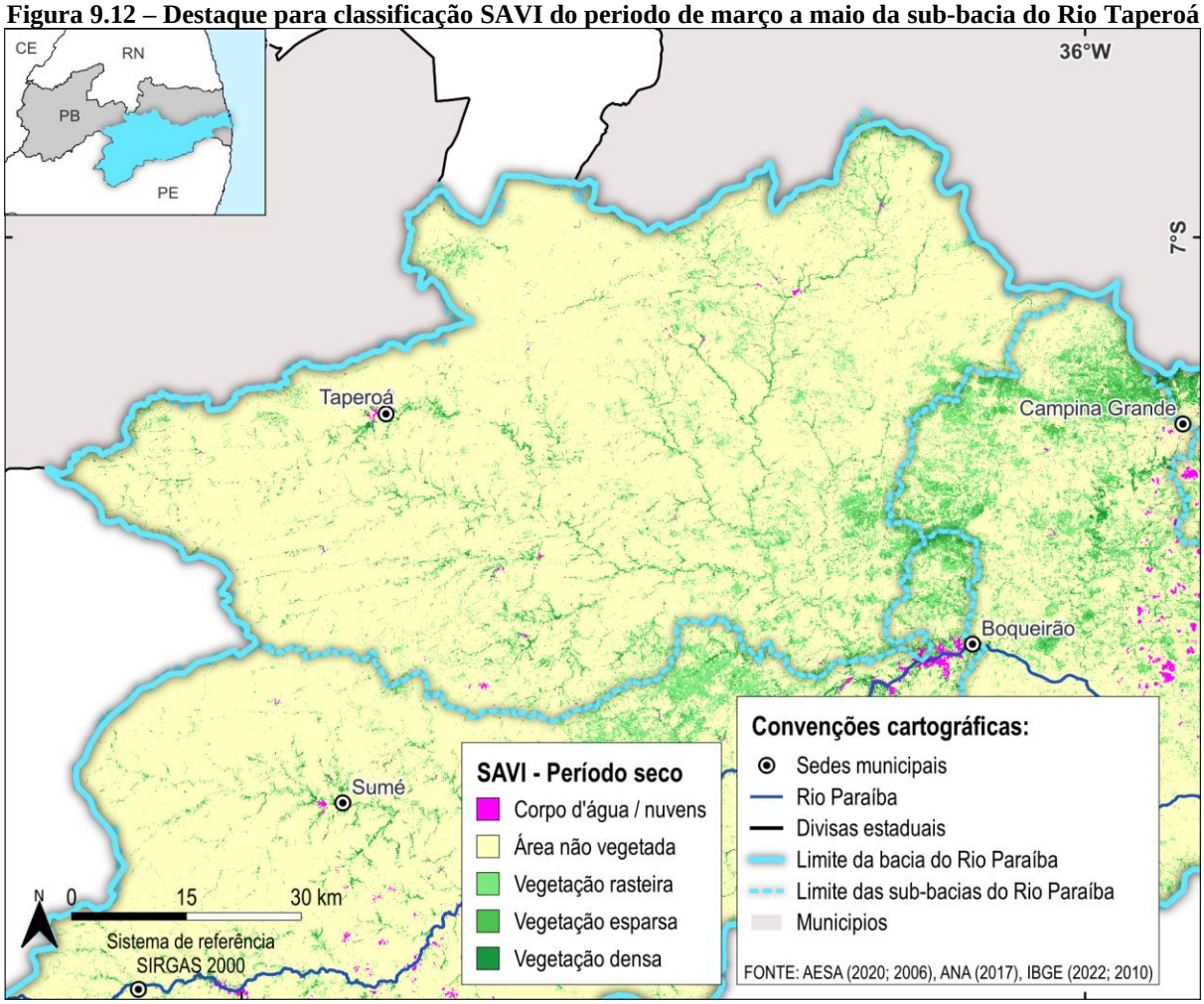


Fonte: Cobrape, adaptado de Google Earth Engine/Landsat-8 USGS (2024).

A região da sub-bacia do Rio Taperoá, localizada a noroeste da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, destaca-se quanto a discrepância entre a classificação realizada e divulgada pela metodologia adotada pelo MapBiomas. Na análise da área, identificou-se que a elevada incidência de áreas classificadas como pastagem em trechos significativos não condiz com o uso real da terra, sendo resultado da sobreposição de características espectrais da vegetação adormecida com a reflectância típica de solos expostos.

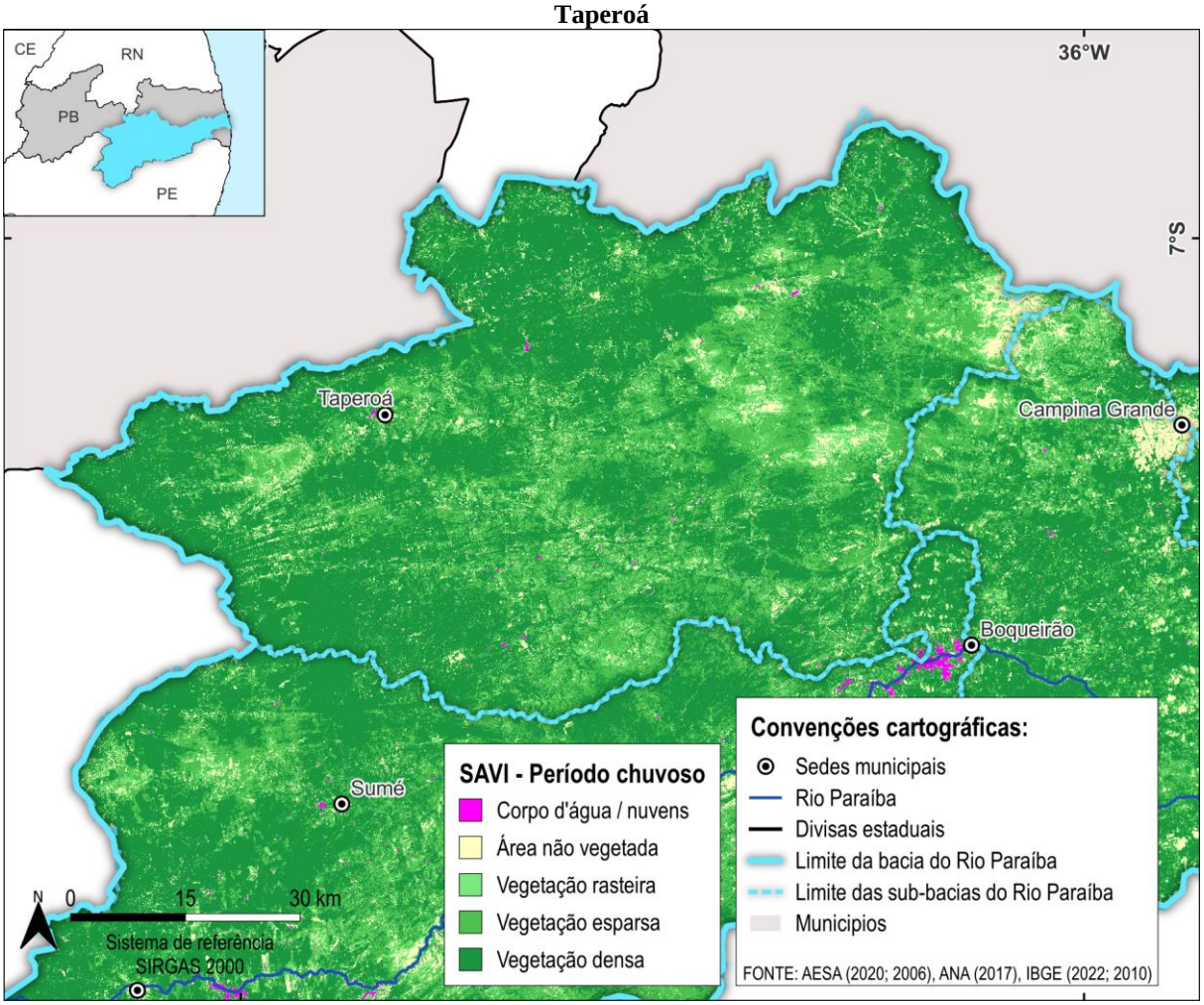
As imagens apresentadas na Figura 9.12 e Figura 9.13 permitem observar que a vegetação recuperada no período chuvoso contribui para a cobertura de áreas anteriormente expostas, enquanto o período seco evidencia um cenário de maior fragilidade ambiental. Essa dualidade auxilia na compreensão das limitações dos modelos de classificação automatizada e acurácia dos produtos gerados.

Figura 9.12 – Destaque para classificação SAVI do periodo de março a maio da sub-bacia do Rio Taperoá



Fonte: COBRAPE, adaptado de Google Earth Engine/Landsat-8 USGS (2024).

Figura 9.13 – Destaque para classificação SAVI do periodo de setembro a novembro da sub-bacia do Rio Taperoá



Fonte: COBRAPE, adaptado de Google Earth Engine/Landsat-8 USGS (2024).

Portanto, o mapeamento pelo índice SAVI permite avaliar que a sazonalidade da vegetação pode causar discrepância na classificação da cobertura e uso do solo proposto pela MapBiomas, indicando o elevado grau de dificuldade na definição das classes em algumas regiões devido a variação de comportamento espectral dos objetos presentes na superfície terrestre, considerando que não é possível, empregando as técnicas reconhecidas e disponíveis para tal aplicação, identificar as especificidades do bioma local.

Toda a análise e resultados obtidos com o diagnóstico da caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba forneceram subsídios necessários para o embasamento das próximas fases de estudo de Cenarização e Prognóstico dos recursos hídricos, e do desenvolvimento e proposta do Plano de Ações para o PRH-RPB.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8.419:1992. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. 1992. p.1. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-8419-92-Apresentacao-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-de-Residuos-Solidos-Urbanos.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9.649:1986 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5590/nbr9649-projeto-de-redes-coletoras-de-esgoto-sanitario-procedimento>. Acesso em: 07 jun. 2024.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004:2004. Resíduos Sólidos - Classificação. 2004. p.1. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. Análises Gerais: Situação de Estação de Tratamento. Disponível: <http://www.aesa.pb.gov.br/sig-plano/page2.html>. Acesso em: 11 dez. 2023.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. Dados espaciais dos açudes do estado da Paraíba. Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Paraíba: 2006. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/sig-plano/SIGPLANO/DadosEstaduaisPB/acude_AESA.zip>. Acesso em: 8 dez. 2023.

AESA. Agência Executiva de Gestão da Água. Fichas de Dados Básicos dos Reservatórios. 2024. Não publicado.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. Relatórios de Outorgas para Consumo Externo. S.d. Disponível em: <http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-relatorio/paginas/publico/relatorio.xhtml>. Acesso em: 14 dez. 2023.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. Resolução nº 01, de 18 de dezembro de 2017. Dispõe sobre o estabelecimento de restrições ao uso das águas do Rio Paraíba e dá outras providências. 2017. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolu%C3%A7%C3%A3o-N%C2%BA-01-de-18-de-Dezembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2023.

AESA. Agência Executiva de Gestão da Água. Rio Paraíba. s.d. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/rio-paraiba/>. Acesso em: 28 nov. 2023.

AGITTEC. Agência de Inovação e Transferência de Tecnologia. Estação Compacta de Tratamento de Águas e efluentes. Disponível em: < https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/399/2022/06/RE-00488-ESTACAO-COMPACTA-DE-TRATAMENTO-DE-AGUAS-E-EFLUENTES.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2023.

ALMEIDA, M. A.; CURI, W. F.. Gestão do uso de água na bacia do Rio Paraíba, PB, Brasil com base em modelos de outorga e cobrança. Taubaté: 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/jHfGhMv6SSt654FNNkgTtWd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 abr. 2024.

ALVES, I. B. Conflitos Distributivos da Água no Rio Paraíba. 2022, Monografia (Especialização em Gestão Pública Municipal). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande: 2022. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/28646/PDF%20%20Ildo%20Barbosa%20Alves.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 abr. 2024.

AMORIM, J. D. Diagnóstico do perímetro irrigado da cidade de Sumé - PB. Sumé: 2017. 41 f. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/4764/3/JOS%C3%89%20DENIS%20DE%20AMORIM%20-%20TCC%20ENG.%20DE%20BIOTECNOLOGIA%20E%20BIOPROCESSOS%202017..pdf>. Acesso em: 14 dez. 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Águas: Segurança Hídrica do abastecimento urbano. Brasília: 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d77a2d01-0578-4c71-a57e-87f5c565aacf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Águas. Brasília: 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>. Acesso em 10 abr. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. Brasília: 2014. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c/attachments/Atlas_de_Vulnerabilidade_a_Inundaes.pdf>. Acesso em: 20 fev. de 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas esgoto: Despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: 2017. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01/attachments/Capacidade_de_Diluicao_dos_Esgotos_por_Municipio.zip>. Acesso em: 22 nov. 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Geográfico Digital de Recursos Hídricos do Brasil. Brasília: 2013. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/atlasrh2013/>. Acesso em: 26 de ago. 2024

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 5k (BHO 2017 5k). Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/f7b1fc91-f5bc-4d0d-9f4f-f4e5061e5d8f>. Acesso em: 7 dez. 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH. – Brasília: 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/cadastro-nacional-de-usuarios-recursos-hidricos-cnarh>. Acesso em: 10 abr. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Dados espaciais das Estações de Tratamento de Esgoto do Brasil. Brasília: 2019. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01/attachments/Estacao_Tratamento_Esgoto_2019.zip>. Acesso em: 8 dez. 2023

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Acervo/Detalhe/78093>. Acesso em 10 abr. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Nota técnica nº 4/2022/SPR. Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U) – Atlas Água. Brasília: 2022. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66/attachments/NOTA%20TECNICA%204_2022_ISH%20Urbano_ATLAS%20AGUAS.pdf>. Acesso em 15 dez. 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Portal Hidroweb. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). S.d. Disponível em <https://www.snirh.gov.br/Hidroweb/apresentacao >. Acesso em 02 abr. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 02 fev. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 1/2022/COMAR/SER. Documento nº 02500.003961/2022-84. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/governanca-regulatoria/analise-de-impacto-regulatorio-air>. Acesso em: 02 fev. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Resolução nº 46, de 26 de outubro de 2020. Regulamenta o Termo de Alocação de Água para sistemas hídricos com corpos de água de domínio da União. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2020/46>. Acesso em: 02 fev. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Tomo III Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. In: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Colaboradora: Cobrape – Cia.

Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília: 2013. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1f0f8ce7-f6d5-4ab6-a74d-083d8839da12/attachments/PRH-Paranaiba.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ANA/AESA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico; Agência Executiva de Gestão das Águas. Resolução Conjunta ANA/AESA nº 118, de 18 de abril de 2022. Dispõe sobre condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Sumé, localizado no Estado da Paraíba. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2022/118>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ANA/AESA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico; Agência Executiva de Gestão das Águas. Resolução Conjunta ANA/AESA nº 126, de 26 de julho de 2022. Dispõe sobre condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Poções-Epitácio Pessoa, localizado no Estado da Paraíba. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2022/126>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ANM. Agência Nacional de Mineração. Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE). Brasil: 2023. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em: 03 jan. 2024.

APNE. Associação Plantas do Nordeste, 2015. Plano de Manejo: Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/caatinga/lista-de-ucs/rppn-fazenda-almas/arquivos/plano_de_manejo_rppn_fazenda_almas_2015.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2024.

ARANHA, Arthur. Açude Velho em Campina Grande – PB. 2018. Disponível em: <https://i0.wp.com/www.maispb.com.br/wp-content/uploads/2018/10/A%C3%A7ude-Velho-em-Campina-Grande-Arthur-Aranha.jpg?resize=800%2C600&quality=90&strip=all&ssl=1 >. Acesso em: 21 mai. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração - ANM. Brasil: 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br>. Acesso em: 03 jan. 2024.

BRASIL. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). Brasil: S.d.. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BRASIL. Decreto Federal nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Brasília: 2003. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Decreto Federal nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília: 2007. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Decreto Federal nº 9.406, de 12 de junho de 2018. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. Brasília: 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9406.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Regulamenta o art. 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília: 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas). Brasília: 1967. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 3.924 de 26 de julho de 1961. Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Brasília, DF: 1961 Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l3924.htm>. Acesso em: 12 jan. 2024

BRASIL. Lei Federal nº 7.805, de 18 de julho de 1989. Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências. Brasília: 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7805.htm>. Acesso em: 12 jan. 2024.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 08 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. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em 15 dez. 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília: 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em 15 dez. 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria pública-privada no âmbito da administração pública. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l11079.htm>. Acesso em: 12 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 20 dez. 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Brasília: 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 20 nov. 2023.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 15 dez. 2023.

BRASIL. 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. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: 29 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Projeto de Integração do Rio São Francisco: O Projeto. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/o-projeto>. Acesso em: 20 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. 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: 08 mar. 2024.

BRITO, F. B. Conflitos pelo acesso e uso da água: integração do Rio São Francisco com a Paraíba (Eixo Leste). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2013. Disponível em: <https://www.ufpb.br/legat/contents/documentos/teses/tese-franklyn-barbosa.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2024.

CAGEPA. Companhia de Água e Esgoto da Paraíba. Apresentação. s.d.. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/institucional/apresentacao/>. Acesso em: 12 dez. 2023.

CAGEPA. Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Programa Segurança Hídrica do Estado da Paraíba – PSH/PB. S.d. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/programa-seguranca-hidrica-do-estado-da-paraiba-pshpb/>. Acesso em: 19 dez. 2023.

CAGEPA. Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Sistema Adutor Transparaíba Ramal Cariri – Síntese da Solução Técnica. Junho de 2020. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-e-dos-recursos-hidricos/arquivos/ramal-cariri/anexos-ramal-cariri-1.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2023.

CAMPOS, J. N. B. Vulnerabilidades Hidrológicas do Semi-Árido às Secas. Planejamento e Políticas Públicas, [S. l.], n. 16, 2022. Disponível em: <//www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/120>. Acesso em: 13 nov. 2024.

CARVALHO, A.; RODRIGUES, M.. Percepção ambiental dos moradores do entorno do Açude Soledade no Estado da Paraíba. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. 2015. 25-35. DOI: 10.5902/2236117017986. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/361580115_Percepcao_ambiental_dos_moradores_do_entorno_do_Acude_Soledade_no_Estado_da_Paraiba>. Acesso em: 09 set. 2024.

CBH-PB. Comitê de Bacia do Rio Paraíba. Regimento Interno do Comitê de Bacia do Rio Paraíba do Estado da Paraíba. 2014. Disponível em: <aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2017/05/Regimento-Interno-Do-Comitê-Da-Bacia-Hidrográfica-Do-Rio-Paraíba.pdf>. Acesso em: 09 set. 2024.

CEPED UFSC. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Brasil. 2024. Disponível em: <http://atlasdigital.mdr.gov.br/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispões sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/res-357-17032005.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CUNHA, T.B.; LINHARES, F. M.; SANTOS, J. Y. G.; VIANNA, P. C. G.. Mapeamento e tipologia dos conflitos pela gestão e controle das águas no estado da Paraíba. Maringá. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273417518_Mapeamento_e_tipologia_dos_conflitos_pela_gestao_e_controle_das_aguas_no_Estado_da_Paraiba>. Acesso em: 11 jun. 2024.

DA SILVA, A. G. Análise da atividade canavieira e derivados da cana-de- açúcar: um estudo de caso do município de Alagoa Nova/PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2022. Orientação : Prof. Dr. João Damasceno, Coordenação do Curso de Geografia - CEDUC. 2022. 26 p. : il. colorido. Disponível em: < https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/27995>. Acesso em: 27 ago. 2024.

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Chikungunya. 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/csv/sinannet_cnv_chikunpb16083820_197_182_158.csv>. Acesso em: 14 nov. 2023.

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Dengue. 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/csv/sinannet_cnv_denguebpb16123820_197_182_158.csv>. Acesso em: 14 nov. 2023.

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Esquistossomose. 2023. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/csv/sinannet_cnv_esquistopb16165020_197_182_158.csv>. Acesso em: 16 nov. 2023.

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Leptospirose. 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/csv/sinannet_cnv_leptopb16212520_197_182_158.csv>. Acesso em: 16 nov. 2023.

DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Zika Vírus. 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/csv/sinannet_cnv_zikapb16234520_197_182_158.csv>. Acesso em: 16 nov. 2023.

DINIZ, P. C. O. et.al. Usos e conflitos por água no rio Paraíba em face da transposição do rio São Francisco: segurança hídrica e segurança alimentar no semiárido. 2018. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/200600453.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2024.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Relatório, 2005. Ministério da Integração Nacional. Fortaleza: 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/audi/auditorias-lai/relatorios-anuais-degestao/dnocs_relatorio_anual_2005.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cana de Açúcar - Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/trajetoria-do-agro/desempenho-recente-do-agro/cana-de-acucar>. Acesso em: 14 mai. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Climas. S.d. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em 17 nov. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia de dessalinização de água salobra integra produção de peixe e criação animal. Dez. de 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17974191/tecnologia-de-dessalinizacao-de-agua-salobra-integra-producao-de-peixe-e-criacao-animal>. Acesso em 17 nov. 2023.

EMPAER. Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária. Incluir Paraíba ganha impulso e fortalece agricultura familiar. Disponível em: <https://empaer.pb.gov.br/noticias/incluir-paraiba-ganha-impulso-e-fortalece-agricultura-familiar>. Acesso em: 15 mai. 2024.

FELIX, V.S.; PAZ, A. R.; Representação dos processos hidrológicos em bacia hidrográfica do semiárido paraibano com modelagem hidrológica distribuída. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, v. 21, n.3, p. 556-569, jul./set. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.011616009>. Acesso em: 08 abr. 2024.

FIEP. Federação das Indústrias do Estado da Paraíba. Indústria Sucroenergética se destaca na Paraíba gerando cerca de 22 mil empregos diretos. Disponível em: <https://fiepb.com.br/fiep/noticia/industria-sucroenergetica-se-destaca-na-paraiba-gerando-cerca-de-22-mil-empregos-diretos>. Acesso em: 14 mai. 2024.

FREIRE, P. C. A.. Demanda para a aquicultura: desafios legais e institucionais ante os múltiplos usos na gestão dos recursos hídricos no Baixo curso do Rio Paraíba. Sumé: 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/18177>. Acesso em: 12 jun. 2024.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Plano Municipal de Saneamento Básico. Abastecimento de Água Potável. Junho de 2016. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Abastecimento+de+%C3%81gua+Pot%C3%A1vel.pdf/c42e2752-7de2-4a0b-a751-fa352f1bdbc3?version=1.0>. Acesso em: 14 mai. 2024.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural. Brasília: 2019. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb>. Acesso em: 14 mai. 2024.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Modelo de Gestão dos Serviços de Saneamento no Brasil: Limites e Possibilidades. Salvador: 2012. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br/documents/20182/275000/%5B37%5D-2419768_Documento_Modelos_de_Gestao_dos_Servicos_de_Saneamento.pdf/03cc2257-71de-4ebd-9a42-fc340ada4d0c?version=1.0>. Acesso em 17 nov. 2023.

GEOTECHNIQUE. Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do estado da Paraíba. 2014. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-e-dos-recursos-hidricos/arquivos/plano-de-regionalizacao-da-gestao-integrada-de-rs-pb-2014.pdf/view>. Acesso em: 17 nov. 2023.

GLEICK, P. H. Vulnerability of water systems. In: WAGGONER, P. E. (ed.) Climate change on U.S water resources.— New York: Willey, 1990. Citado por: CAMPOS, J. N. B. VULNERABILIDADES HIDROLÓGICAS DO SEMI-ÁRIDO ÀS SECAS. Planejamento e Políticas Públicas, [S. l.], n. 16, 2022. Disponível em: //www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/ article/view/120. Acesso em: 13 nov. 2024.

GOMES, M. C. A. D. A.; PEREZ, L. S. N.; CURCIO, R. L. S. Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao reservatório Guarapiranga. São Paulo: SMA – Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo. São Paulo: 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística. Agregados por Setores Censitários preliminares: População e Domicílios. Brasil: 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=39499&t=resultados> Acesso em: 11 jun. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Áreas Urbanizadas. Brasil: 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartasemapas/redesgeograficas/15789areasurbanizadas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 21 mar. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 21 mar. 2024

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados espaciais da cobertura vegetal atual do Brasil. Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA). Rio de Janeiro. 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>. Acesso em: 07 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados espaciais das unidades e domínios geomorfológicos do Brasil. Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA). Rio de Janeiro: 2021. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>. Acesso em: 08 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Rio de Janeiro: IBGE, 2020a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em: 08 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística. Malha de Setores Censitários. Brasil: 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?edicao=35544&t=downloads> Acesso em: 11 jun. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PAM - Produção Agrícola Municipal. 2022. Tabela 6.15. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/geratabela?name=Tabela%206.15%20-%20Paraiba.xlsx&format=xlsx&medidas=true&query=t/1613/g/22/v/allxp/p/2022/c82/all/l/p%2Bc82,v,t>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal. 2022. Tabela 3939. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal: Produção de origem animal. 2022. Tabela 74. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. 2022. Tabela 291. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/291#resultado>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. 2022. Tabela 289. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/geratabela?name=Tabela%203.15%20-%20Paraiba.xlsx&format=xlsx&medidas=true&query=t/289/g/22/v/allxp/p/2022/c193/all/l/c193%2Bp,v,t>. Acesso em: 10 jan. 2024.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Tabela 1612: Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 14 mai. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Vacas ordenhadas. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Rio de Janeiro: IBGE, 2020b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/94>. Acesso em: 14 mai. 2024.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa ICMBIO Nº 11, de 11 de dezembro de 2014. João Pessoa: 2014. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2023.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Acompanhamento dos Processos de Regularização. Brasil: 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/acompanhamento_processos_regularizacao_29.11.23.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2023.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Dados hipsométricos da região da Bacia do Rio Paraíba. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA). São José dos Campos: 2011. Disponível em: <https://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 19 set. 2023.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Banco de Dados: Patrimônio Arqueológico. Brasil: 2023. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/>. Acesso em: 05 dez. 2023.

LIMA, E. M. Perímetro irrigado de Sumé: início, auge e declínio na visão de um filho de colono. Sumé - PB: [s.n], 2016. 58 f. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/5246>. Acesso em: 05 dez. 2023.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas. Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil: 2022. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_8/lclu/coverage/brasil_coverage_2022.tif>. Acesso em: 05 dez. 2023.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas. Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Brasil: 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MARENGO, J; CUNHA, A. P. e ALVES, L. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. Climanalise. 04. 49-54. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311058940_A_seca_de_2012-15_no_semiarido_do_Nordeste_do_Brasil_no_contexto_historico>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MDS. Ministérios do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. Programa Cisternas, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/inclusao-produtiva-rural/acesso-a-agua-1/programa-cisternas>. Acesso em: 08 jan. 2024.

MELO, L. G. de. Importância histórica do Açude Ministro José Américo para o município de Soledade - PB e alternativas de revitalização. 2016. 17p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande: 2016. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/17770>. Acesso em: 09 set. 2024.

MIDR. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Operação Carro-Pipa Federal (OCP). Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/perguntas-frequentes-defesa-civil/operacao-carro-pipa-federal-ocp>. Acesso em: 08 jan. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. O que são as Unidades de Conservação? S.d. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/informma/item/15713-o-que-s%C3%A3o-as-unidades-de-conserva%C3%A7%C3%A3o.html>. Acesso em: 04 jan. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1>. Acesso em: 26 ago. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente Plataforma oficial de dados do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasil: 2022. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/>. Acesso em: 05 dez. 2023.

MORAIS, E. A. et.al. Conflitos de acesso e uso da água na bacia do rio Paraíba após operação do projeto de integração do rio São Francisco. Curitiba: 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6537/5767>. Acesso em: 29 abr. 2024.

MOREIRA, E., TARGINO, I., PENHA, J. P. da, PEREIRA, M. P. B. A visão dos atores sociais sobre a crise do emprego rural na zona canavieira da Paraíba. Revista Brasileira de Estudos do Trabalho, São Paulo, v. 1, n.1/2, p. 41-65, jan./dez. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/abet/article/view/15425/8797>. Acesso em: 05 dez. 2023.

MS. Ministério da Saúde. Boas Práticas no Abastecimento de Água: Procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Brasília: 2006. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas_praticas_agua.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2023.

MS. Ministério da Saúde. Curso Básico de Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo Humano. Módulo II: Abastecimento de Água. Brasília: 2020. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/curso_basiso_vigiliancia_qualidade_agua_modulo_II_aula_2.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2023.

NOBRE, A. D., CUARTAS, L.A., HODNETT, M., et al.. Height Above the Nearest Drainage - a hydrologically relevant new terrain model. Journal of Hydrology 404, 13 - 29. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169411002599?via%3Dihub>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ONS. Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Operador Nacional do Sistema Elétrico. 2003. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/downloads/Relatorio%20final%20ONS.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.

PARAÍBA. Cabaceiras é a 'roliúde' brasileira, cenário de filmes e novelas. Paraíba: 2019. Disponível em: < https://www.destinoparaiba.pb.gov.br/ondeir/cabaceiras-e-a-roliude-brasileira-que-tem-um-lajedo-mistico/#>. Acesso em: 28 jun. 2024.

PARAÍBA. Decreto nº 19.260, de 31 de outubro de 1997. Regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos e dá outras providências. Governo do Estado. 1997. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DECRETO_14.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2023.

PARAÍBA. Governo da Paraíba cria programa de fomento às atividades rurais. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/governo-da-paraiba-cria-programa-de-fomento-as-atividades-rurais>. Acesso em: 15 mai. 2024.

PARAÍBA. Governo intensifica obras do Sistema Adutor Nova Camará que beneficia região do Brejo, 2023. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/governo-intensifica-obras-do-sistema-adutor-nova-camara-que-beneficia-regiao-do-brejo>. Acesso em: 14 dez. 2023.

PARAÍBA. História da Paraíba. Disponível em: <https://www.pm.pb.gov.br/arquivos/Historia_da_Paraiba.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2024

PARAÍBA. João Azevêdo assina ordem de serviço para construção de Agrovila de Acauã e sistema de abastecimento de água para moradores da área inundada pela barragem, 25 de março de 2022. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/joao-azevedo-assina-ordem-de-servico-para-construcao-da-agrovila-de-acaua-e-sistema-de-abastecimento-de-agua-para-moradores-da-area-inundada-pela-barragem>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PARAÍBA. Lei Estadual nº 6.308, de 02 de julho de 1996. Política Estadual de Recursos Hídricos. João Pessoa: 1996. Disponível em: < http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_11.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PARAÍBA. Lei Estadual 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. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=146146>. Acesso em: 20 dez. 2023.

PARAÍBA. Lei Estadual nº 12.667, de 12 de junho de 2023. Institui o Programa de Fomento às atividades produtivas rurais. 2023. Disponível em: < https://leisestaduais.com.br/pb/lei-ordinaria-n-12667-2023-paraiba-institui-o-programa-de-fomento-as-atividades-produtivas-rurais-incluir-paraiba>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PARAÍBA. PB Rural Sustentável: Governo garante acesso à água em comunidades rurais com construção de 5 mil cisternas, 2023. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/pb-rural-sustentavel-governo-garante-acesso-a-agua-em-comunidades-rurais-com-construcao-de-5-mil-cisternas>. Acesso em: 08 jan. 2024.

PARAÍBA. Plano Abreviado de Reassentamento Involuntário: Sistema Adutor Curimataú. Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba, 2020. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/PAR-Curimata%C3%BA-Trechos-02-e-03.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2023

PARAÍBA. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gramame. Relatório Final. Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos - SEIRH (Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais - SEMARH). Governo do Estado da Paraíba. João Pessoa: 2000. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2017/09/PDRH-GRAMAME.zip>. Acesso em: 06 set. 2024.

PARAÍBA. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, João Pessoa: 2022. Disponivel em: < http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2023/04/1-PLANO-ESTADUAL-DE-RECURSOS-H%C3%8DDRICOS.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2024.

PARAÍBA. Projeto Cooperar. PB Rural Sustentável. Governo da Paraíba. S.d. Disponível em: <https://cooperar.pb.gov.br/pb-rural-sustentavel>. Acesso em: 19 dez. 2023.

PARAÍBA. Projeto Paraíba Rural Sustentável: PB Rural Sustentável. Manual Operativo Do Projeto – MOP. João Pessoa: 2020. Disponível em: <https://cooperar.pb.gov.br/arquivos/mop-pb-rural-sustentavel-covid.pdf/@@download/file/MOP%20-%20PB%20RURAL%20SUSTENTAVEL%20-%20COVID.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2023.

PARAÍBA. Resolução nº 02, de 05 de novembro de 2003. Estabelece a Divisão Hidrográfica do Estado. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%BA-2-de-05-de-Novembro-de-2003-CERH.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PEREIRA, M. C. de A.; FARIAS, S. R. de.; LIMA, A. C. de.; LIMA, M. G. M. de. Monitoramento dos teores de sais no açude soledade. Anais II WIASB (II Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro). Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17349>. Acesso em: 09 set 2024.

REBOUÇAS, A C.; BRAGA, B.P.F; TUNDISI, J.G. Águas Doces do Brasil 2006 (Cap. 10). São Paulo, p. 333-343. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/2006-aguas-doces-no-brasil/>. Acesso em: 09 set. 2024.

REGO FILHO, M. T. N.. Interfaces da gestão de recursos hídricos – estudo de caso: o Baixo curso do Rio Paraíba e sua zona costeira. Campina Grande: 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/432>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SALUTA. Saluta Saneamento. Como Funciona uma ETA Compacta: Eficiência e Tecnologia em Tratamento de Água. S.d. Disponível em: <https://saluta.com.br/como-funciona-uma-eta-compacta-eficiencia-e-tecnologia-em-tratamento-de-agua/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SEDEC. Secretária Nacional de Proteção e Defesa Civil. Operação Pipa, 2023. Disponível em: <https://sedec.5cta.eb.mil.br/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Portal da Indústria do Estado da Paraíba. Disponível em: <https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/tudo/pb>. Acesso em: 9 ago. 2024.

SICAR. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Banco de Dados. Brasil: 2023. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/estados/downloads>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SILVA, P; H; P.; RIBEIRO, M. M. R.; MIRANDA, L. I. B.. Uso de cadeia causal na análise institucional da gestão de recursos hídricos em reservatórios no semiárido da Paraíba. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/HFwj3mbqtZF7NC3LYW8zSYN/?lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SILVEIRA, A. P; DEGASPERI, F.T.; NUVOLARI, A.; FIRSOFF, W.; Dessalinização de Águas. 2015. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Dessalinizacao-de-aguas-DEG.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SNIRH. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Banco de dados do Portal Hidroweb. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em 05 dez. 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto. Planilha CAGEPA. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/2Planilhas_AE2021.zip>. Acesso em: 08 dez. 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto. Planilha LPU Indicadores. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/2Planilhas_AE2021.zip>. Acesso em: 08 dez. 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico temático: Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - Visão Geral. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AP_SNIS_2021.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos_snis>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série histórica. 2021. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SOUZA, F. B. Modernidade à conta gotas: por uma história do abastecimento de água em Campina Grande-PB (1950-1958). 2013. 168f. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-graduação em História, Centro de Humanidades, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2013. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/437>. Acesso: 10 set. 2024.

SOUZA, V. H. A. de; SANTOS, L. T. dos; PAGEL, U. R; SCARPATI, C. de B. L; CAMPOS, A. F. Aspectos Sustentáveis da Biomassa como Recurso Energético. Revista Augustus, v. 20, nº 40, p. 105-123, 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/60008178/Aspectos_Sustent%C3%A1veis_Da_Biomassa_Como_Recurso_Energ%C3%A9tico>. Acesso em: 10 set. 2024.

SUDEMA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Nota de Esclarecimento. João Pessoa: 2020. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/noticias/nota-de-esclarecimento>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SUÊNIA, Anne. Açude Velho: cartão postal de Campina Grande. Jornal da Paraíba. Paraíba, 02, jun. 2023. Disponível em: <https://jornaldaparaiba.com.br/guia-qualaboa/acude-velho-cartao-postal-de-campina-grande >. Acesso em : 21 mai. 2024.

TORRES, S. E. S.; MACIEL, W. G. M.; MORAES, R. M. . História de João Pessoa. 2000. UFPB. Disponível em: <http://www.de.ufpb.br/~ronei/JoaoPessoa/histor.htm>. Acesso em: 05 jan. 2024

VITORINO FILHO, S. A Saga da construção do açude de Sumé e outras História correlatas:/Sebastião Vitorino Filho. João Pessoa-PB: Mídia Gráfica e Editora, 2017. p.212. Disponível em: <https://bdtd.ufcg.edu.br/jspui/bitstream/riufcg/31458/1/A%20SAGA%20DA%20CONSTRU%c3%87%c3%83O%20DO%20A%c3%87UDE%20DE%20SUM%c3%89%20-%20E-BOOK%20SUM%c3%89%20CDSA%202017.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2024.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte. 1996. Universidade Federal de Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=4729135&forceview=1>. Acesso em: 09 ago. 2024.

WERLANG, Mauro Kumpfer *et al*. Geomorfologia. 1ª. ed. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, UAB. 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/18367>. Acesso em: 15 nov. 2023.

XAVIER, R. A., DORNELLAS P. C., MACIEL, J. S., BÚ. J. C.. Caracterização do regime fluvial da bacia hidrográfica do Rio Paraíba - PB. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/4745/3736>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ZABED, H; SAHU, J. N; SUELY, A; BOYCE, A. N; FARUQ, G. Bioethanol production from renewable sources: current perspectives and technological progress. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 71, p. 475-501, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116311339>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ZANI, M. A. Entre sinais e incertezas: a espera pelas chuvas em 7 anos de seca no Cariri Paraibano. Novos Cadernos NAEA, [S.l.], v. 26, n. 1, abr. 2023. ISSN 2179-7536. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/11107>. Acesso em: 27 mai. 2024. doi:http://dx.doi.org/10.18542/ncn.v26i1.11107.

ZEN, A.C.; CHOAIRY S.A., Identificação de nematoides em abacaxizeiro no Municípios de Mari, Paraíba. 1997. Disponível em: <Identificação de nematoides em abacaxizeiro no Município de Mari, Paraíba. - Portal Embrapa>. Acesso em: 05 jan. 2024.

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E DOS RECURSOS HÍDRICOS

BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL

PSH-PB
PROJETO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA PARAÍBA

AESA

cobrape