Diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte

21001-ETP4-RP4-N-00-01

Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

Somos todos PARAÍBA
Governo do Estado

água & solo
estudos e projetos

QUADRO DE CODIFICAÇÃO

Código do Documento	21001-ETP4-RP4-N-00-01		
Título	Diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte		
Aprovação por:	Lawson Francisco de Souza Betrame		
Data da Aprovação:	01/12/2022		
Controle de Revisões			
Revisão Nº	*Natureza*	*Data*	*Aprovação*
00	Emissão Inicial	31/08/2022	LB
01	Revisão	01/12/2022	LB

EQUIPE DA CONTRATANTE

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

Porfírio Catão Cartaxo Loureiro – Diretor Presidente

Beranger Arnaldo de Araújo – Diretor Executivo de Acompanhamento e Controle

Joacy Mendes Nóbrega – Diretor Executivo Administrativo e Financeiro

Waldemir Fernandes Azevedo – Diretor Executivo de Gestão e Apoio Estratégico

SEIRHMA – SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE

Deusdete Queiroga Filho – Secretário de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente

Virgiane da Silva Melo – Secretária Executiva da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente

GESTOR DO CONTRATO FERH Nº 0011/2021

Beranger Arnaldo de Araújo

Secretária: Maria Itaci Costa Leal

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DA ELABORAÇÃO DO PRHBHL – GET

1. AESA

Titular: Rosa Maria Lins Bonifácio

Suplente: Francisco José de Brito Sousa

2. SEIRHMA

Titular: Salatiel Dias da Silva

Suplente: Bárbara Meira de Oliveira

3. SEDAP

Titular: José Marinho de Lima

Suplente: Demilson Lemos de Araújo

4. CAGEPA

Titular: Otoniel Pedrosa de Alencar

Suplente: Laudízio da Silva Diniz

5. SUDEMA

Titular: João Carlos de Miranda e Silva

Suplente: Samara Galvão

6. CBH-LN

Titular: Mirella Leôncio Motta e Costa

Suplente: Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro

7. CBH-LS

Titular: Maria Edelcides Gondim de Vasconcelos

Suplente: Flávia Dias Suassuna

8. CERH

Titular: José Etham de Lucena Barbosa

Suplente: Ricardo Lavor Cavalcanti

9. CTGI

Titular: Edmundo Coelho Barbosa

Suplente: Leonardo Leite Brasil Montenegro

EQUIPE DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE CHAVE

COORDENADOR

Lawson Francisco de Souza Beltrame – Eng. Agrônomo – CREA RS010020

ESPECIALISTA EM HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

Graziela Zim – Engª. Civil – CREA RS104270

ESPECIALISTA EM QUALIDADE DE ÁGUA, TRATAMENTO DE ÁGUA E HIDROBIOLOGIA

Luiz Fernando de Abreu Cybis – Eng. Civil – CREA RS039005

ESPECIALISTA EM HIDROLOGIA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Maurício Dambros Melati – Eng. Ambiental - CREA RS212995

ESPECIALISTA EM AGRONOMIA / AGRÍCOLA

Luiz Alberto Pinto Gondim – Eng. Agrônomo – CREA RS 012906

ESPECIALISTA EM PROGRAMAS, ORÇAMENTOS E CUSTOS

Mateus Michelini Beltrame – Administrador– CRA RS028948/O

ESPECIALISTA EM SOCIOECONOMIA

Tânia Maria Zanette – Cientista Política e Economista - CORECON RS2636

ESPECIALISTA EM TI E SIG

Elisa de Mello Kich – Engª. Ambiental - CREA RS211253

GERENTE DO CONTRATO

Bernardo Visnievski Zacouteguy – Eng. Ambiental – CREA RS237714

EQUIPE DE APOIO

Luis Carlos Brusa - Eng. Civil / Sanitarista - CPF 677.137.930-20

Nadia Fumaco Caldeira – Bióloga - CRBio 45775-03

Elda Julice Korpalski Morais Ramos - Geógrafa - CREA RS185303

Elis Gardênia dos Santos - Mobilizadora Social - CPF: 556.875.805-06

Magda Isabel Pinto Niederauer - Auxiliar Administrativa - OAB 109499

EQUIPE COMPLEMENTAR

Marina Refatti Fagundes – Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Bruno Henrique Abatti – Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Fernando Setembrino Meirelles – Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Iara dos Santos Medeiros – Mestre em Ecologia e Monitoramento Ambiental

Élvio Giasson – Doutor em Ciências do Solo

Isaac Queiroz – Mestre em Geologia

Laís Helena Mazzali – Engª. Ambiental

Larissa da Silva Soares –Engª Ambiental

Luana Gabriele Gomes Camelo – Graduanda em Eng. Ambiental

Heloísa Franke - Graduanda em Eng. Ambiental

Luiz Alberto Pinto Gondim – Engº Agrônomo

Marcos Imério Leão – Mestre em Geologia

SUMÁRIO

1 Introdução 27
2 Caracterização física e biótica 28
2.1 Unidades de Planejamento Hídrico e Regionalização 28
2.2 Caracterização fisiográfica das UPHs 35
2.3 Variáveis abióticas 38
2.3.1 Clima 38
2.3.2 Geologia 65
2.3.3 Geomorfologia 74
2.3.4 Hidrogeologia 77
2.3.5 Pedologia 86
2.3.6 Erosão 114
2.3.7 Áreas suscetíveis à desertificação 127
2.4 Variáveis bióticas 130
2.4.1 Vegetação terrestre 130
2.4.2 Fauna terrestre 135
2.4.3 Vegetação aquática 136
2.4.4 Fauna aquática 137
3 Caracterização socioeconômica 139
3.1 Histórico de desenvolvimento da região 139
3.1.1 População indígena 152
3.1.2 Sítios arqueológicos 156
3.2 Aspectos demográficos 166
3.2.1 Evolução dos municípios paraibanos 166
3.2.2 Evolução da população 167

3.2.3 População nas BHLN 167
3.3 Desenvolvimento humano 172
3.4 Atividades econômicas 177
3.4.1 Polarização regional 180
3.4.2 Área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas 186
3.5 Saneamento básico e saúde pública 195
3.5.1 Abastecimento de água 199
3.5.2 Esgotamento sanitário 212
3.5.3 Manejo de resíduos sólidos 224
3.5.4 Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas 228
3.5.5 Doenças de veiculação hídrica 233
3.6 Uso e ocupação do solo 236
3.7 Áreas protegidas por lei 243
3.7.1 Unidades de Conservação 243
3.7.2 Terras indígenas e quilombolas 246
3.7.3 Potenciais Áreas de Preservação Permanente 248
3.8 Atores das bacias 266
4 Planos e programas existentes 269
4.1 Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente – SEIRHMA 278
4.1.1 Programa: Condições de Vida/5003 278
4.2 Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA 279
4.2.1 Programa: Condições de vida 279
4.3 Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba 279
4.3.1 Programa: Condições de vida/5003 279
4.3.2 Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004 280

4.4 Secretaria do Estado de Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca 280
4.4.1 - Programa: Economia Sustentável e Competitiva/5002 280
4.5 Fundo Estadual de Meio Ambiente 280
4.5.1 - Programa: Condições de vida/5003 280
4.6 Fundo Estadual de Recursos Hídricos 280
4.6.1 - Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica 280
5 Aspectos institucionais e legais da gestão de recursos hídricos nas bacias 284
5.1 Estrutura geral do Governo Estadual 284
5.2 Sistema Estadual de Recursos Hídricos – SIGERH-PB 286
5.2.1 Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) 286
6 Infraestrutura hídrica 293
7 Situação dos recursos hídricos – Águas superficiais e subterrâneas 299
7.1 Disponibilidade hídrica superficial 299
7.1.1 Bacia hidrográfica do rio Mamanguape 299
7.1.2 Bacia hidrográfica do rio Camaratuba 303
7.1.3 Bacia hidrográfica do rio Miriri 306
7.1.4 Monitoramento dos açudes da AESA-PB 309
7.2 Disponibilidade hídrica subterrânea 310
7.2.1 Análise de dados cadastrais e produtividade dos poços e dos sistemas aquíferos 312
7.2.2 Reservas e Disponibilidade 320
7.2.3 Estimativa da Disponibilidade Hídrica 323
7.3 Demandas hídricas 326
7.4 Usos múltiplos e conflitos existentes 333
7.4.1 Usos da água identificados no banco de outorgas 334
7.4.2 Conflitos pelo uso da água 336

7.5 Fontes de poluição 342
7.6 Qualidade das águas superficiais 344
7.6.1 Rede de monitoramento 344
7.6.2 Índice de Qualidade das Águas (IQA) 348
7.6.3 Índice de Estado Trófico (IET) 350
7.6.4 Balneabilidade 352
7.6.5 Classificação dos corpos d'água 355
7.7 Qualidade das águas subterrâneas 369
7.7.1 Caracterização Hidroquímica 371
7.7.2 Qualidade da água para uso na irrigação 375
7.7.3 Potabilidade da água para consumo humano 378
7.8 Balanço hídrico quali-quantitativo 382
7.8.1 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Mamanguape 383
7.8.2 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Camaratuba 388
7.8.3 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Miriri 392
8 Áreas Degradadas e Situações Emergenciais 396
8.1 Potenciais Áreas Degradadas 396
8.2 Situações emergenciais 403
9 Conclusões: Análise integrada 406
9.1 Socioeconomia 406
9.1.1 Índice de Desenvolvimento Humano 406
9.1.2 Saneamento Básico 407
9.1.3 Uso e cobertura do solo 409
9.2 APPs e potenciais áreas degradadas 411
9.3 Disponibilidade hídrica 412
9.3.1 Superficial 412

9.3.2 Subterrânea 416

9.4 Avaliação integrada 417

10 Referências Bibliográficas 420

11 Anexos 428

Anexo I – Frequência de classes da qualidade da água nas BHLN 428

Anexo II - Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes nas BHLN 436

Anexo III - Atributos das unidades de mapeamento de solos, classes de terra e o respectivo potencial geral para irrigação da área de influência do Canal das Vertentes 476

Anexo IV – Formulários de contribuição da Primeira Consulta Pública 478

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Limites dos municípios das BHLN. 29
Figura 2.2 - Unidades de Planejamento Hídrico das BHLN 32
Figura 2.3 - Inserção das BHLN nas Mesorregiões da Paraíba 33
Figura 2.4 – Inserção das BHLN nas microrregiões da Paraíba 34
Figura 2.5 - Hierarquização fluvial das BHLN 37
Figura 2.6 - Disponibilidade de dados de precipitação nas BHLN. 47
Figura 2.7. Estações pluviométricas instaladas nas BHLN 48
Figura 2.8. Precipitação média mensal no período de 1994 a 2020. 50
Figura 2.9. Precipitação total anual no período de 1994 a 2020. 50
Figura 2.10 - Gráfico com as médias mensais de precipitação para as estações elencadas (1991 a 2020). 51
Figura 2.11 - Gráfico com os resultados das temperaturas médias para as estações elencadas (1991 a 2020). 52
Figura 2.12 - Gráfico com os resultados da umidade relativa média para as estações elencadas (1991 a 2020). 53
Figura 2.13 - Gráfico com os resultados da velocidade média dos ventos para as estações elencadas (1991 a 2020). 54
Figura 2.14 - Gráfico com as médias de evaporação acumulada para as estações elencadas (1991 a 2020). 55
Figura 2.15 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de AREIA, PB. 58
Figura 2.16 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de AREIA, PB. 58
Figura 2.17 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de CAMPINA GRANDE, PB. 59
Figura 2.18 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de CAMPINA GRANDE, PB. 60
Figura 2.19 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de JOÃO PESSOA, PB. 61
Figura 2.20 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de JOÃO PESSOA, PB. 61
Figura 2.21 - Compartimentação tectônica da Província Borborema. 66
Figura 2.22 - Coluna estratigráfica esquemática da Bacia Paraíba. 67
Figura 2.23 - Delimitação da Bacia Paraíba e sub-bacias Alhandra e Miriri. 68

Figura 2.24 - Mapa Geológico das BHLN 73
Figura 2.25 - Mapa Geomorfológico das BHLN 76
Figura 2.26 - Situação e profundidade dos poços no Embasamento Fraturado Indiferenciado 79
Figura 2.27 - Situação e profundidade dos poços nas Formações Barreiras – Beberibe 81
Figura 2.28 - Situação e profundidade dos poços na Formação Serra dos Martins 82
Figura 2.29 - Situação e profundidade dos poços na Formação Barreiras 83
Figura 2.30 - Situação e profundidade dos poços nos Depósitos Litorâneos 84
Figura 2.31 - Mapas Hidrogeológicos nas BHLN e localização dos poços 85
Figura 2.32 - Unidades de mapeamento do solo na Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas. 87
Figura 2.33 - Unidades de mapeamento do solo fora da Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas. 88
Figura 2.34 - Distribuição espacial da erosividade da chuva nas BHLN 117
Figura 2.35 - Distribuição espacial da erodibilidade do solo nas BHLN 119
Figura 2.36 - Distribuição espacial do fator topográfico para as BHLN 121
Figura 2.37 - Distribuição espacial do Fator CP para as BHLN 123
Figura 2.38 - Erosão Potencial das BHLN 124
Figura 2.39 - Distribuição da perda de solos por UPH nas BHLN 126
Figura 2.40 - Níveis de desertificação das BHLN. 129
Figura 2.41 - Regiões fitoecológicas e outras áreas das bacias do Litoral Norte 133
Figura 3.1 - Trecho de mapa mostrando a disposição das Capitanias Hereditárias no atual Nordeste brasileiro. Visíveis as capitanias de Tamaracá e Paraíba, esta última cortada ao meio pelo rio Paraíba. 140
Figura 3.2 - Trecho de mapa do século XVII, mostrando parte do litoral paraibano. A seta verde aponta para o rio Paraíba, enquanto a vermelha para o Gramame 141
Figura 3.3 - Esta carta produzida pela Companhia das Índias Ocidentais no século XVII condensa as informações coletadas pelos holandeses que invadiram o território 142
Figura 3.4 - Trecho de carta holandesa do século XVII, mostrando os fortins da Paraíba. 143
Figura 3.5 - Trecho de carta do início do século XIX, mostrando as três comarcas da Província da Paraíba 144
Figura 3.6 - Localização dos engenhos da Paraíba em 1860 145
Figura 3.7 - Planta demonstrando o trecho da Estrada de Ferro Conde d'Eu (1871), ligando as cidades de João Pessoa, Independência e Ingá 146

Figura 3.8 - Trecho de carta de fins do século XIX, demonstrando a intensificação da ocupação do território em direção ao interior 147
Figura 3.9 - Detalhe de mapa agrícola do início do século XX, mostrando os principais cultivos do estado da Paraíba e a sua distribuição regional 148
Figura 3.10 - Trecho de atlas da Paraíba do início do século XX 149
Figura 3.11 - Trecho de cartografia do início do século XX, mostrando a dispersão das localidades com relação à malha hidrográfica e com o relevo 149
Figura 3.12 - Vista aérea do complexo fabril 151
Figura 3.13 - Detalhe do Mapa Interativo de Terras Indígenas do Centro de Monitoramento Remoto da FUNAI 153
Figura 3.14 - Delimitação da APA da Barra do Rio Mamanguape (tracejado em vermelho) com relação à TI Potiguara (em branco) e a Bacia do Litoral Norte (em amarelo) 155
Figura 3.15 - Detalhe do Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuendaju. 163
Figura 3.16- Faixas de IDH 172
Figura 3.17 - Ocorrências das faixas nas dimensões do IDHM dos municípios da BHLN ... 174
Figura 3.18 - Regiões de influência das cidades 183
Figura 3.19 - Regiões metropolitanas criadas por leis estaduais na Paraíba 184
Figura 3.20 - Aptidão geral para irrigação na faixa de até 3 km de distância do Canal das Vertentes Litorâneas e dentro da Bacia do Norte e sua distribuição dentro de cada UPH. 190
Figura 3.21 - Índices médios de atendimento total e urbano de água para as bacias do Litoral Norte. 200
Figura 3.22 - Consumos médios per capita e perdas na distribuição de água registrados nos municípios da BHRM. 202
Figura 3.23 – Pontos de captação e classificação dos manancias BHLN quanto ao grau de vulnerabilidade. 211
Figura 3.24 - Distribuição dos destinos para o esgoto domiciliar por bacia hidrográfica. 214
Figura 3.25 - Índices médios de atendimento total e urbano de água para os municípios das BHLN que responderam o SNIS. 216
Figura 3.26 - Relação entre a parcela de esgotos coletado e não coletado por bacia hidrográfica 220
Figura 3.27 - Relação entre esgotos tratado, não tratado e por solução individual por bacia hidrográfica 220
Figura 3.28 - ETEs e soluções de tratamento em função da remoção de DBO (horizonte para 2035) para as BHLN. 223

Figura 3.29 - Internações por doenças de veiculação hídrica em alguns dos municípios das BHLN. 233
Figura 3.30 - Casos positivos de esquistossomose e % de positividade nos municípios das BHLN no período de 2000 a 2014. 234
Figura 3.31 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Camaratuba 238
Figura 3.32 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Mamanguape 240
Figura 3.33 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Miriri 242
Figura 3.34 - Unidades de conservação da BHLN 245
Figura 3.35 - Terras indígenas e quilombolas da BHLN 247
Figura 3.36 - Mapa de Uso do Solo das APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais. 250
Figura 3.37 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Miriri. 251
Figura 3.38 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Mamanguape. 252
Figura 3.39 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Camaratuba. 252
Figura 3.40 - Áreas de preservação permanente no entorno de lagos e reservatórios 254
Figura 3.41 - Áreas de preservação permanente – Mangues 256
Figura 3.42 - Nascentes espacializadas 259
Figura 3.43 - Probabilidade de ocorrência de nascentes 265
Figura 4.1 - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, 2020 274
Figura 5.1 - Estrutura da SIGERH - PB 286
Figura 5.2 - Sistemas nacional e estadual de recursos hídricos 291
Figura 6.1 - Integração com o Rio São Francisco e Sistema de Adutoras da Paraíba 296
Figura 6.2 - Infraestrutura hídrica nas BHLN 297
Figura 7.1 - Disponibilidade específica de cada uma das sub-bacias do rio Mamanguape ... 301
Figura 7.2 - Curva de permanência elaborada a partir dos dados da estação fluviométrica Mulungu (38750000) 302
Figura 7.3 - Curva de permanência elaborada a partir dos dados da estação fluviométrica Sítio Passagem (38771000) 302
Figura 7.4 - . Curva de permanência elaborada a partir dos dados da estação fluviométrica Ponte do Leitão (38790000) 303

Figura 7.5 - Curva de permanência referente ao exutório da bacia hidrográfica do rio Mamanguape 303
Figura 7.6 - Disponibilidade específica (Q90) para cada uma das sub-bacias do rio Camaratuba. 305
Figura 7.7 - Curva de permanência no exutório da bacia do rio Camaratuba. 306
Figura 7.8 - Disponibilidade específica (Q90) para cada uma das sub-bacias do rio Miriri 308
Figura 7.9 - Curva de Permanência no exutório da bacia do rio Miriri 309
Figura 7.10 - Domínios Hidrogeológicos e Unidades Geológicas Superficiais nas bacias do Litoral Norte. 311
Figura 7.11 - Capacidade específica dos poços das BHLN 318
Figura 7.12 - Consumo de água em 2022 segundo o Portal do SNIRH 327
Figura 7.13 - Usos setoriais da água - retirada méda anual 328
Figura 7.14 - Usos da água nas BHLN 335
Figura 7.15 - Principais fontes de poluição das BHLN. 343
Figura 7.16 - Pontos de monitoramento de qualidade da água nas BHLN. 347
Figura 7.17. Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 355
Figura 7.18. Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 356
Figura 7.19 - Qualidade da água das sub-bacias do Litoral Norte, cadastros de outorga da AESA-PB e fontes de poluilção. 368
Figura 7.20 - Tipo de uso da água nas BHLN. 371
Figura 7.21 - Diagrama de PIPER para o Sistema Aquífero Cristalino. 373
Figura 7.22 - Diagrama de PIPER para o Sistema Aquífero Cristalino 374
Figura 7.23 - Diagrama de classificação de índice SAR - Aquífero Cristalino 377
Figura 7.24 - Diagrama de classificação de índice SAR – Aquífero Sedimentar. 377
Figura 7.25 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Mamanguape 387
Figura 7.26 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Camaratuba 391
Figura 7.27 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Miriri 395
Figura 8.1 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLN em 2014. 398
Figura 8.2 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLN em 2021. 399
Figura 9.1 - Isoietas de precipitação e classificação por faixa de IDHM dos municípios nas BHLN. 407

Figura 9.2 - Pontos de captação para abastecimento e vulnerabilidade dos manaicias das BHLN. 408
Figura 9.3 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Mamanguape (2020). 409
Figura 9.4 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Miri (2020). 410
Figura 9.5 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Camaratuba (2020) 411
Figura 9.6 - Isoietas de precipitação e disponibilidade específica Q90 (m³/s.km²) 413
Figura 9.7 - Disponibilidade hídrica específica Q90 (m³/s.km²) e consumo de água (L/s) nas BHLN. 414
Figura 9.8 - Mapa de poços de águas subterrâneas nas BHLN. 416
Figura 9.9 - Mapa de isolinhas da capacidade específica nas BHLN 417
Figura 11.1 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para coliformes fecais e E.Coli 429
Figura 11.2 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para demanda bioquímica de oxigênio 430
Figura 11.3 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para fósforo total 431
Figura 11.4 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para nitrogênio amoniacal 432
Figura 11.5 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para oxigênio dissolvido 433
Figura 11.6 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para turbidez 434
Figura 11.7 - Pontos de monitoramento da qualidade da água nas BHLN 435

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Distribuição do território municipal nas UPHs 30
Tabela 2.2 - Características fisiográficas das BHLN 35
Tabela 2.3 - Informações das estações meteorológicas do INMET consideradas para avaliação do clima nas BHLN. 38
Tabela 2.4 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de Areia-PB (código 82696). 40
Tabela 2.5 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de Areia-PB (código 82696). 40
Tabela 2.6 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de Campina Grande-PB (código 82795) 41

Tabela 2.7 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de Campina Grande-PB (código 82795).....41
Tabela 2.8 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de João Pessoa-PB (código 82798).....42
Tabela 2.9 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de João Pessoa-PB (código 82798).....42
Tabela 2.10. Estações pluviométricas identificadas na região das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. 43
Tabela 2.11 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em AREIA, PB...57
Tabela 2.12 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em CAMPINA GRANDE, PB.....59
Tabela 2.13 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em JOÃO PESSOA, PB. 60
Tabela 2.14 - Resumo dos principais pontos apresentados nos estudos analisados de avaliação do efeito das mudanças climáticas sobre a Paraíba. 63
Tabela 2.15 - Domínios e unidades geomorfológicas das BHLN 74
Tabela 2.16 – Correlação entre Sistemas Hidrogeológicos e Unidades Hidroestratigráficas das BHLN 77
Tabela 2.17 - Áreas ocupadas por cada tipo de solo dentro da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas 111
Tabela 2.18 - Áreas ocupadas por cada tipo de solo fora da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas 112
Tabela 2.19 - Áreas totais das áreas de toda a bacia agrupada a nível de ordem/subordem ..113
Tabela 2.20 - Resumo das fontes de informação para análise de erosão nas bacias do Litoral Norte 115
Tabela 2.21 - Classe da erosividade das chuvas 116
Tabela 2.22 - Valores de K para os solos das BHLN 118
Tabela 2.23 - Grau de Erodibilidade do Solo 118
Tabela 2.24 - Área de cada classe de declividade para as BHLN 120
Tabela 2.25 - Valores de CP para as BHLN 122
Tabela 2.26 - Distribuição da perda de solos potencial nas UPHs das BHLN 125
Tabela 2.27 - Critérios Observados quanto aos Níveis de Desertificação nas BHLN 128
Tabela 2.28 - Distribuição das regiões conforme o risco de desertificação nas UPHs das BHLN 130

Tabela 2.29 - Espécies de vegetação terrestre presentes na área das BHLN.....134
Tabela 2.30 - Espécies da fauna terrestre que ocorrem em áreas das BHLN e seu status de conservação. 135
Tabela 2.31 - Espécies de moluscos, crustáceos e peixes que ocorrem em áreas das BHLN.137
Tabela 3.1 - Síntese dos 38 sítios arqueológicos das bacias Litoral Norte registrados no IPHAN 161
Tabela 3.2 - Progressão do aumento de municípios paraibanos.....166
Tabela 3.3 - Municípios e suas origens 166
Tabela 3.4 - População urbana e rural do estado da Paraíba - Dados censitários do IBGE ...167
Tabela 3.5 - Projeção populacional das BHLN 169
Tabela 3.6 - Indicadores de desenvolvimento humano dos municípios da BHLN 174
Tabela 3.7 - Indicadores de distribuição de renda dos municípios da BHLN 176
Tabela 3.8 - Paraíba: Valor adicionado* por setores produtivos (1960 / 1990) (Em mil R$) 177
Tabela 3.9 - Setores econômicos 178
Tabela 3.10 - Crescimento dos setores econômicos 179
Tabela 3.11 - Valor das principais culturas temporárias, com base na Produção Agrícola Municipal de 2017 (fonte: Targino, et al., 2019).....180
Tabela 3.12 - Municípios inseridos na Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas 186
Tabela 3.13 - Regras de decisão para o estabelecimento do potencial de terras para irrigação de unidades de mapeamento de solos (UM)* 188
Tabela 3.14 - Caracterização das terras numa faixa de três quilômetros do Canal das Vertentes dentro BHLN quanto à classes de distância do canal, classes de declividade e classes de potencial geral para irrigação 191
Tabela 3.15 - Potencial para irrigação da UPH Rio Miriri, considerando-se as combinações de cada classe de distância com classes de declividade. 192
Tabela 3.16 - Potencial para irrigação da UPH Rio Camaratuba considerando-se as combinações de cada classe de distância com classes de declividade 193
Tabela 3.17 - Potencial para irrigação da UPH Rio Mamanguape considerando-se as combinações de cada classe de distância com classes de declividade 194
Tabela 3.18 - Relação dos municípios considerados para análise do Saneamento Básico em cada bacia. 195
Tabela 3.19 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios das BHLN. 199

Tabela 3.20 - Informações de consumo e tarifa médios de água e índice de perdas dos municípios da BHLN. 201
Tabela 3.21 - Potabilidade da água dos municípios das bacias do Litoral Norte e avaliação para Cloro Residual. 204
Tabela 3.22 - Demanda urbana atual (2020) e projetada (2035) de água e avaliação dos mananciais e sistemas produtores das BHLN. 207
Tabela 3.23 - Quantidade de domícilio permanentes por tipo de destino do esgoto sanitário. 213
Tabela 3.24 - Dados de esgotamento sanitário para os municípios das BHLN que responderam o SNIS. 215
Tabela 3.25 - Síntese das principais informações para caracterização do esgotamente sanitário dos municípios das BHLN. 218
Tabela 3.26 - Informações a respeito da gestão de resíduos sólidos dos municípios das BHLN. 225
Tabela 3.27 - Informações sobre a coleta de resíduos sólidos nos municípios das BHLN. 226
Tabela 3.28 - Formas de destinação final de alguns municípios pertencentes às BHLN. 228
Tabela 3.29 - Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais nos municípios das BHLN. 229
Tabela 3.30 - Indicadores das características dos sistemas de drenagem dos municípios das BHLN. 231
Tabela 3.31 - Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 6 do MapBiomas. 236
Tabela 3.32 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Camaratuba 237
Tabela 3.33 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Mamanguape 239
Tabela 3.34 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Miriri 241
Tabela 3.35 – Unidades de Conservação da BHLN. 244
Tabela 3.36 - Quantitativos de potenciais áreas de APPs 257
Tabela 3.37 - Relação de nascentes informadas no CENSO Agropecuário 260
Tabela 3.38 - Relação de nascentes registradas no CENSO, no CAR e delimitadas 261
Tabela 3.39 - Ocorrência de nascentes por grau de declividade 263
Tabela 3.40 - Ocorrência de nascentes por unidade geológica 263

Tabela 3.41 - Ocorrência de nascentes por tipo de uso do solo 263
Tabela 3.42 - Atores sociais em recursos hídricos nas BHLN 267
Tabela 4.1 - Transferências constitucionais e royalties 272
Tabela 4.2 - Destinação das transferências legais, voluntárias e específicas 272
Tabela 4.3 - Resumo de programas 273
Tabela 4.4 - Metas de implementação do saneamento básico 274
Tabela 4.5 - Planos municipais de saneamento básico 274
Tabela 4.6 - Política municipal de saneamento básico 275
Tabela 4.7 - Plano municipal de saneamento básico nas BHLN 275
Tabela 4.8 - Arrecadação com cobrança de água bruta 281
Tabela 4.9 - Valores arrecadados ao FERH por bacia e por ano 281
Tabela 4.10 - Valores arrecadados pela cobrança de água bruta pela BHLN entre 2015 e 2021 (R$ 1.000) 282
Tabela 4.11 - Alocação de recursos do FERH entre 2018 e 2022 (R$ 1.000) 282
Tabela 4.12 - Fluxo de aplicação do FERH como programado 283
Tabela 6.1 - Informações sobre o Canal das Vertentes Litorâneas 293
Tabela 6.2 - Açudes e reservatórios inseridos na área das BHLN, sua finalidade e capacidade de armazenamento. 294
Tabela 6.3 - Intervenções previstas no PNSH para as BHLN 298
Tabela 6.4 - Intervenções previstas no Atlas Águas para as BHLN 298
Tabela 7.1 - Disponibilidade hídrica (Q90) de cada uma das sub-bacias do rio Mamanguape 300
Tabela 7.2 - Disponibilidade de produção de água em cada sub-bacia do rio Camaratuba 304
Tabela 7.3 - Disponibilidade (Q90) hídrica em cada sub-bacia do rio Miriri 307
Tabela 7.4 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLN por município (SIAGAS/AESA). 313
Tabela 7.5 - Classes de produtividade dos poços (Correa et al., 2016) 315
Tabela 7.6 - Número de poços e vazões produzidas por Sistema Aquífero (SIAGAS). 316
Tabela 7.7 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLN por Sistema Aquífero (SIAGAS) 316
Tabela 7.8 - Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLN (SIAGAS/AESA) 319
Tabela 7.9 - Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLN por sistema aquífero (SIAGAS/AESA). 320

Tabela 7.10 - Valores de potencialidade e disponibilidade das águas subterrâneas (PERH, 2019/2006) 322
Tabela 7.11 - Valores de Reserva Renovável e Disponibilidade das águas subterrâneas 325
Tabela 7.12 - Participação de cada uso de água na retirada total de água (SNIRH, ano de referência 2022) 328
Tabela 7.13 - Valores de retirada de água, em litros por segundo (L/s) 329
Tabela 7.14 - Usos totais 331
Tabela 7.15 - Usos urbanos por município 331
Tabela 7.16 - Comparação entre as bacias 333
Tabela 7.17 - Usos da bacia do rio Camaratuba 333
Tabela 7.18 - Usos da bacia do rio Mamanguape 333
Tabela 7.19 - Usos da bacia do rio Miriri 333
Tabela 7.20 - Denúncias por tipo de irregularidade nas BHLN 336
Tabela 7.21 - Distribuição das denúncias que apresentam irregularidade por município nas BHLN. 337
Tabela 7.22 - Resumo dos principais problemas citados nas respostas ao formulário nas BHLN por UPH. 340
Tabela 7.23 - Respostas do formulário na Consulta Pública 341
Tabela 7.24 - Número de empreendimentos (potenciais fontes de poluição) por bacia hidrográfica. 343
Tabela 7.25 - Pontos e parâmetros de monitoramento analisados pelas fontes de dados elencadas. 344
Tabela 7.26. Pontos de monitoramento de qualidade das águas das BHLN. 346
Tabela 7.27 - Estações de monitoramento da RNQA nas bacias do litoral Norte e seus respectivos IQA CETESB. 349
Tabela 7.28 - Classe de estado trófico e suas características principais. 351
Tabela 7.29 - Índice de Estado Trófico para os pontos de monitoramento da AESA, conforme ano e estação climática. 351
Tabela 7.30 - Síntese dos relatórios de balneabilidade da SUDEMA para as praias das BHLN com registros de “Imprópia” 354
Tabela 7.31 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o período **CHUVOSO**. 357
Tabela 7.32 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o período **SECO**. 360

Tabela 7.33 - Classes das sub-bacias das BHLN.....364
Tabela 7.34. Número total de fontes de poluição e cadastro de outorgas em cada sub-bacia. 367
Tabela 7.35 - Parâmetros obtidos por rede de monitoramento.....369
Tabela 7.36 - Índice SAR por sistema aquífero.....378
Tabela 7.37 - Resultados estatísticos da qualidade da água – Aquífero Cristalino (AESA/CAGEPA).....379
Tabela 7.38 - Resultados estatísticos da qualidade da água – Aquífero Sedimentar (AESA/CAGEPA).....381
Tabela 7.39 - Balanço hídrico para as sub-bacias do rio Mamanguape 383
Tabela 7.40 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Mamanguape).....384
Tabela 7.41 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Mamanguape) 385
Tabela 7.42 - Balanço hídrico para as sub-bacias do rio Camaratuba.....388
Tabela 7.43 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Camaratuba) 389
Tabela 7.44 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Camaratuba).....389
Tabela 7.45 - Balanço hídrico para as sub-bacias do rio Miriri 392
Tabela 7.46 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Miriri) 393
Tabela 7.47 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Miriri).....394
Tabela 8.1 – Valores de NDVI de definição de classes de cobertura do solo obtido para as BHLN. 397
Tabela 8.2 - Quantitativo de potenciais áreas degradadas nas BHLN.....400
Tabela 8.3 - Relação entre áreas em más condições, degradadas e inaproveitáveis para os municípios das BHLN. 401

LISTA DE SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão de Água da Paraíba
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Área de Preservação Permanente
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CBH-LN	Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte
CBH-LS	Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FERH	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GTE	Grupo de Trabalho de acompanhamento de elaboração do Plano
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IET	Índice de Estado Trófico
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IQA	Índice de Qualidade da Água
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-americana de Saúde
PERH-PB	Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMRS	Planos Municipais de Resíduos Sólidos
PMSB	Planos Municipais de Saneamento Básico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Plano Nacional de Segurança de Barragens
PPA	Plano Plurianual
PRHBHL	Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba
PROGESTÃO	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RF	Relatórios Finais
RP	Relatórios Parciais

RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAA	Sistemas de Abastecimento de Água
SCI	Sistema de Classificação de Intervenções
SDU	Sistema de Drenagem Urbana
SEIRHMA	Secretaria de Infraestrutura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente
SEPLAG	Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão do Governo da Paraíba
SEPLAN	Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGEL	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
UPH	Unidade de Planejamento Hídrico

APRESENTAÇÃO

A ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49) vem apresentar o RP4 – Diagnóstico das Bacias Hidrográficas, em conformidade com o Termo de Contrato FERH nº 0011/2021, firmado entre a empresa, denominada CONTRATADA, e a SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE – SEIRHMA (CNPJ: 12.271.681/0001-01), através do seu órgão gestor, a AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA (CNPJ: 07.529.125/0001-52), doravante denominada AESA ou CONTRATANTE, cujo objeto é a "ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS LITORÂNEAS DA PARAÍBA".

O presente documento apresenta o Diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, elaborado na Etapa 4 dos PRHBHL. Este produto integra a Fase A do projeto, junto com o RP3 - Estudo Hidrológico das Bacias do Litoral Norte, elaborado na Etapa 3.

Inicialmente, é apresentada a caracterização física e biótica das bacias, seguida da caracterização socioeconômica e dos planos e programas existentes. Depois, são apresentados os aspectos institucionais relacionados à gestão de recursos hídricos, seguido da infraestrutura hídrica existente nas bacias e o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Por fim, são apresentadas as situações emergenciais e a análise integrada.

1 Introdução

O Diagnóstico constitui a apresentação de um panorama das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (BHLN) e da sociedade que nelas vive, dentro do foco dos recursos hídricos, representando a base do planejamento. Através dele, busca-se integrar e analisar os dados existentes na região e daqueles levantados durante o reconhecimento de campo. Desse modo, é possível compreender como os recursos hídricos são utilizados, para então, nas etapas seguintes, estabelecer os cenários futuros e o planejamento propriamente dito, onde são definidas as ações e os investimentos.

Nessa etapa, também procura-se identificar as lacunas sobre o conhecimento das BHLN, favorecendo a indicação de estudos que devem ser realizados posteriormente para dotar as bacias de dados mais confiáveis sobre os recursos hídricos.

A versão inicial do relatório de diagnóstico será levada à discussão junto aos membros do GET, CBH-LN e demais atores das bacias, através da primeira Consulta Pública, onde a comunidade das bacias poderá expressar seu entendimento sobre a situação dos recursos hídricos. Após a coleta das contribuições, elabora-se o diagnóstico final consolidado.

Dentro das atividades do diagnóstico, serão abordados:

- **Caracterização física:** apresentação das Unidades de Planejamento Hídrico e regionalização, caracterização fisiográfica, climática, geológica, geomorfológica, hidrogeológica, pedológica, processos erosivos e desertificação;
- **Caracterização biótica:** caracterização da fauna e flora, terrestre e aquática;
- **Caracterização socioeconômica:** histórico de desenvolvimento da região, aspectos demográficos, desenvolvimento humano, atividades econômicas, saneamento básico, uso e ocupação do solo, áreas protegidas por lei e atores das bacias;
- **Planos e programas existentes;**
- **Aspectos institucionais e legais da gestão de recursos hídricos nas bacias;**
- **Infraestrutura hídrica;**
- **Situação dos recursos hídricos:** disponibilidade, demandas, usos e conflitos, qualidade e balanço hídrico;
- **Áreas degradadas e situações emergenciais;**
- **Análise integrada.**

2 Caracterização física e biótica

A caracterização da bacia considerando os aspectos físicos e bióticos foi realizada por meio da análise e compilação de estudos regionais, estudos locais e de mapeamentos temáticos relacionados ao seguinte: clima, geologia, geomorfologia, hidrogeologia, pedologia, erosão, desertificação, aspectos de vegetação e à fauna. Estes estudos objetivam o conhecimento do ambiente da bacia, com foco na sua aplicação no planejamento de uso e gestão dos recursos hídricos.

2.1 Unidades de Planejamento Hídrico e Regionalização

A Resolução CERH nº 02, de 05 de novembro de 2003, estabeleceu a Divisão Hidrográfica da Paraíba, dividindo o território em 11 bacias hidrográficas. Já a Resolução CERH nº 02, de 05 de novembro de 2003, definiu as áreas de atuação dos Comitês, estabelecendo 5 unidades. A atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte compreende a área geográfica correspondente ao somatório das áreas das Bacias Hidrográficas dos Rios Miriri, Mamanguape e Camaratuba. Assim, essas bacias representam o conjunto das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. Situam-se entre os paralelos 6°30’ a 7°15’ Sul, limitando-se a Oeste pelo meridiano 36°00’ e a Leste pelo meridiano 34°45’. Possuem como vizinhas as seguintes bacias no estado da Paraíba: Rio Guaju, Rio Curimataú e Rio Paraíba.

O Rio Camaratuba nasce entre os territórios dos municípios de Duas Estradas e Serra da Raiz, desaguando na foz entre os municípios de Baía de Traição e Mataraca. Já o Rio Miriri nasce na divisa dos municípios de Mari e Sapé, com a foz localizada entre os municípios de Lucena e Rio Tinto. Em relação ao Rio Mamanguape, considerado o rio principal das BHLN, a nascente está localizada na microrregião de Esperança, desaguando entre os municípios de Rio Tinto e Marcação.

As BHLN são compostas por 51 municípios, que se encontram total ou parcialmente dentro das bacias. A **Figura 2.1** apresenta os limites dos municípios que compõem as BHLN.

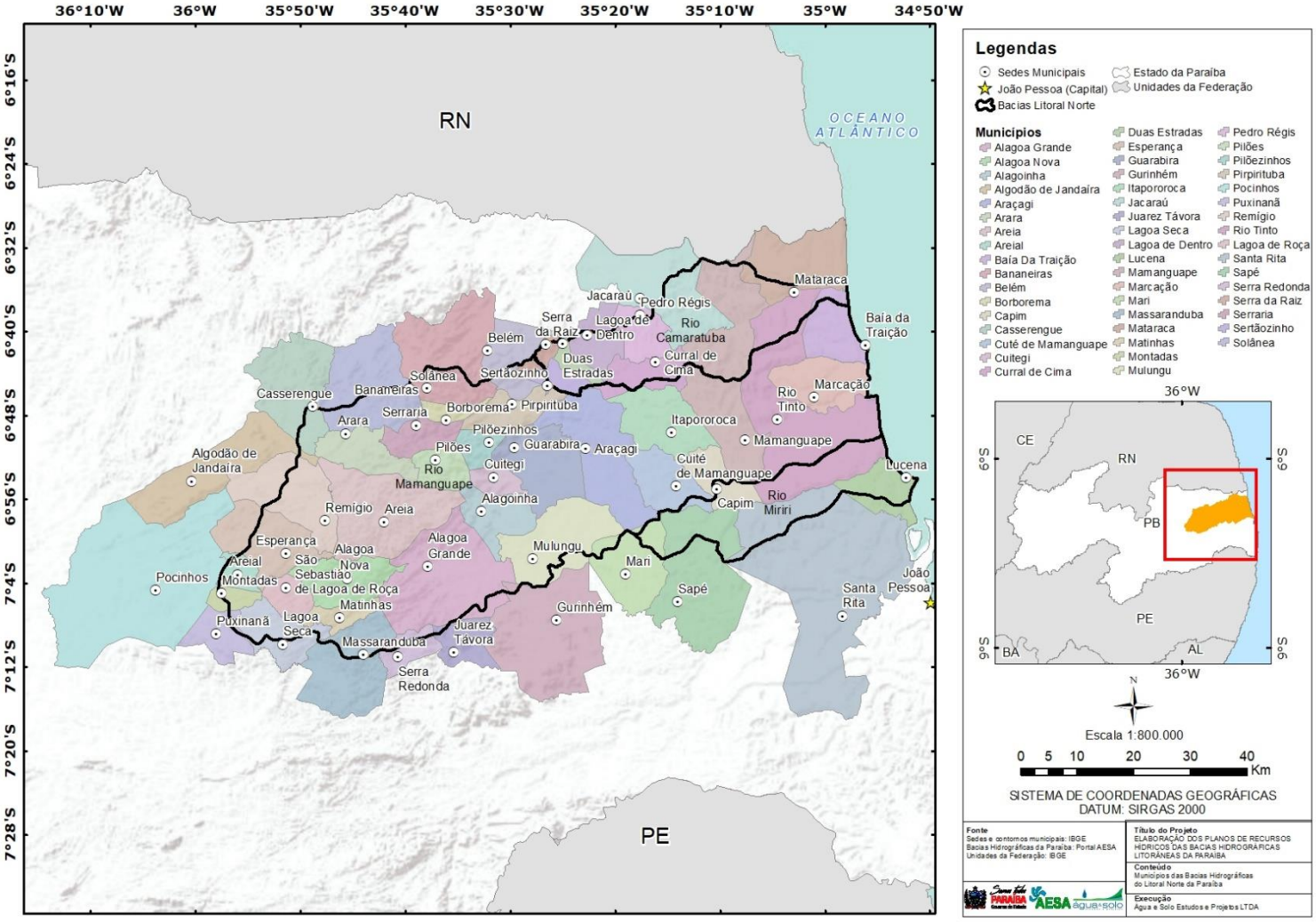


Figura 2.1 - Limites dos municípios das BHLN.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

Através de um processo de regionalização territorial, buscou-se contextualizar as BHLN dentro da Atualização do PERH-PB (AESA, 2021). A proposta de Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) para o Plano das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte seguiu a metodologia empregada no PERH-PB. Desse modo, foram estabelecidas 3 UPHs, cujos limites são idênticos às bacias que compõem as BHLN: Rio Camaratuba, Rio Mamanguape e Rio Miriri.

Nas UPHs definidas, serão espacializadas as informações e a metodologia para análise destas informações. Elas deverão compreender a paisagem de forma sistêmica, permitindo o conhecimento integrado dos elementos bióticos, abióticos e antrópicos e suas inter-relações, possibilitando identificar os principais conflitos de uso de ocupação do solo que impactam os recursos hídricos e a biodiversidade do local, além de planejar as ações para mitigações destes impactos. Esta divisão em UPHs será utilizada em todas as fases do PBHLN.

A área da UPH Rio Mamanguape é de 3.526,5 km², enquanto a área da UPH Rio Camaratuba é de 637,6 km² e a área da UPH Rio Miriri é de 436,4 km². Essas áreas foram calculadas pela Água e Solo Estudos e Projetos LTDA através de técnicas de geoprocessamento e com dados fornecidos pela AESA, utilizando a Projeção Transversal de Mercator, Zona 25S, *Datum* SIRGAS 2000. Portanto, estes são os valores das áreas de drenagem adotados neste Plano. Cabe salientar que há uma diferença de aproximadamente 4 km² em cada UPH se comparado às áreas informadas na Atualização do PERH-PB. Além disso, algumas rotinas de geoprocessamento podem resultar em áreas diferentes das apresentadas, mas em escala irrelevante para os objetivos dos estudos.

Na **Tabela 2.1** é apresentada a distribuição do território dos municípios nas UPHs, enquanto a **Figura 2.2** destaca a delimitação das UPHs.

Tabela 2.1 - Distribuição do território municipal nas UPHs

Município	Área do município (km²)	Camaratuba	Mamanguape	Miriri	Localização da Sede Municipal
Alagoa Grande	321,0	-	94,4%	-	Mamanguape
Alagoa Nova	123,9	-	100,0%	-	Mamanguape
Alagoinha	97,1	-	100,0%	-	Mamanguape
Algodão de Jandaíra	220,7	-	2,1%	-	*Fora das BHLN*
Araçagi	231,4	0,25%	99,68%	0,07%	Mamanguape
Arara	99,3	-	100,0%	-	Mamanguape
Areia	267,0	-	100,0%	-	Mamanguape
Areial	35,7	-	89,9%	-	Mamanguape
Baía da Traição	102,7	13,1%	86,7%	-	Mamanguape
Bananeiras	258,1	-	27,5%	-	Mamanguape
Belém	100,3	-	27,3%	-	*Fora das BHLN*
Borborema	26,0	-	100,0%	-	Mamanguape
Capim	78,8	-	59,7%	40,5%	Miriri
Casserengue	201,7	-	14,7%	-	*Fora das BHLN*

Município	Área do município (km²)	Camaratuba	Mamanguape	Miriri	Localização da Sede Municipal
Cuité de Mamanguape	108,5	-	91,6%	8,6%	Mamanguape
Cuitegi	39,3	-	100,0%	-	Mamanguape
Curral de Cima	85,2	71,4%	28,4%	-	Camaratuba
Duas Estradas	26,3	96,0%	2,2%	-	Camaratuba
Esperança	159,9	-	65,4%	-	Mamanguape
Guarabira	165,9	-	100,0%	-	Mamanguape
Gurinhém	346,4	-	1,2%	-	*Fora das BHLN*
Itapororoca	146,2	0,05%	99,95%	-	Mamanguape
Jacaraú	253,2	40,5%	-	-	*Fora das BHLN*
Juarez Távora	70,9	-	4,2%	-	*Fora das BHLN*
Lagoa de Dentro	84,6	65,9%	0,01%	-	Camaratuba
Lagoa Seca	107,8	-	62,2%	-	*Fora das BHLN*
Lucena	89,2	-	-	69,8%	Miriri
Mamanguape	340,7	52,1%	45,5%	-	Mamanguape
Marcação	123,9	-	99,7%	-	Mamanguape
Mari	154,9	-	9,1%	14,0%	*Fora das BHLN*
Massaranduba	206,3	-	28,6%	-	Mamanguape
Mataraca	184,0	21,6%	-	-	Camaratuba
Matinhas	38,2	-	100,0%	-	Mamanguape
Montadas	31,7	-	66,2%	-	Mamanguape
Mulungu	195,5	-	90,4%	-	Mamanguape
Pedro Régis	73,6	78,2%	-	-	*Fora das BHLN*
Pilões	64,5	-	100,0%	-	Mamanguape
Pilõezinhos	44,0	-	100,0%	-	Mamanguape
Pirpirituba	79,9	0,45%	99,55%	-	Mamanguape
Pocinhos	629,4	-	0,1%	-	*Fora das BHLN*
Puxinanã	72,8	-	8,8%	-	*Fora das BHLN*
Remígio	181,2	-	62,9%	-	Mamanguape
Rio Tinto	467,2	14,3%	60,71%	24,99%	Mamanguape
São Sebastião de Lagoa de Roça	50,0	-	-	6,9%	*Fora das BHLN*
Santa Rita	728,4	-	100,0%	-	Mamanguape
Sapé	315,7	-	0,01%	29,4%	*Fora das BHLN*
Serra da Raiz	29,1	42,6%	37,5%	-	*Fora das BHLN*
Serra Redonda	56,0	-	29,5%	-	*Fora das BHLN*
Serraria	65,4	-	100,0%	-	Mamanguape
Sertãozinho	32,8	75,0%	25,0%	-	Mamanguape
Solânea	233,3	-	40,5%	-	Mamanguape

Fonte: IBGE

Visando manter a integração com a regionalização apresentada na Atualização do PERH-PB, a **Figura 2.3** e **Figura 2.4** apresentam as Mesorregiões e Microrregiões em que as UPHs estão inseridas.

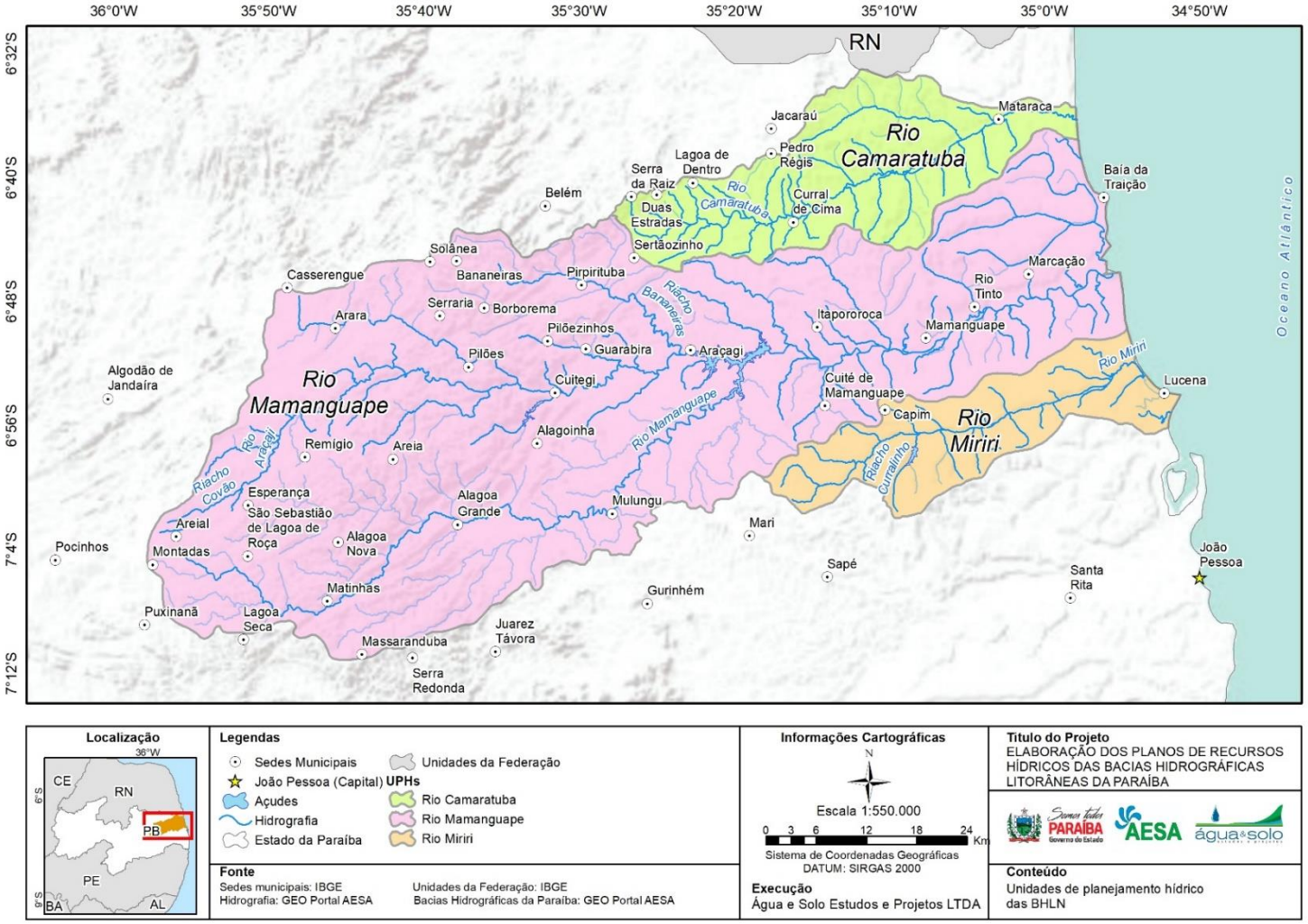


Figura 2.2 - Unidades de Planejamento Hídrico das BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

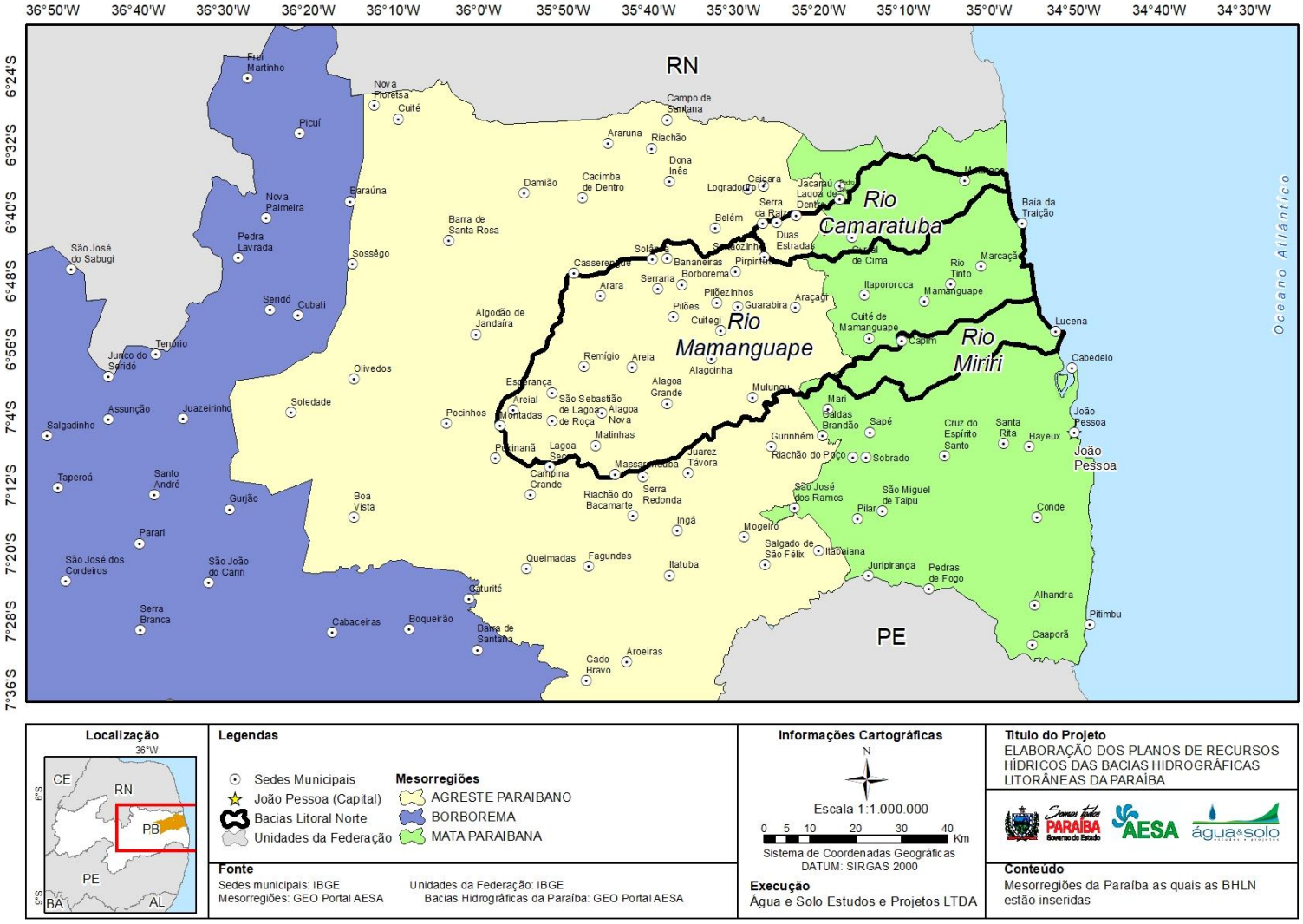


Figura 2.3 - Inserção das BHLN nas Mesorregiões da Paraíba
Fonte: Acervo próprio, 2022.

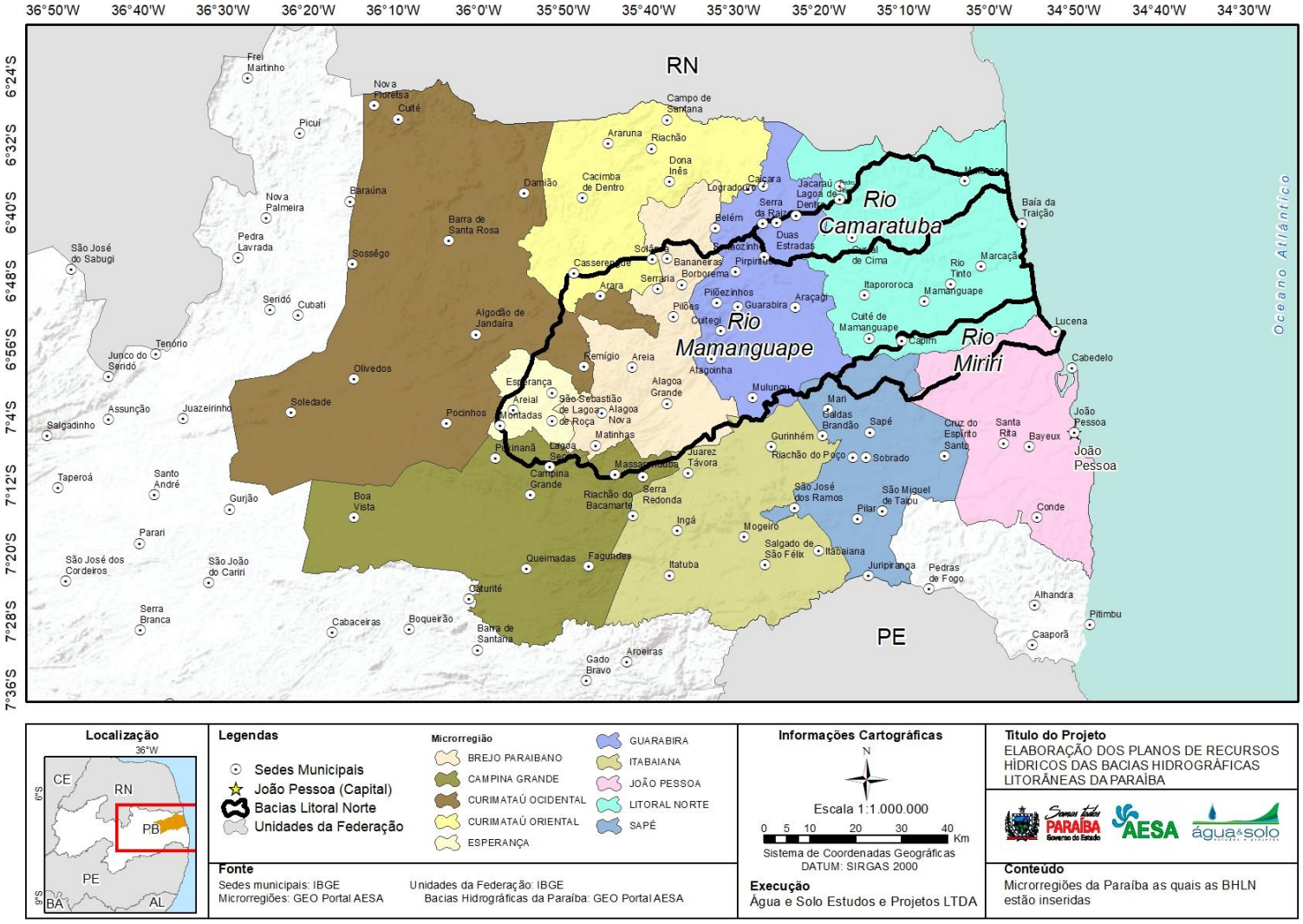


Figura 2.4 – Inserção das BHLN nas microrregiões da Paraíba
Fonte: Acervo próprio, 2022.

2.2 Caracterização fisiográfica das UPHs

O estudo das características físicas de uma bacia hidrográfica é de grande relevância para o conhecimento de seu comportamento hidrológico, especialmente no que se refere às estimativas da quantidade de água produzida e a resposta da bacia hidrográfica em relação ao processo de transformação da chuva em vazão. Nesse sentido, um resumo das características fisiográficas das bacias hidrográficas da região do Litoral Norte está apresentado pela **Tabela 2.2**.

Tabela 2.2 - Características fisiográficas das BHLN

Índice	Bacia Hidrográfica		
Bacia	Camaratuba	Mamanguape	Miriri
Área (km²)	637,6	3526,5	436,4
Perímetro (km)	147,0	342,8	130,7
Comprimento axial bacia (km)	64,90	314,10	50,18
Altitude máxima (m)	361	732	453
Altitude média (m)	109,8	258,8	86,8
Declividade máxima (%)	89,2	392,6	90,7
Declividade média (%)	10,3	13,6	6,4
Ordem do canal principal (Strahler)	3	5	3
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,63	1,62	1,75
Fator de Forma (Kf)	0,15	0,04	0,17
Índice de Circularidade	0,37	0,38	0,32
Densidade de Drenagem (km/km²)	0,49	0,44	0,44

Fonte: Elaborado a partir de geoprocessamento. Acervo próprio, 2022.

Dessa forma, uma análise dos resultados relativos aos índices morfométricos expostos pela **Tabela 2.2** possibilita realizar uma avaliação prévia das potencialidades e suscetibilidades da bacia hidrográfica, além de apresentar as similaridades e singularidades entre áreas de interesse. De maneira geral, as bacias dos rios Camaratuba, Miriri e Mamanguape dispõem de características fisiográficas semelhantes. As bacias apresentam forma alongada, com baixa suscetibilidade a inundações por apresentarem coeficiente de compacidade afastado da unidade, e por seu índice de circularidade e fator de forma serem relativamente baixos.

Na **Figura 2.5** está apresentada a hierarquização fluvial dos principais cursos de água das BHLN de acordo com a metodologia proposta por Strahler, pela qual canais sem tributários são classificados como de primeira ordem; canais que se originam devido a confluência de dois canais de primeira ordem são classificados como segunda ordem; canais de terceira ordem se originam da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente.

No caso das BHLN, a determinação da hierarquia fluvial foi realizada utilizando como base a hidrografia da Base Hidrográfica Ottocodificada das Bacias Hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental, fornecida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Essa base de dados foi elaborada considerando uma escala de 1:100.000, sendo publicada no ano de 2013. As características topográficas foram extraídas do modelo digital de terreno ALOS PALSAR, com resolução espacial de 12,5 metros (https://search.asf.alaska.edu/).

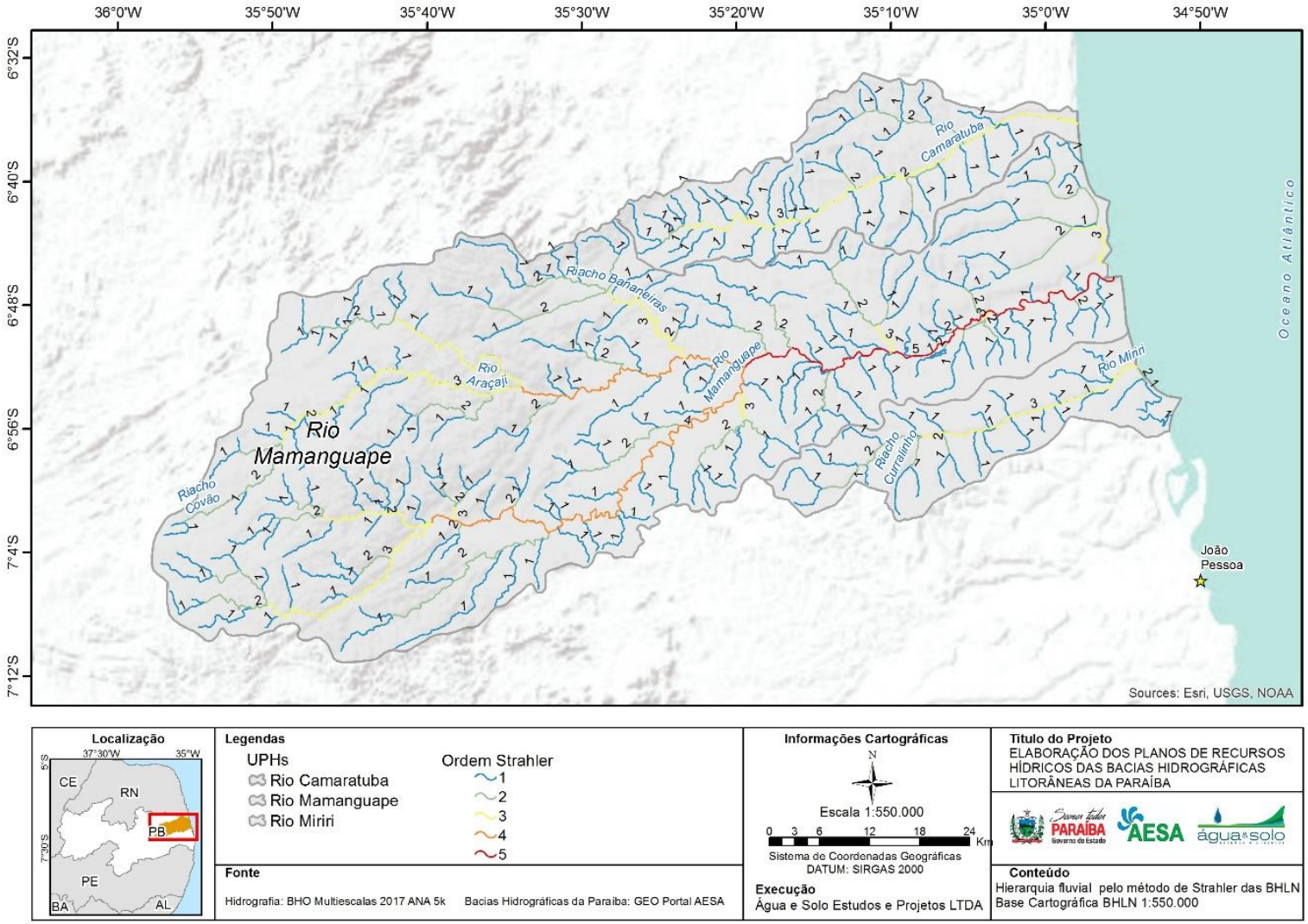


Figura 2.5 - Hierarquização fluvial das BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

Em relação às características da rede de drenagem, os rios principais foram definidos como de 3ª ordem para as bacias Camaratuba e Miriri e de 5ª ordem para a bacia do Mamanguape, sendo que todas as bacias foram caracterizadas por possuírem uma drenagem pobre (Densidade de drenagem < 0,5 km/km²). A densidade de drenagem apresentada indica que as três bacias possuem baixa capacidade de gerar novos cursos de água, escoamento superficial razoavelmente baixo e uma pequena dissecação associada.

2.3 Variáveis abióticas

2.3.1 Clima

2.3.1.1 Descrição da base de dados

As bases de informações disponíveis e consultadas para a caracterização climática das Bacias do Litoral Norte relacionaram-se com (i) as Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e (ii) as séries de precipitações mensais do banco de dados hidrológicos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) disponibilizados plataforma *Hidroweb*.

2.3.1.1.1 Estações Meteorológicas

A análise da variabilidade temporal e espacial dos principais elementos climáticos das bacias do Litoral Norte foi realizada por meio de consulta aos dados das Estações Meteorológicas do INMET localizadas nos municípios de Areia, Campina Grande e João Pessoa **(Tabela 2.3)**.

Tabela 2.3 - Informações das estações meteorológicas do INMET consideradas para avaliação do clima nas BHLN.

Código	Nome	Município	Situação	Início da Operação	Latitude	Longitude	Altitude
82696	AREIA	AREIA	OPERANTE	31/12/1928	-6.9755560	-35.7180560	571,75m
82795	CAMPINA GRANDE	CAMPINA GRANDE	OPERANTE	31/12/1910	-7.2255560	-35.9047220	546,27m
82798	JOAO PESSOA	JOÃO PESSOA	OPERANTE	31/12/1911	-7.0952780	-34.8486110	9,67m

Fonte: INMET.

De acordo com as informações constantes na Atualização do PERH-PB (AESA, 2021), a área de influência das estações meteorológicas elencadas em relação às bacias do Litoral Norte são:

- Bacia do rio Camaratuba (área total de 637,93 km²): João Pessoa (52%) e Areia (48%);

- Bacia do rio Mamanguape (área total de 3509,96 km²): João Pessoa (23%), Areia (69%) e Campina Grande (9%);
- Bacia do rio Miriri (área total de 430,76 km²): João Pessoa (97%) e Areia (3%).

Para esta avaliação da área de influência foi adotado o método dos Polígonos de Thiessen de cada estação meteorológica relativa à área da bacia/sub-bacia. O Método dos Polígonos de Thiessen atribui um fator de peso, definido a partir das áreas de influência das normais climatológicas, aos totais dos parâmetros medidos em cada uma dessas normais. Utilizando o software *QGis*, foram definidas e calculadas as áreas de influência de cada estação em cada bacia/sub-bacia.

Os elementos climáticos avaliados foram: Evaporação (mm); Insolação Total (horas); Precipitação Total (mm); Temperaturas Mínima, Média e Máxima (ºC); Umidade Relativa (%) e Ventos (m/s). Os valores predominantes das variáveis consideradas são representados através de apuramentos estatísticos designados por normais climatológicas, as quais são fundamentadas de uma quantidade de dados suficientes ao longo de período considerável. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) fixou para este fim 30 anos, começando no primeiro ano de cada década. Foi avaliado no presente Diagnóstico os dados diários correspondentes ao período de 1991 a 2020, levando-se em consideração a disponibilidade de informações mais recentes.

Os dados das estações elencadas foram analisados e a partir deles foram obtidos os valores médios mensais de cada parâmetro, que se encontram apresentados na **Tabela 2.4**, **Tabela 2.6** e **Tabela 2.8**. Os valores de evaporação, insolação e precipitação representam a média do acumulado mensal. A disponibilidade temporal de dados para cada variável, nas respectivas estações, é exibida na **Tabela 2.5**, **Tabela 2.7** e **Tabela 2.9**.

Tabela 2.4 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de Areia-PB (código 82696).

PARÂMETRO/VALOR MENSAL*	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Evaporação de Piche (mm)	133,27	111,86	104,36	138,05	136,87	58,42	64,97	82,96	168,47	142,94	200,06	146,40	124,05
Insolação Total (h)	195,66	177,24	174,73	157,10	165,10	135,91	145,47	177,13	179,10	226,30	233,21	199,48	180,54
Precipitação Total (mm)	78,27	102,48	139,93	152,03	160,12	196,59	194,65	123,86	59,32	27,60	24,04	42,86	108,48
Temperatura Máxima (ºC)	29,13	28,96	28,66	27,87	26,61	24,90	24,28	24,98	26,37	28,16	29,12	29,53	27,38
Temperatura Média (ºC)	23,54	23,69	23,74	23,43	22,65	21,39	20,65	20,67	21,42	22,44	23,13	23,53	22,52
Temperatura Mínima (ºC)	20,51	20,76	20,94	20,88	20,29	19,21	18,38	18,16	18,71	19,35	19,84	20,24	19,77
Umidade Relativa (%)	80,71	81,94	83,89	85,57	87,47	88,80	88,19	85,58	82,19	79,46	77,48	78,07	83,28
Ventos (m/s)	2,94	3,05	2,85	2,96	2,93	3,12	3,48	3,51	3,78	3,82	3,43	3,15	3,25

*Dados diários no intervalo de 1991 a 2020.
Fonte: INMET.

Tabela 2.5 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de Areia-PB (código 82696).

ANO / PARÂMETRO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Média
Evaporação	0	0	0	0	22	95	100	100	100	75	25	17	98	90	99	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	64	0	53	100	16	0	34
Insolação Total	0	0	17	17	91	99	99	100	100	75	25	79	100	99	100	100	100	100	100	99	99	100	99	100	100	100	100	100	100	22	9	40
Precipitação Total	0	0	17	17	92	100	100	100	100	75	50	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	22	8	48
Temperatura Máxima	0	0	17	17	92	100	100	100	100	75	46	99	99	98	98	100	100	99	100	100	99	100	99	82	99	100	100	100	100	22	9	40
Temperatura Média	0	0	17	17	92	100	100	100	100	42	27	97	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	82	100	100	100	100	100	21	8	39
Temperatura Mínima	0	0	17	17	92	99	100	100	100	75	45	98	99	98	99	100	100	100	100	100	99	100	99	100	100	100	100	100	99	22	8	41
Umidade Relativa	0	0	17	17	92	100	99	100	100	42	24	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	22	9	40
Ventos	0	0	10	12	72	100	100	100	100	42	31	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	22	9	45

Fonte: INMET.

Tabela 2.6 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de Campina Grande-PB (código 82795).

PARÂMETRO/VALOR MENSAL*	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Evaporação de Piche (mm)	147,31	138,46	136,78	111,58	101,33	82,04	83,11	110,36	140,02	182,63	182,91	178,55	132,92
Insolação Total (h)	220,03	199,21	222,71	206,16	188,42	152,02	157,41	206,66	232,78	270,45	258,90	238,50	212,77
Precipitação Total (mm)	45,56	62,14	85,55	89,98	96,18	125,78	115,59	65,11	30,14	13,22	11,88	14,05	62,93
Temperatura Máxima (ºC)	30,76	30,67	30,33	29,54	28,17	26,40	25,70	26,69	28,22	29,95	30,70	31,03	29,01
Temperatura Média (ºC)	24,59	24,75	24,77	24,41	23,55	22,21	21,42	21,59	22,49	23,53	24,16	24,60	23,50
Temperatura Mínima (ºC)	21,06	21,29	21,43	21,21	20,53	19,38	18,53	18,35	18,98	19,83	20,39	20,87	20,15
Umidade Relativa (%)	74,57	75,42	77,69	79,56	81,79	84,10	84,00	80,08	75,81	72,69	71,84	72,28	77,49
Ventos (m/s)	3,84	3,79	3,57	3,35	3,23	3,19	3,24	3,64	4,05	4,24	4,27	4,12	3,71

*Dados diários no intervalo de 1991 a 2020.
Fonte: INMET.

Tabela 2.7 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de Campina Grande-PB (código 82795).

ANO / PARÂMETRO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Média
Evaporação	0	0	27	33	100	100	99	97	100	75	25	17	92	100	99	100	100	100	99	97	99	99	99	100	97	90	90	92	100	16	0	59
Insolação Total	0	0	27	33	99	100	98	100	100	75	25	79	99	100	100	99	100	100	100	99	99	99	99	99	97	91	92	92	100	98	90	66
Precipitação Total	0	0	28	33	100	100	99	100	100	75	50	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	97	92	92	94	100	99	91	73
Temperatura Máxima	0	0	27	33	100	100	99	100	100	75	46	99	99	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	99	97	91	92	93	100	99	57	72
Temperatura Média	0	0	27	33	100	100	99	100	100	41	26	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	91	92	93	100	1	0	66
Temperatura Mínima	0	0	27	33	100	100	99	100	100	74	45	99	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	99	100	97	91	92	94	100	1	1	70
Umidade Relativa	0	0	26	32	100	100	92	94	100	42	24	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	91	92	91	100	98	90	68
Ventos	0	0	27	33	100	100	37	100	100	42	31	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	92	92	94	100	100	93	72

Fonte: INMET.

Tabela 2.8 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de João Pessoa-PB (código 82798).

PARÂMETRO/VALOR MENSAL*	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Evaporação de Piche (mm)	137,94	124,75	124,64	104,45	97,18	84,44	98,60	119,01	126,00	153,84	148,77	149,36	122,42
Insolação Total (h)	231,05	215,71	223,44	198,85	198,57	164,95	179,21	217,62	230,43	263,45	256,12	243,62	218,59
Precipitação Total (mm)	86,42	106,16	171,48	235,73	287,68	368,74	278,58	134,97	72,81	30,96	21,14	36,61	152,61
Temperatura Máxima (ºC)	30,88	31,12	31,22	30,84	30,26	29,21	28,66	28,86	29,37	30,06	30,56	30,86	30,16
Temperatura Média (ºC)	27,91	28,09	28,12	27,63	26,90	25,72	25,16	25,42	26,26	27,10	27,62	27,90	26,98
Temperatura Mínima (ºC)	25,08	24,97	24,77	24,08	23,38	22,34	21,89	21,92	23,14	24,39	25,08	25,23	23,86
Umidade Relativa (%)	74,14	74,22	75,35	77,93	79,98	82,07	80,98	77,41	74,19	72,43	72,47	73,07	76,19
Ventos (m/s)	2,80	2,81	2,66	2,56	2,53	2,57	2,84	3,20	3,34	3,18	3,01	2,92	2,87

*Dados diários no intervalo de 1991 a 2020.
Fonte: INMET.

Tabela 2.9 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de João Pessoa-PB (código 82798)

ANO / PARÂMETRO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Mrdi
Evaporação	98	98	99	97	99	98	97	100	100	99	98	92	95	100	99	100	100	100	100	99	100	100	100	99	100	100	100	98	90	14	0	82
Insolação Total	99	85	84	50	99	96	99	95	98	99	98	100	95	100	100	100	93	100	100	100	100	99	99	100	100	100	100	100	97	96	92	81
Precipitação Total	99	99	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	97	97	92
Temperatura Máxima	97	98	99	96	99	99	100	100	100	100	98	100	95	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	96	90
Temperatura Média	97	97	98	67	98	98	98	96	98	99	98	100	95	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	98	100	99	91	93	85
Temperatura Mínima	99	98	99	68	100	99	99	96	99	100	98	100	95	100	99	100	98	99	100	99	99	100	99	100	100	100	98	100	100	96	96	87
Umidade Relativa	95	98	98	95	99	98	100	100	100	99	50	75	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	96	97	90
Ventos	61	88	88	76	77	49	100	53	75	100	98	100	95	100	100	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	79

Fonte: INMET.

2.3.1.1.2 Estações Pluviométricas

As estações pluviométricas identificadas nas Bacias Hidrográficas do Litoral Norte estão apresentadas na **Tabela 2.10**. Foram consideradas não só as estações inseridas na área das bacias, mas também as estações pluviométricas situadas próximas à região em análise, permitindo, desta forma, a visualização da variabilidade espacial da precipitação. Ao todo, 87 estações foram identificadas, sendo que 52 estão inseridas na área das BHLN e 35 encontram-se em seu entorno. Das 52 estações que estão nas BHLN, 8 situam-se na área da bacia hidrográfica do rio Camaratuba, 42 estão inseridas na bacia hidrográfica do rio Mamanguape e as outras 2 estão inseridas na Bacia Hidrográfica do rio Miriri.

É válido ressaltar que das 87 estações pluviométricas, 8 delas não possuem dados. Além disso, somente 14 estações possuem dados de longo prazo (mais de 30 anos). A maior parte das estações possui séries históricas compreendidas entre os anos de 1994 a 2018, sendo que as estações Mulungu e Fazenda Alagamar são as únicas que possuem dados disponíveis atualizados, referentes ao ano de 2021.

A **Tabela 2.10** apresenta as estações pluviométricas identificadas, o órgão responsável e o período com dados, enquanto a **Figura 2.6** ilustra de forma gráfica a disponibilidade de dados na BHLN. Na **Figura 2.7**, está apresentada a localização de cada uma das estações.

Tabela 2.10. Estações pluviométricas identificadas na região das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte.

Código	Responsável	Nome	Período com dados
634002	AESA-PB	Cabedelo/Cagepa	1998 a 2016
634003	CEMADEN	Cabedelo_Centro	-
735006	AESA-PB	Sapé	1924 a 1993
735217	CEMADEN	Sapé_Sapé	-
735007	DNOCS	Pilar	1922 a 1994
735191	AESA-PB	Gurinhém	1995 a 2018
735216	CEMADEN	Mulungu_Centro	1994 a 2018
735009	ANA	Mulungu	1926 a 2021
735189	AESA-PB	Mulungu	1994 a 2018
735162	AESA-PB	Juarez Távora	1994 a 2018
735182	AESA-PB	Serra Redonda	1996 a 2018
735163	AESA-PB	Massaranduba	1994 a 2018
735178	AESA-PB	Matinhas	2000 a 2018
735181	AESA-PB	Lagoa Seca	1995 a 2018
735187	AESA-PB	Lagoa Seca/Emepa	
735024	DNOCS	Campina Grande	1962 a 1968
735183	AESA-PB	Campina Grande	-
735209	CEMADEN	Campina Grande_Sandra Cavalcante	1994 a 2018
735185	AESA-PB	Campina Grande/Santa Terezinha	-

Código	Responsável	Nome	Período com dados
735025	INMET	Campina Grande	1963 a 1984
735208	CEMADEN	Campina Grande_Alto Branco	1994 a 2018
735212	CEMADEN	Campina Grande_Bodocongó	1994 a 2018
735179	AESA-PB	Campina Grande/São José Da Mata	1994 a 2018
735165	AESA-PB	Puxinanã	1993 a 2018
735177	AESA-PB	Montadas	1995 a 2018
735176	AESA-PB	São Sebastião De Lagoa De Roça	1996 a 2018
735160	AESA-PB	Areial	1994 a 2018
735175	AESA-PB	Esperança	1995 a 2018
635115	AESA-PB	Esperança/São Miguel	1996 a 2018
635116	AESA-PB	Remígio	1995 a 2018
635030	AESA-PB	Areia	1910 a 1994
635032	INMET	Areia	1961 a 1966
735034	DNOCS	Alagoa Grande	-
735207	CEMADEN	Alagoa Grande_Centro	1994 a 2017
735033	AESA-PB	Alagoa Grande	1910 a 2018
735003	DNOCS	Fazenda Santa Luzia	1978
735035	AESA-PB	Caldas Branão	1962 a 1994
735215	CEMADEN	Mari_Centro	1994 a 2018
735190	AESA-PB	Mari	1996 a 2018
634001	AESA-PB	Lucena	1996 a 2016
635129	AESA-PB	Capim	1994 a 2018
635128	AESA-PB	Cuité De Mamanguape	2000 a 2018
635126	AESA-PB	Itapororoca	1995 a 2018
635138	AESA-PB	Mamanguape	1994 a 2018
635044	DNOCS	Mamanguape	1910 a 1993
635127	AESA-PB	Rio Tinto	1996 a 2018
635139	AESA-PB	Marcação	2010 a 2012
635027	AESA-PB	Araçagi	1964 a 1992
635065	AESA-PB	Alagoinha	1994 a 2018
635134	CEMADEN	ALAGOINHA_Residência Oficial Da Prefeitura	1994 a 2018
635114	AESA-PB	Cuitegi	1996 a 2018
635113	AESA-PB	Pilões	1995 a 2018
635110	AESA-PB	Arara	1996 a 2018
635047	AESA-PB	Casserengue/Sítio Salgado	1962 a 1963
636075	AESA-PB	Algodão De Jandaíra	1994 a 2018
635040	INMET	Guarabira	1910 a 1982
635136	AESA-PB	Guarabira	1994 a 2018
635112	AESA-PB	Pilõezinhos	1996 a 2018
635111	AESA-PB	Borborema	1996 a 2018
635048	DNOCS	Serraria	1911 a 1994
635142	AESA-PB	Serraria	-
635068	AESA-PB	Solânea	1994 a 2018
635033	AESA-PB	Bananeiras	1930 a 1994
635037	AESA-PB	Cacimba De Dentro	1962 a 1994

Código	Responsável	Nome	Período com dados
635067	AESA-PB	Dona Inês	1994 a 2018
635124	AESA-PB	Pirpirituba	1996 a 2018
635058	DNOCS	Sertãozinho	1913 a 1917
635125	AESA-PB	Sertãozinho	2010 a 2018
635066	AESA-PB	Belém	1994 a 2018
635120	AESA-PB	Serra Da Raiz	1995 a 2018
635079	ANA	Fazenda Alagamar	1998 a 2021
635038	AESA-PB	Caiçara	1962 a 1994
635121	AESA-PB	Duas Estradas	1996 a 2018
635122	AESA-PB	Lagoa De Dentro	1995 a 2018
635118	AESA-PB	Logradouro	2010 a 2016
635123	AESA-PB	Curral De Cima	2000 a 2014
635148	AESA-PB	Pedro Régis	-
635137	AESA-PB	Jacaraú	1994 a 2018
635117	AESA-PB	Mamanguape/Asplan	1995 a 2018
634000	AESA-PB	Baía Da Traição	1995 a 2018
635119	AESA-PB	Rio Tinto/Usina Agicam	1995 a 2016
635140	AESA-PB	Mataraca	1996 a 2018
635135	CEMADEN	Mataraca_Mataraca Baixa	1994 a 2018
635002	EMPARN	Pedro Velho	1910 a 1983
635101	EMPARN	Baia Formosa - Destilaria Vale Verde	-
635025	EMPARN	Base Física Da Emparn (Canguaretama)	1911 a 1983
5130	CEMADEN	Canguaretama Rua São José	1994 a 2018

Fonte: Hidroweb

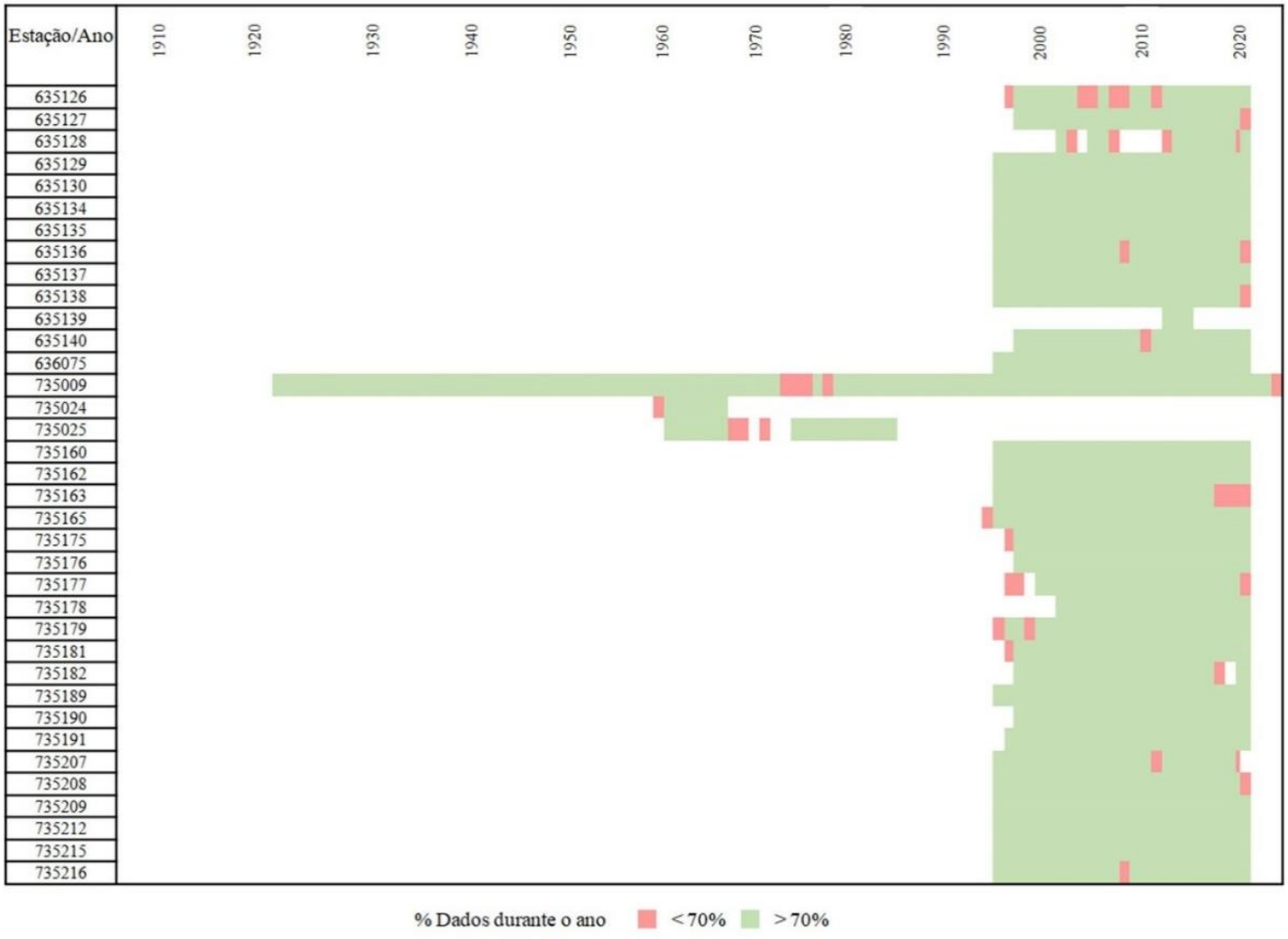

Estação/Ano
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
635126
635127
635128
635129
635130
635134
635135
635136
635137
635138
635139
635140
636075
735009
735024
735025
735160
735162
735163
735165
735175
735176
735177
735178
735179
735181
735182
735189
735190
735191
735207
735208
735209
735212
735215
735216
% Dados durante o ano
< 70%
> 70%

Figura 2.6 - Disponibilidade de dados de precipitação nas BHLN.
Fonte: Acervo próprio, 2022

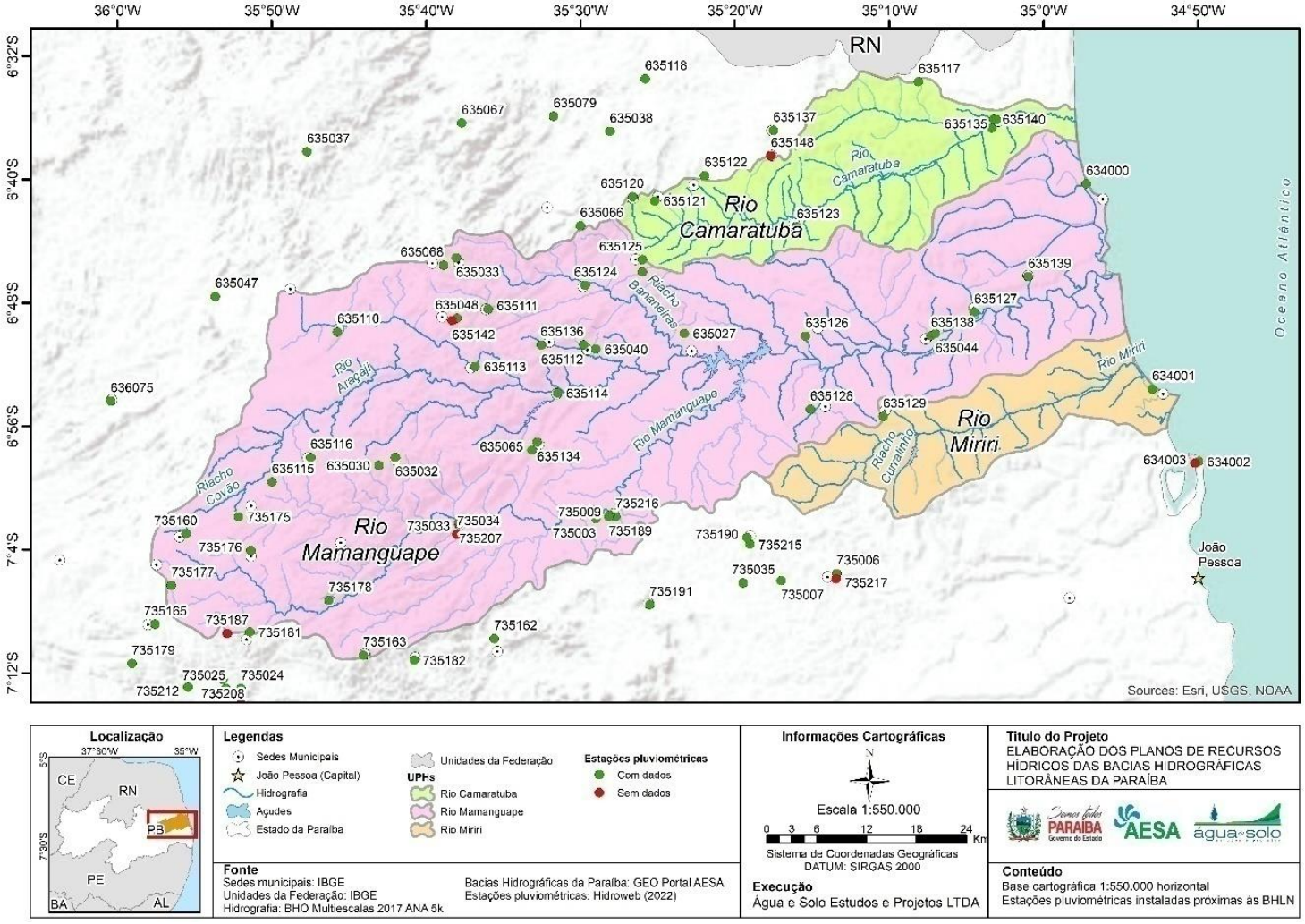


Figura 2.7. Estações pluviométricas instaladas nas BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022

2.3.1.2 Variabilidade dos parâmetros climatológicos

A seguir, os principais parâmetros climatológicos das bacias do Litoral Norte serão descritos e analisados com base nas fontes de dados elencadas no item anterior. O conhecimento das características meteorológicas da região de estudo é essencial para o processo de tomada de decisão associada à gestão de recursos hídricos.

2.3.1.2.1 Precipitação

A fim de avaliar o regime pluviométrico da região, foram analisadas as precipitações médias mensais e totais anuais no período compreendido entre 1994 e 2020. Este período foi utilizado devido a maior consistência dos dados disponíveis e apenas as estações que possuíam mais de 70% dos dados foram consideradas. Dessa maneira, observa-se que os meses de junho e julho caracterizam o período com maior volume de chuva, enquanto o período de setembro a dezembro a estação mais seca. O mês com maior volume de chuva médio é o mês de junho com 150,85 mm e o mês mais seco é o mês de outubro com volume médio de 11,47 mm. Analisando os dados em escala anual, destaca-se os anos 2000, 2004 e 2011 como os maiores registros de chuva, com respectivos volumes totais anuais de 1460,1 mm, 1412,3 e 1391,4. Quanto ao período de menor volume de chuva registrado, destaca-se os anos de 1998, 1999 e 2012 que apresentaram totais anuais de 553,5 mm, 642,1 mm e 663,8 mm, respectivamente. Por fim, a média total anual de precipitação para região observada neste período foi de 908,4 mm. A **Figura 2.8** e a **Figura 2.9** exibem os valores de precipitação médios mensais e a precipitação total anual para o período compreendido entre os anos de 1994 a 2020, respectivamente.

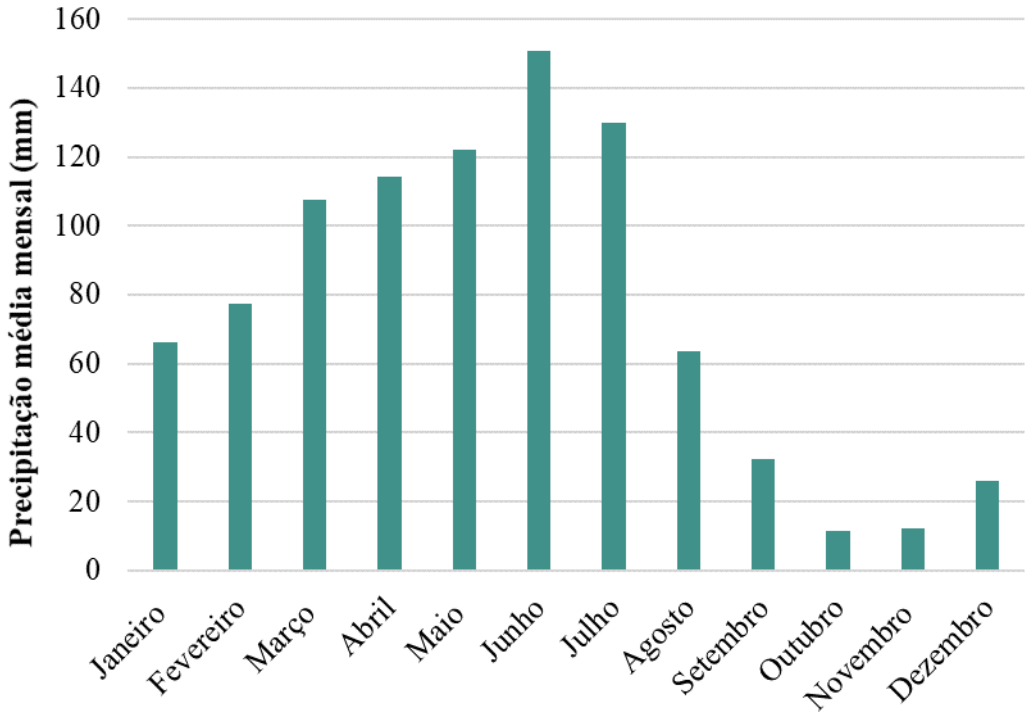


Figura 2.8. Precipitação média mensal no período de 1994 a 2020.

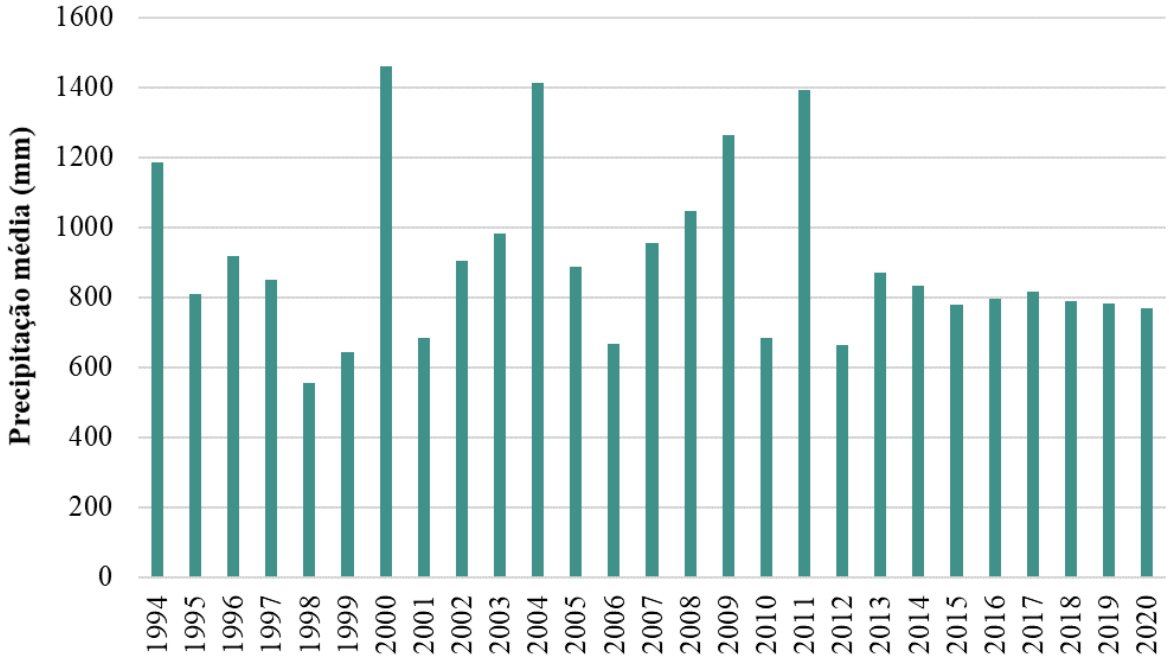
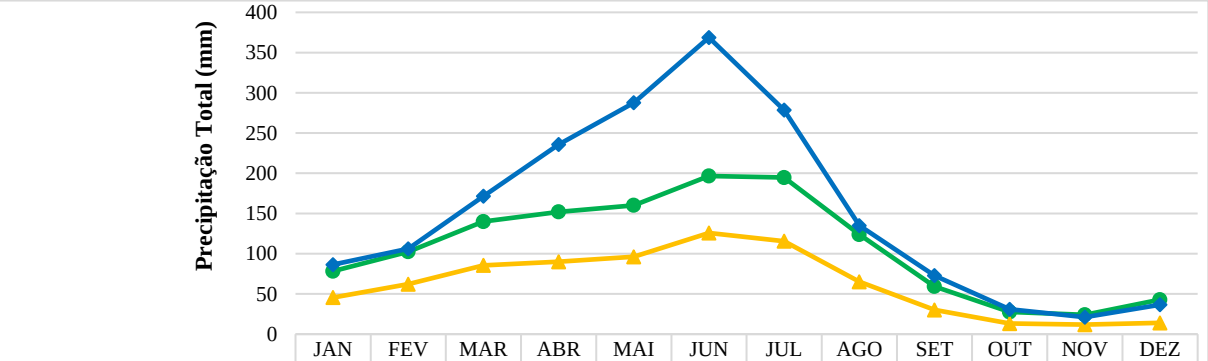


Figura 2.9. Precipitação total anual no período de 1994 a 2020.

A análise das precipitações nas bacias do Litoral Norte também envolveu a avaliação das Normais Climatológicas das estações meteorológicas do INMET. Para essa região, três estações foram consideradas, sendo estas, AREIA (82696), CAMPINA GRANDE (82795) e JOÃO PESSOA (82798). Os resultados apresentados no gráfico da **Figura 2.10** estão alinhados com o apresentado anteriormente, destacando a estação chuvosa das bacias entre os meses de março a agosto com o pico de precipitação ocorrendo em junho. Na estação de João Pessoa a distinção

entre os meses de chuva e seca apresenta uma amplitude maior. As regiões mais a oeste das bacias em direção ao semiárido paraibano possuem menores níveis de precipitação, como pode ser notado pelas médias da estação de Areia e Campina Grande.



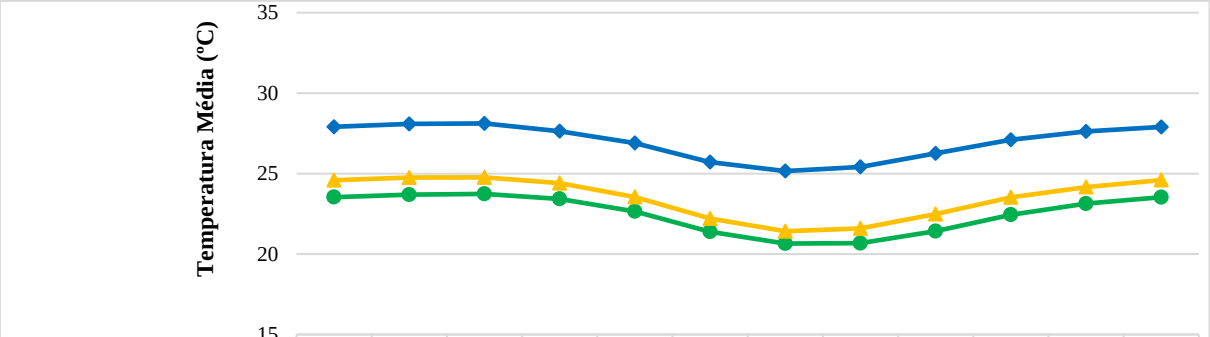
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AREIA	78.27	102.48	139.93	152.03	160.12	196.59	194.65	123.86	59.32	27.60	24.04	42.86
CAMPINA GRANDE	45.56	62.14	85.55	89.98	96.18	125.78	115.59	65.11	30.14	13.22	11.88	14.05
JOÃO PESSOA	86.42	106.16	171.48	235.73	287.68	368.74	278.58	134.97	72.81	30.96	21.14	36.61

Figura 2.10 - Gráfico com as médias mensais de precipitação para as estações elencadas (1991 a 2020).
Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.2.2 Temperatura

As mudanças de temperatura nas bacias do Litoral Norte estão diretamente relacionadas à ocorrência dos sistemas atmosféricos descritos anteriormente e ao ciclo anual de radiação solar, determinado pela época do ano e a inclinação do eixo da Terra pelo movimento de translação associado a esse período. Para a caracterização da temperatura, os dados consultados são aqueles medidos nas estações meteorológicas do INMET: Areia, Campina Grande e João Pessoa.

A temperatura média anual das estações analisadas varia entre 22,52°C para o município de Areia e 26,98°C para o município de João Pessoa. Como exibido na **Figura 2.11**, a amplitude térmica na região é baixa, com os meses de maio a agosto sendo os mais frios. As temperaturas médias de Campina Grande e Areia são relativamente próximas quando comparado a João Pessoa cujas características do município torna-o mais quente, como a maritimidade e as ilhas urbanas de calor.



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AREIA	23.54	23.69	23.74	23.43	22.65	21.39	20.65	20.67	21.42	22.44	23.13	23.53
CAMPINA GRANDE	24.59	24.75	24.77	24.41	23.55	22.21	21.42	21.59	22.49	23.53	24.16	24.60
JOÃO PESSOA	27.91	28.09	28.12	27.63	26.90	25.72	25.16	25.42	26.26	27.10	27.62	27.90

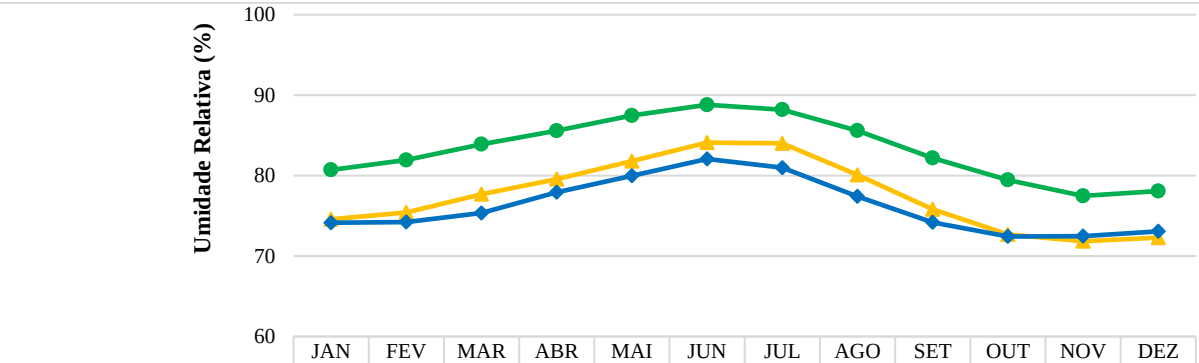
Figura 2.11 - Gráfico com os resultados das temperaturas médias para as estações elencadas (1991 a 2020).
Fonte: INMET, 2022.

As temperaturas máximas são registradas em dezembro e março para o caso de João Pessoa. As temperaturas máximas anuais das estações de Areia, Campina Grande e João Pessoa são, respectivamente, 27,38°, 31,03ºC e 30,86°C. Os meses mais frio, por outro lado, são agosto e julho em específico para João Pessoa. A média das temperaturas mínimas para as três estações são: 19,77°C (Areia), 20,15°C (Campina Grande) e 23,86°C (João Pessoa).

2.3.1.2.3 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é a relação entre a massa de água que existe no ar e a quantidade máxima de água que poderia existir no ar (ser absorvida) naquelas condições de temperatura. Quando a umidade relativa é baixa, a amplitude térmica em geral mostra-se maior, devido a menor quantidade de água que ocorre na atmosfera. A umidade atmosférica tende a decrescer com o aumento da latitude, mas a umidade relativa, sendo uma função inversa da temperatura, tende a aumentar. Na área agrícola, o monitoramento da umidade relativa do ar tem como objetivo proporcionar o manejo adequado das culturas evitando por exemplo o surgimento de ácaros, fungos e insetos. Os dados de umidade também são relevantes para a simulação hidrológica, uma vez que está diretamente relacionada com a evapotranspiração.

A **Figura 2.12** mostra a umidade relativa do ar nos locais selecionados. O valor médio anual da umidade relativa para as estações de Areia, Campina Grande e João Pessoa é igual a, respectivamente, 83,28%, 77,49% e 76,19%. Os valores de umidade são maiores durante o período chuvoso (março a agosto). Os valores de umidade relativa são maiores no município de Areia, em comparação aos demais. Estes resultados podem estar atrelados às condições de microclima dos locais onde as estações realizam o monitoramento, com influência direta das características de uso e cobertura do solo.



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AREIA	80.71	81.94	83.89	85.57	87.47	88.80	88.19	85.58	82.19	79.46	77.48	78.07
CAMPINA GRANDE	74.57	75.42	77.69	79.56	81.79	84.10	84.00	80.08	75.81	72.69	71.84	72.28
JOÃO PESSOA	74.14	74.22	75.35	77.93	79.98	82.07	80.98	77.41	74.19	72.43	72.47	73.07

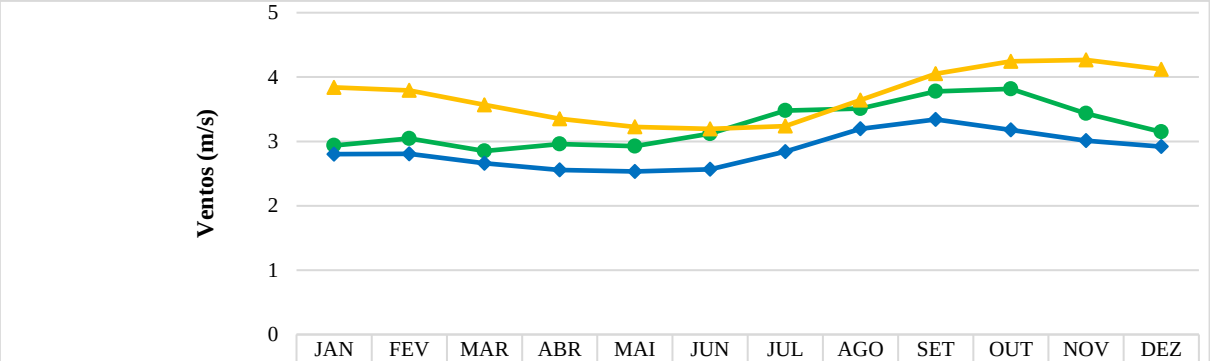
Figura 2.12 - Gráfico com os resultados da umidade relativa média para as estações elencadas (1991 a 2020).
Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.2.4 Ventos

O vento pode ser definido como o movimento do ar na atmosfera, sendo gerado pela diferença de pressão atmosférica entre duas regiões distintas ocasionados por fenômenos naturais, como o movimento de rotação da Terra ou o aquecimento desigual da superfície terrestre. Além da pressão atmosférica, a radiação solar, a umidade do ar e a evaporação também influenciam diretamente nas características do vento. Características do terreno, como a existência de construções de grande altura, também causam intervenções nos regimes dos ventos. Os eventos desempenham um importante papel na dispersão de poluentes, na geração de energia, no transporte de umidade e de massas de ar frio e ar quente.

Os ventos são caracterizados por sua intensidade que é fortemente influenciada pelas irregularidades topográficas. Os registros anemométricos das estações meteorológicas permitiram estabelecer as velocidades médias para cada mês nos locais de estudo, as quais são apresentadas na **Figura 2.13**.

Os dados analisados indicam que a velocidade dos ventos nas estações apresenta pequenas variações ao longo dos meses do ano. Campina Grande apresenta valores ligeiramente maiores com resultados menores durante o período de chuvas na região e pico entre os meses mais secos de outubro e novembro. O menor resultado associado a João Pessoa provavelmente ocorre por conta da existência de grandes prédios na região central do município. A média anual de velocidade do vento para Areia, Campina Grande e João Pessoa é, respectivamente, 3,25 m/s, 3,71 m/s e 2,87 m/s.



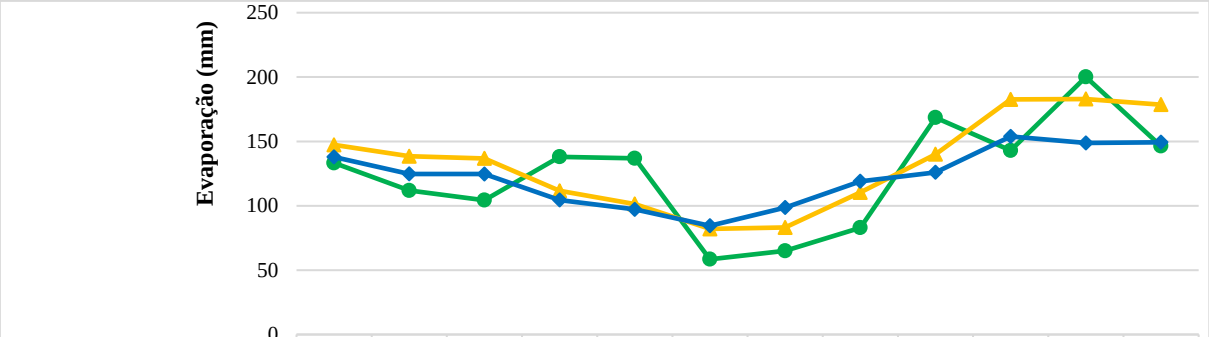
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AREIA	2.94	3.05	2.85	2.96	2.93	3.12	3.48	3.51	3.78	3.82	3.43	3.15
CAMPINA GRANDE	3.84	3.79	3.57	3.35	3.23	3.19	3.24	3.64	4.05	4.24	4.27	4.12
JOÃO PESSOA	2.80	2.81	2.66	2.56	2.53	2.57	2.84	3.20	3.34	3.18	3.01	2.92

Figura 2.13 - Gráfico com os resultados da velocidade média dos ventos para as estações elencadas (1991 a 2020).
Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.2.5 Evaporação

A evaporação é o processo físico de passagem da água do estado líquido para o estado gasoso mediante o fornecimento de energia. O fornecimento de energia deve ser o suficiente para vencer a tensão superficial da água e atingir o processo de evaporação. A taxa de evaporação está diretamente relacionada a temperatura, à natureza do líquido e suas características, à área de superfície livre, à concentração de vapor na atmosfera e à pressão atmosférica. Um milímetro de evaporação equivale à transferência para a atmosfera de um litro de água para cada metro quadrado da projeção da superfície evaporante. Para os cultivos agrícolas e para as massas d'águas (especialmente os açudes existentes na região das bacias do Litoral Norte), a evaporação e evapotranspiração representam perdas consideráveis de água para a atmosfera, diminuindo a fração de recursos hídricos disponíveis. Em regiões onde a disponibilidade hídrica é fator limitante do desenvolvimento econômico e de atendimento das necessidades da população, o conhecimento da distribuição espacial e temporal da transferência de vapor d'água para a atmosfera é essencial para a formulação de políticas públicas e de recursos hídricos.

A **Figura 2.14** exibe os resultados de evaporação média acumulada por mês para as estações selecionadas neste estudo. Pelos resultados apresentados, é possível notar uma quantidade maior de evaporação durante os meses não chuvosos e de aumento das temperaturas médias. A estação de Areia, no entanto, não demonstra um padrão de sazonalidade, atingindo o menor valor de evaporação nos meses de junho e julho (período mais chuvoso).



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AREIA	133.27	111.86	104.36	138.05	136.87	58.42	64.97	82.96	168.47	142.94	200.06	146.40
CAMPINA GRANDE	147.31	138.46	136.78	111.58	101.33	82.04	83.11	110.36	140.02	182.63	182.91	178.55
JOÃO PESSOA	137.94	124.75	124.64	104.45	97.18	84.44	98.60	119.01	126.00	153.84	148.77	149.36

Figura 2.14 - Gráfico com as médias de evaporação acumulada para as estações elencadas (1991 a 2020).
Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.3 Classificação climática das Bacias do Litoral Norte

A classificação climática de uma região possui como objetivo identificar zonas com características climáticas e biogeográficas semelhantes, a fim de fornecer atributos sobre as condições ecológicas, suas potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2005). Entre os sistemas de classificação existentes, Köppen-Geiger é o mais utilizado nas áreas de geografia, climatologia e ecologia conforme BARROS *et al.* (2012). Esta classificação baseia-se essencialmente na quantidade e distribuição da precipitação e temperatura anual e mensal.

A classificação climática das bacias do Litoral Norte foi feita tendo como base os sistemas de classificação climática internacionalmente reconhecido de Köppen-Geiger (1928) e Thornthwaite (1948). Para isso, levou-se em consideração o trabalho desenvolvido por Franciso & Santos (2018), que abordou as classificações climáticas consideradas para o estado da Paraíba. Como metodologia do trabalho, foram utilizados os valores de temperatura média do ar de um período de 64 anos dos postos pluviométricos da Rede Básica do Nordeste, implantados inicialmente pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Os postos selecionados foram aqueles que possuem trinta ou mais anos de observações. Através da interpolação dos valores de precipitação e temperatura média pelo método da krigagem, foi possível obter os mapas de temperatura, pluviosidade e das classificações de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba.

Segundo os resultados obtidos pelo trabalho, a classificação climática de Köppen apresentou três tipologias climáticas distintas na região das BHLN. Ocupando toda a faixa litorânea das bacias, observa-se o clima Aw (quente e úmido com chuvas de verão e outono) que caracteriza essa região como Tropical com estação seca no inverno. A tipologia climática de Am (clima de

moção) ocupa uma pequena faixa a oeste do litoral, logo após a região de clima Aw. O tipo de clima As (quente e úmido) estende-se pela maior parte das bacias, ocupando as regiões do Brejo e do Agreste.

2.3.1.4 Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico climatológico é usado para estimar o armazenamento médio de água do solo ao longo do tempo. O balanço hídrico é obtido computando a demanda e a disponibilidade hídrica por meio de precipitação pluviométrica, evapotranspiração potencial, armazenamento de água no solo, deficiência hídrica e excedente hídrico. Conhecê-lo é de extrema relevância, pois, ao fornecer a contabilização de água do solo, é possível haver planejamento e remanejamento hídrico da massa em um volume de solo vegetado (ZEPKA, 2002).

O modelo mais utilizado para a realização do Balanço Hídrico Climatológico é o proposto por Thornthwaite (1948) e posteriormente modificado por Mather (1955), conhecido como "Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather" (1955). Segundo o INMET, o Balanço Hídrico Climatológico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento da água no solo (ARM), com base no suprimento natural de água ao solo, simbolizado pelas chuvas (P), na demanda atmosférica, simbolizada pela evapotranspiração potencial (ETP) e na capacidade de água disponível (CAD) apropriada. Para que não haja nem excesso nem deficiência hídrica, a chuva (P) deve ser igual a ETP. Portanto a ETP representa a chuva ideal (que deveria entrar no volume de controle).

A análise das condições hídricas das Bacias do Litoral Norte foi realizada por meio do método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando os dados de precipitação, evapotranspiração potencial e real para as estações meteorológicas do INMET utilizadas neste estudo. As estações elencadas são: AREIA (82696), CAMPINA GRANDE (82795) e JOÃO PESSOA (82798). A evapotranspiração foi calculada pelo método de Hargreaves (1985), conforme a metodologia utilizada na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (2019). Para o cálculo da evapotranspiração os dados utilizados foram: a latitude da estação meteorológica considerada, temperaturas média, mínima e máxima mensal e insolação diária. O período de dados analisado foi de 1991 a 2020. Para os valores de capacidade de água disponível (CAD) foram considerados, para cada estação, as médias municipais disponibilizadas pelo mapa de capacidade de água disponível para solos brasileiros, realizado pela Agência Nacional de Águas e pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), como uma das atividades do Atlas Irrigação:

Uso da Água na Agricultura Irrigada (2021). Os valores da CAD e do armazenamento mínimo de água no solo variam conforme o tipo de solo e a profundidade das raízes.

A latitude de cada estação meteorológica, os dados de temperatura, precipitação, insolação diária e de capacidade de água disponível média foram inseridos na planilha eletrônica elaborado por D'ANGIOLELLA & VASCONCELLOS (2004) para cálculo do Balanço Hídrico Climatológico. Da **Tabela 2.11** a **Tabela 2.12** são apresentados os resultados do Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) das estações meteorológicas operadas pelo INMET. Os gráficos das **Figura 2.15**, **Figura 2.17** e **Figura 2.19** mostram o déficit, o excesso, a retirada e a reposição de água ao longo dos meses. As **Figura 2.16**, **Figura 2.18** e **Figura 2.20** apresentam a relação do armazenamento máximo, mínimo e efetivo de água no solo.

Tabela 2.11 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em AREIA, PB.

Tempo	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Meses	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	78.3	139.4	-61.1	-441.9	0.3	-0.3	78.6	60.8	0.0
FEV	102.5	124.1	-21.6	-463.4	0.2	-0.1	102.6	21.5	0.0
MAR	139.9	130.8	9.1	0.0	9.3	9.1	130.8	0.0	0.0
ABR	152.0	110.7	41.3	0.0	50.6	41.3	110.7	0.0	0.0
MAI	160.1	96.9	63.2	0.0	79.0	28.4	96.9	0.0	34.8
JUN	196.6	81.2	115.4	0.0	79.0	0.0	81.2	0.0	115.4
JUL	194.7	85.4	109.3	0.0	79.0	0.0	85.4	0.0	109.3
AGO	123.9	100.0	23.9	0.0	79.0	0.0	100.0	0.0	23.9
SET	59.3	114.8	-55.5	-55.5	39.1	-39.9	99.2	15.6	0.0
OUT	27.6	136.7	-109.1	-164.6	9.8	-29.3	56.9	79.8	0.0
NOV	24.0	138.9	-114.9	-279.5	2.3	-7.5	31.5	107.4	0.0
DEZ	42.9	144.2	-101.3	-380.8	0.6	-1.7	44.6	99.6	0.0
Média	78.3	116.9	-8.4	-148.8	-	-	84.9	32.1	23.6

Fonte: Acervo próprio, 2022.

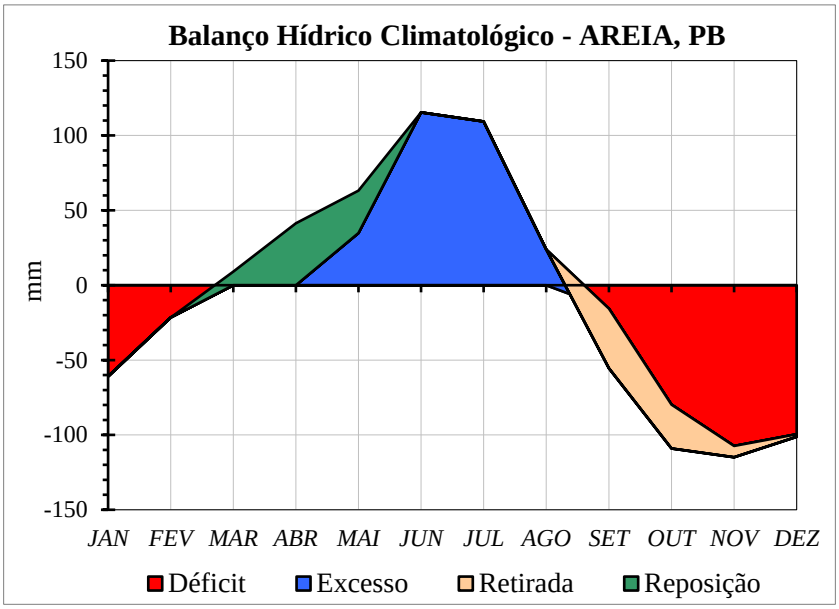


Figura 2.15 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de AREIA, PB.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

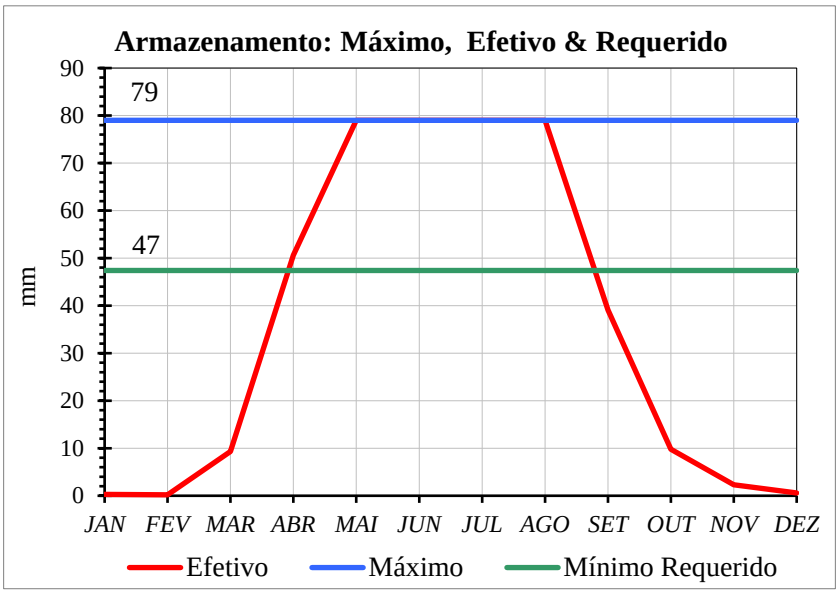


Figura 2.16 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de AREIA, PB.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

A estação de Areia reflete as características da microrregião do Brejo paraibano, recebendo os ventos úmidos do litoral que recaem sobre o Planalto da Borborema, onde o município está localizado. Os resultados obtidos demonstram que, para a estação de Areia, o período de chuvas inicia-se em março e perdura até agosto, havendo reposição de água neste primeiro mês de chuvas. O excedente hídrico ocorre somente nos meses de maio, junho, julho e agosto. A retirada de água inicia-se em agosto estendendo-se até dezembro, com o maior valor obtido para novembro. A evapotranspiração mantém-se com pequenas variações entre os meses de outubro, novembro e janeiro. O armazenamento de água no solo mantém-se acima do mínimo

requerido somente nos meses entre abril e agosto, sendo muito próximo de zero em dezembro, janeiro e fevereiro.

Tabela 2.12 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em CAMPINA GRANDE, PB.

Tempo	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Meses	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	45.6	140.5	-94.9	-629.3	0.1	-0.1	45.7	94.8	0.0
FEV	62.1	125.0	-62.9	-691.6	0.0	-0.1	62.2	62.8	0.0
MAR	85.6	138.7	-53.1	-747.5	0.0	0.0	85.6	53.1	0.0
ABR	90.0	123.1	-33.1	-776.2	0.0	0.0	90.0	33.1	0.0
MAI	96.2	107.7	-11.5	-790.9	0.0	0.0	96.2	11.5	0.0
JUN	125.8	85.6	40.2	0.0	40.2	40.2	85.6	0.0	0.0
JUL	115.6	84.4	31.2	0.0	71.4	31.2	84.4	0.0	0.0
AGO	65.1	102.1	-37.0	-37.0	57.8	-13.6	78.7	23.4	0.0
SET	30.1	122.1	-92.0	-129.0	20.3	-37.5	67.6	54.5	0.0
OUT	13.2	147.4	-134.2	-263.2	4.4	-15.9	29.1	118.3	0.0
NOV	11.9	148.9	-137.0	-400.2	0.9	-3.5	15.4	133.5	0.0
DEZ	14.1	148.4	-134.3	-534.3	0.2	-0.7	14.8	133.6	0.0
Média	45.6	140.5	-94.9	-629.3	0.1	-0.1	45.7	94.8	0.0

Fonte: Acervo próprio, 2021

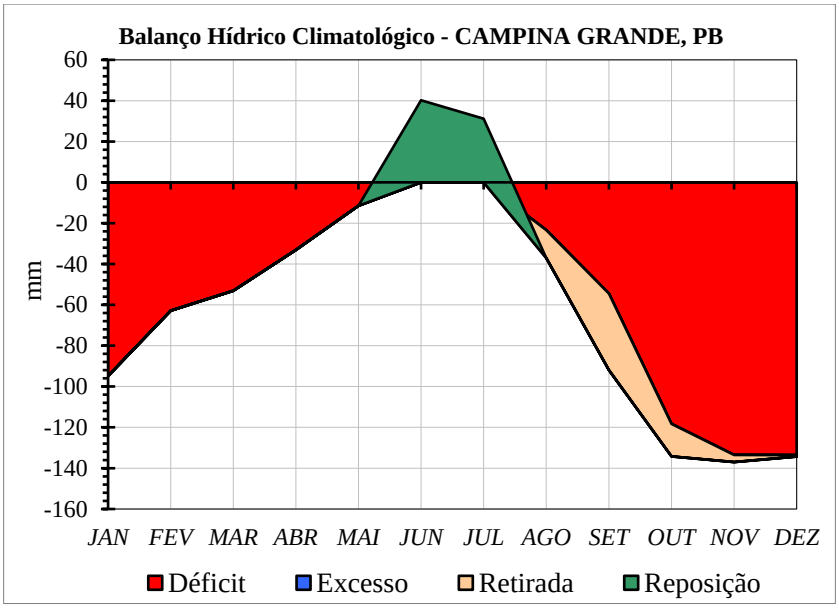


Figura 2.17 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de CAMPINA GRANDE, PB.
Fonte: Acervo próprio, 2021

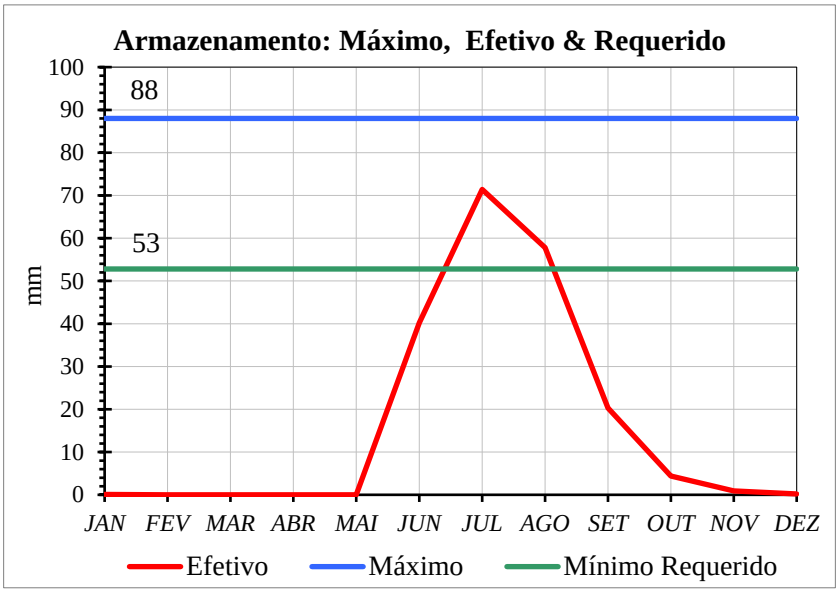


Figura 2.18 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de CAMPINA GRANDE, PB.
Fonte: Acervo próprio, 2021

Devido às características climáticas de Campina Grande, é possível perceber pelos resultados apresentados que o déficit hídrico caracteriza a condição geral do balanço hídrico climático. A estação reflete as características da região semiárida paraibana. A precipitação na região apresenta baixos valores médios, tendo níveis mais significativos somente em junho e julho. Apesar disso, os níveis de precipitação desses dois meses não são suficientes para a obtenção de excedente hídrico, ocorrendo apenas reposição de maio a agosto. Entre os meses do período seco, fevereiro apresenta um valor relativamente menor de evapotranspiração quando comparado aos demais meses dessa época. Após isso, e evapotranspiração se mantém em queda com o início do período chuvoso, voltando a apresentar valores maiores a partir de julho. Tendo em vista essas considerações, em apenas dois meses a quantidade de água armazenada no solo é superior ao mínimo requerido (julho e agosto) sendo igual ou muito próximo de nulo de novembro a maio.

Tabela 2.13 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em JOÃO PESSOA, PB.

Tempo	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Meses	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	86.4	150.8	-64.4	-504.0	0.2	-0.3	86.7	64.1	0.0
FEV	106.2	136.7	-30.5	-534.5	0.2	0.0	106.2	30.5	0.0
MAR	171.5	149.5	22.0	0.0	22.2	22.0	149.5	0.0	0.0
ABR	235.7	130.3	105.4	0.0	85.0	62.8	130.3	0.0	42.6
MAI	287.7	119.2	168.5	0.0	85.0	0.0	119.2	0.0	168.5
JUN	368.7	96.5	272.2	0.0	85.0	0.0	96.5	0.0	272.2
JUL	278.6	99.7	178.9	0.0	85.0	0.0	99.7	0.0	178.9
AGO	135.0	117.4	17.6	0.0	85.0	0.0	117.4	0.0	17.6
SET	72.8	134.5	-61.7	-61.7	41.1	-43.9	116.7	17.8	0.0
OUT	31.0	156.5	-125.5	-187.2	9.4	-31.7	62.7	93.8	0.0

Tempo	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
NOV	21.1	154.9	-133.8	-321.0	1.9	-7.5	28.6	126.3	0.0
DEZ	36.6	155.1	-118.5	-439.5	0.5	-1.4	38.0	117.1	0.0
Média	86.4	150.8	-64.4	-504.0	0.2	-0.3	86.7	64.1	0.0

Fonte: Acervo próprio, 2021

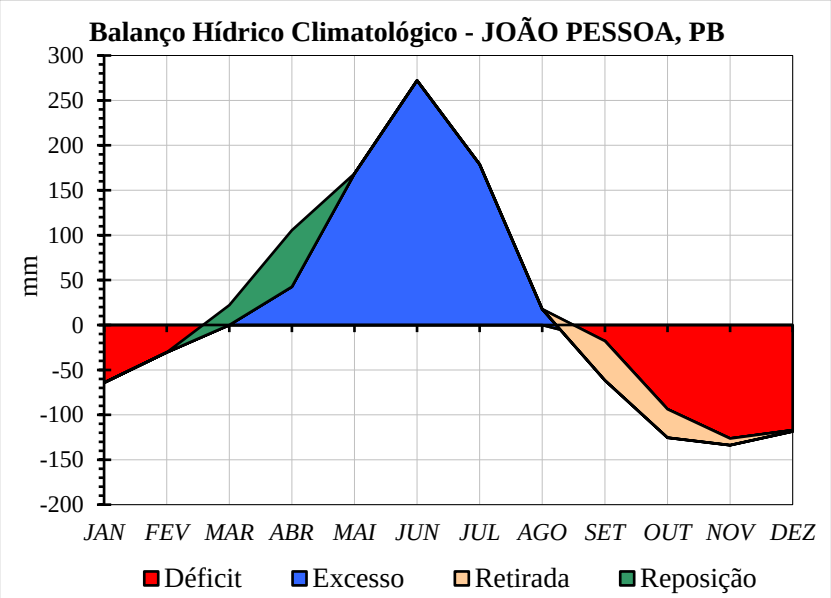


Figura 2.19 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de JOÃO PESSOA, PB.
Fonte: Acervo próprio, 2021

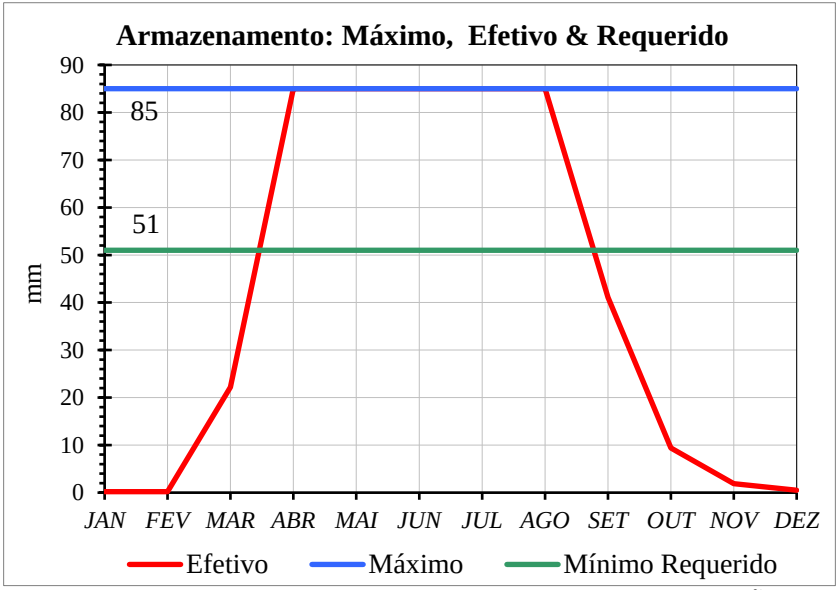


Figura 2.20 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de JOÃO PESSOA, PB.
Fonte: Acervo próprio, 2021

Entre as estações avaliadas, a de João Pessoa exibe os melhores resultados de excesso hídrico e atendimento do armazenamento mínimo requerido de água no solo. Os valores dos gráficos e tabela apresentados acima demonstram que assim como Areia, o período chuvoso se estende de março a agosto. O excesso de água ocorre de abril a agosto, com reposição de água de março a maio. A retirada inicia-se com o fim do período chuvoso alongando-se até dezembro. Em junho,

com precipitações médias em torno de 369 mm, o excedente hídrico atinge seu valor mais alto, com aproximadamente 272 mm de água excedentes. A quantidade de água armazenada no solo é inferior ao mínimo requerido durante o período seco e início da estação chuvosa (setembro a março).

2.3.1.5 Prognóstico das Mudanças Climáticas

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) define Mudanças Climáticas como o processo de "mudanças associadas direta ou indiretamente à atividade humana que alterem a variabilidade climática natural observada num determinado período". Como discutido anteriormente, o clima apresenta variabilidade temporal e espacial decorrentes de processos na atmosfera, no solo e em sua cobertura, nos oceanos e devido à radiação solar. Tais processos por sua vez não são lineares e bem definidos estando fortemente interligados e dificultando sua estimativa.

Apesar disso, nas últimas décadas observou-se um importante aumento da temperatura média da Terra (principalmente depois dos anos 80). Desde 2001, os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentam resultados de modelos climáticos globais justificando que esses aumentos são ligados às consequências da intensificação do efeito estufa. Desde então, evidências do aumento da temperatura do planeta e sua relação com o aumento das taxas de emissões de gases de efeito estufa após a Revolução Industrial vêm sendo colhidas. Os estudos apresentados pelo IPCC de previsão e avaliação de cenários climáticos se baseiam em evidências observadas e no uso dos chamados Modelos Climáticos Globais (GCM, na sigla em inglês) que, em geral, carregam incertezas devido às suas condições iniciais e às suas próprias estruturas. Tais modelos, contudo, vem apresentando aperfeiçoamentos com o tempo e o conhecimento já disponível permite ao IPCC afirmar com embasamento científico que ocorrerão mudanças no ciclo hidrológico em função da evolução dos padrões da precipitação (aumento da intensidade e da variabilidade), que poderão afetar significativamente a disponibilidade e a distribuição temporal da vazão nos rios (AR6, IPPC 2021). Nesse sentido, a gestão dos recursos hídricos deve desenvolver medidas adaptativas face aos desafios impostos pela mudança do clima.

Diante das incertezas associadas aos cenários futuros do clima e consequentemente à disponibilidade hídrica, faz-se necessária a utilização conservadora dos estoques de águas disponíveis com redução na quantidade de água a ser utilizada. Para atenuação dos impactos da mudança climática nos sistemas hídricos, torna-se indispensável a discussão e implementação

de medidas de adaptação e ajustes dos instrumentos e práticas de gestão de recursos hídricos (ANA, 2016). A gestão adaptativa coloca-se como alternativa para orientar a ação. A previsão e o controle são substituídos pela cenarização prospectiva e pela adaptação, respectivamente.

Diante do cenário de gestão adaptativa para os recursos hídricos, o estudo e discussão do prognóstico das Mudanças Climáticas nas bacias do Litoral Norte requer um desenvolvimento e acompanhamento constante, com embasamento técnico-científico apropriado. Nesse sentido, serão abordados a seguir alguns estudos de avaliação do efeito das mudanças climáticas no estado da Paraíba e na região Nordeste. A breve abordagem desses resultados visa traçar um panorama geral de resultados obtidos sobre possíveis alterações nas características climáticas na região. Estas informações devem ser levadas em consideração no processo de tomada de decisão na gestão de recursos hídricos das bacias do Litoral Norte.

As projeções do IPPC indicam de forma geral que o Brasil deve sofrer efeitos diferentes no clima de acordo com a região. Os principais impactos identificados nas regiões brasileiras indicam uma potencial intensificação das condições de aridez no centro da região Nordeste, assim como no sul da Amazônia, que passaria de clima tropical úmido para um clima tropical subúmido (ANA, 2016). Não somente as águas superficiais serão afetadas como também as taxas de recargas das águas subterrâneas. O estudo realizado por DOLL & FLORKE (2005) estima que as águas subterrâneas no Nordeste do Brasil devem ter uma redução na recarga em 70% até 2050. A **Tabela 2.14** abaixo apresenta o resumo e as principais conclusões de alguns estudos (desenvolvidos em Universidades reconhecidas da região Nordeste) para a estimativa e análise dos efeitos das mudanças climáticas em regiões de interesse para o presente Plano de Recursos Hídricos: o estado da Paraíba e o rio São Francisco. Maiores investigações são necessárias para avaliação desses impactos especificamente nas bacias do Litoral Norte.

Tabela 2.14 - Resumo dos principais pontos apresentados nos estudos analisados de avaliação do efeito das mudanças climáticas sobre a Paraíba.

REFERÊNCIA	RESUMO	PRINCIPAIS RESULTADOS
SILVEIRA, Cleiton; FILHO, Francisco et al. **Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco: Uma Análise da Precipitação e Temperatura**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – Versão On-Line	As projeções de precipitação e temperatura dos modelos globais do Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) são analisadas para a bacia do rio São Francisco para o período de 2011 a 2100 para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. Os modelos são avaliados quanto à representação da climatologia da precipitação no período de 1961 a 2000. Para a avaliação, os dados das estações do INMET foram utilizados. A avaliação baseia-se em dois índices de desempenho: a correlação e o erro quadrático médio. Para avaliação de tendências e	• Todos os modelos indicam que a temperatura deve aumentar na bacia do Rio São Francisco no período de 2071 a 2100, principalmente na porção mais ao sul, onde ocorre o aproveitamento hidroelétrico da bacia. • Há divergências quanto o futuro das precipitações sendo estas mais significativas nos períodos de 2041 a 2070 e 2071 a 2100. • Para as precipitações, há um alto nível de incerteza associada às projeções dos modelos do CMIP5.

REFERÊNCIA	RESUMO	PRINCIPAIS RESULTADOS
ISSN 2318 RBRH vol. 21 nº 2, Porto Alegre .	variabilidade são usados: a média móvel de dez anos, regressão linear e o método de Mann-Kendall-Sen. Aproximadamente 28% dos modelos analisados não representam adequadamente a sazonalidade da precipitação. Todos os modelos apresentaram tendência positiva para a temperatura, e apesar da divergência na precipitação, os mesmos projetam anomalias entre -20% e 20% em cada período de 30 anos para essa variável.	• Enquanto a maioria dos modelos indica anomalia positiva de 2°C ou mais nos últimos trinta anos do século XXI para o cenário RCP4.5, no cenário RCP 8.5, os modelos indicam anomalias superiores a 4,0°C. • Artificializar a redução das incertezas associadas à precipitação e a à temperatura pode induzir estratégias que levem àquilo que, em gerenciamento de risco, se conhece como grandes arrependimentos. • Estratégias robustas precisam considerar as incertezas no nível atual de conhecimento.
SANTOS, Carlos. Estimativa e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, CTRN. Campina Grande, 2006.	O objetivo do trabalho foi estimar e verificar a tendência dos índices de detecção de mudanças climáticas para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba e analisar suas relações com o IVDN, com as anomalias de TSM nas regiões de Niño 1+2, Niño 3, TNA e TSA e com áreas de produção agrícola do estado. Utilizou-se dados diários de 44 postos de precipitação pluvial da antiga rede de postos pluviométricos da SUDENE. Concluiu-se que nos dois Estados houve um aumento do número de dias com chuvas, o total anual de chuva aumentou, porém com menores eventos extremos, assim como, a quantidade máxima de precipitação em um dia e o número de dias extremamente úmidos. Os índices extremos de chuva demonstraram boa correlação com a dinâmica da vegetação. Enquanto, a área colhida de produção agrícola do Sertão dos dois Estados, está relacionada com DCU (Dias Consecutivos Úmidos) e precipitações extremas.	• Os resultados obtidos mostram um aumento predominante nos índices Dias Consecutivos Úmidos (DCU), Precipitação Total Anual (PRCPTOT), Quantidade Máxima de Precipitação em um dia (Rx1day) e Dias Extremamente Úmidos (R99p). • As tendências dos DCS estão mais bem correlacionadas com as condições do Oceano Atlântico, enquanto os índices de precipitações extremas (R95p e Rx5day) mostraram correlações com significância estatística de 99% com as duas regiões do Pacífico e com a região TNA do Atlântico. • Os índices DCU, R95p e Rx5day apresentaram correlações significantes com o IVDN das duas áreas analisadas. • De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que a atuação do ENOS tem grande influência sobre o clima do Nordeste brasileiro, principalmente sobre os eventos extremos.
COUTINHO, Maytê. CONSTRUÇÕES DE CENÁRIOS DE POSSÍVEIS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA PARAÍBA E RIO GRANDE DO NORTE. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, CTRN. Campina Grande, 2011.	Neste estudo, buscou-se investigar possíveis alterações no comportamento das componentes do balanço hídrico climático, associadas a cenários de mudanças climáticas do Intergovernmental Painel on Climate Change (IPCC): aumento de 1,5° C e 3,0° C da temperatura média do ar e aumento e redução em 20% da precipitação média anual para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Tomaram-se como referência as condições climatológicas normais e a variabilidade interanual climática durante anos com ocorrência de La Niña e El Niño. Os dados climatológicos de temperatura do ar e totais de precipitação pluvial são oriundos da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA). O método de Thornthwaite e Mather (1957) foi	• Foram verificadas variabilidades interanuais dos componentes do balanço hídrico em anos de La Niña e El Niño. Observou-se que no período de El Niño, as condições da atmosfera nos estados do RN e PB foram mais secas do que a média climatológica, já em anos com La Niña, as condições atmosféricas foram mais úmidas. As tendências encontradas nos cenários estavam além da variabilidade interanual do clima atual. • As anomalias para a evapotranspiração obtidas para todos os cenários foram maiores que às encontradas para os períodos de El Niño: mesmo para condições de aumento de 1,5°C da temperatura do ar as demandas de água para a atmosfera nos dois Estados são superiores às observadas nos anos mais secos.

REFERÊNCIA	RESUMO	PRINCIPAIS RESULTADOS
	utilizado para a elaboração do balanço hídrico. Os resultados das projeções mostraram tendência para um clima mais seco, diminuição na umidade do solo, redução na vazão dos rios e redução da umidade relativa na atmosfera dos dois Estados.	• Há indicação de que o clima em todo o litoral leste, atualmente é úmido e tenderá a ficar sub-úmido seco. No oeste da Paraíba, onde o clima é sub-úmido seco tenderá a ficar semiárido. Nas demais partes dos dois Estados, a aridez também tenderá a aumentar e em algumas áreas, o clima poderá torna-se árido, como parte da Borborema, na Paraíba e partes do Oeste Potiguar, do Central Potiguar e do Agreste Potiguar no Rio Grande do Norte.

Fonte: Acervo próprio, 2022.

2.3.2 Geologia

A região abrangida pelas bacias hidrográficas do Litoral Norte encontra-se em uma área de ocorrência de rochas muito antigas do Pré-cambriano, enquadradas no contexto geotectônico da Província Borborema, a qual se caracteriza como uma ampla região de dobramentos com o embasamento consolidado no Paleoproterozóico, retrabalhada parcialmente no Mesoproterozóico, com posterior registro de eventos magmáticos a partir da colocação de suítes intrusivas Neoproterozóicas. Sobre essas rochas antigas que compõem o embasamento, na porção leste da bacia, próximo à região litorânea, encontram-se rochas sedimentares da Bacia Marginal Paraíba, cobertas por sedimentos terrígenos da Formação Barreiras, além de depósitos de cobertura pouco espessos e sedimentos litorâneos.

A Província Borborema, que forma o embasamento geológico antigo, corresponde a um cinturão orogenético de idade Meso a Neoproterozóica de grande complexidade estratigráfica e geocronológica, o qual foi subdividido em compartimentos com estratigrafia e evolução tectônica distintas, geralmente limitados por falhas ou zonas de cisalhamento. O entendimento atual sobre a geologia da Província Borborema estabelece uma evolução baseada em processos de colagem de terrenos tecno-estratigráficos distintos.

As bacias do Litoral Norte se encontram na porção central da Província Borborema, no domínio da Zona Transversal, que se caracteriza como um compartimento com *trends* estruturais de direção E-W e ENE, compreendido entre a Zona de Cisalhamento Pernambuco, a sul, e Zona de Cisalhamento de Patos, a norte. A **Figura 2.21** apresenta a compartimentação tectônica da Província Borborema.

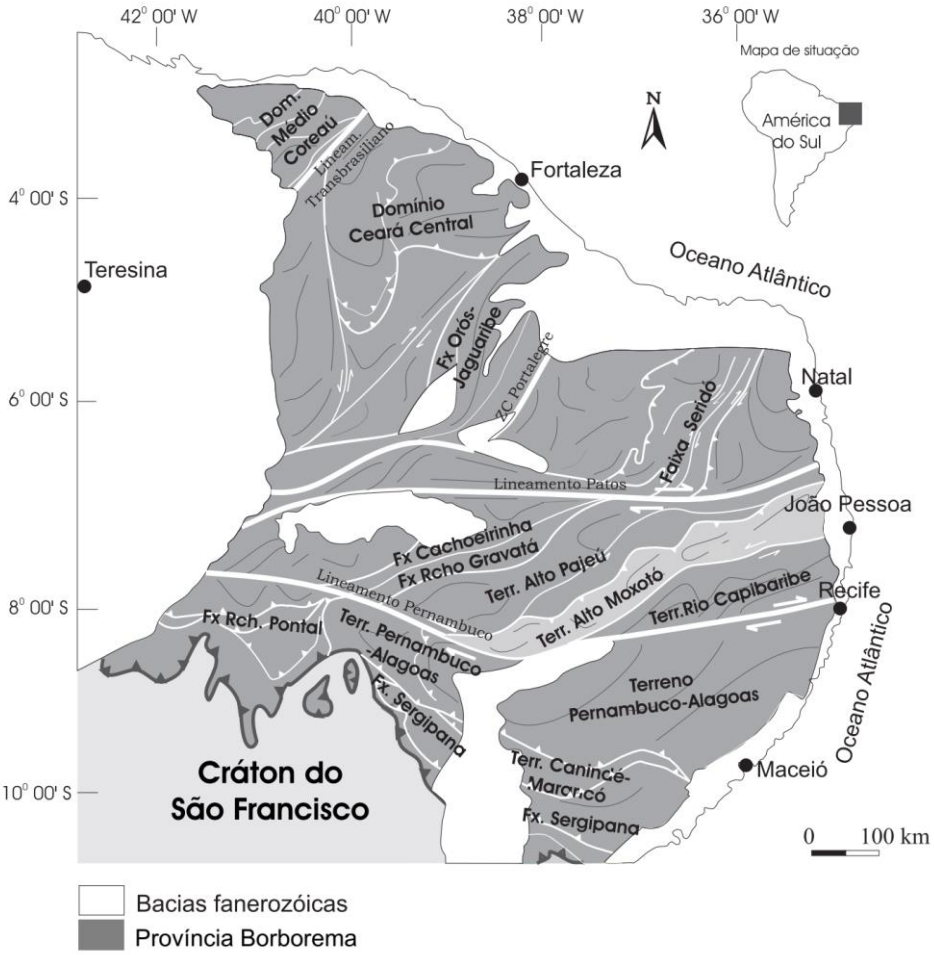


Figura 2.21 - Compartimentação tectônica da Província Borborema.
Fonte: Hasui et al, 2012.

De forma genérica a geologia da Província Borborema pode ser definida como um conjunto formado pela junção (durante a Orogênese Brasiliana) de fragmentos crustais envolvendo núcleos arqueanos, blocos gnáissicos migmatíticos de idade Paleoproterozóica e sequências supracrustais Paleo e Neoproterozóicas, sendo todo esse conjunto afetado por diversas intrusões graníticas de idade Brasiliana, frequentemente associadas às extensas zonas de cisalhamento.

As principais feições estruturais do embasamento correspondem a faixas miloníticas brasilianas com *trend* estrutural de direção ENE-WSW, materializadas por zonas de cisalhamentos, além de dobras apertadas com planos axiais verticalizados.

A Bacia Sedimentar Paraíba, posicionada a leste, na região costeira, estende-se desde a cidade de Recife, limitada pelo Lineamento Pernambuco, até o vale do rio Camaratuba, apresentando uma largura média de 25 km ao longo da faixa litorânea do estado. Segundo Mabesoone & Alheiros (1991) esta bacia sedimentar apresenta uma morfologia homoclinal, com mergulho suave para leste, acomodando um pacote de arenitos e calcários que pode atingir espessuras

superiores a 400 metros. A sua gênese está relacionada ao processo de abertura do Atlântico Sul durante o final do Jurássico e início do Cretáceo, a partir da separação dos continentes América do Sul – África. O preenchimento por sedimentos de origem continental e marinha inclui unidades designadas de Formações Beberibe/Itamaracá, Gramame e Maria Farinha.

O preenchimento sedimentar da Bacia Paraíba teve início com arenitos médios a grossos que compõem a Formação Beberibe, interpretada como de origem continental em ambiente fluvial e lacustre. Sobrejacente a esta unidade, representando uma transição entre o ambiente continental e o marinho, ocorrem depósitos estuarinos e lagunares formados por arenitos e siltitos com calcarenitos com fósseis marinhos que deram origem à Formação Itamaracá. A Formação Gramame sobreposta, mostra uma sucessão carbonática transgressiva com intercalações finas de material argiloso e, por fim, uma nova transgressão marinha deu origem a depósitos de calcário da Formação Maria Farinha de idade Paleocênica. A **Figura 2.22** apresenta a coluna estratigráfica esquemática da Bacia Paraíba.

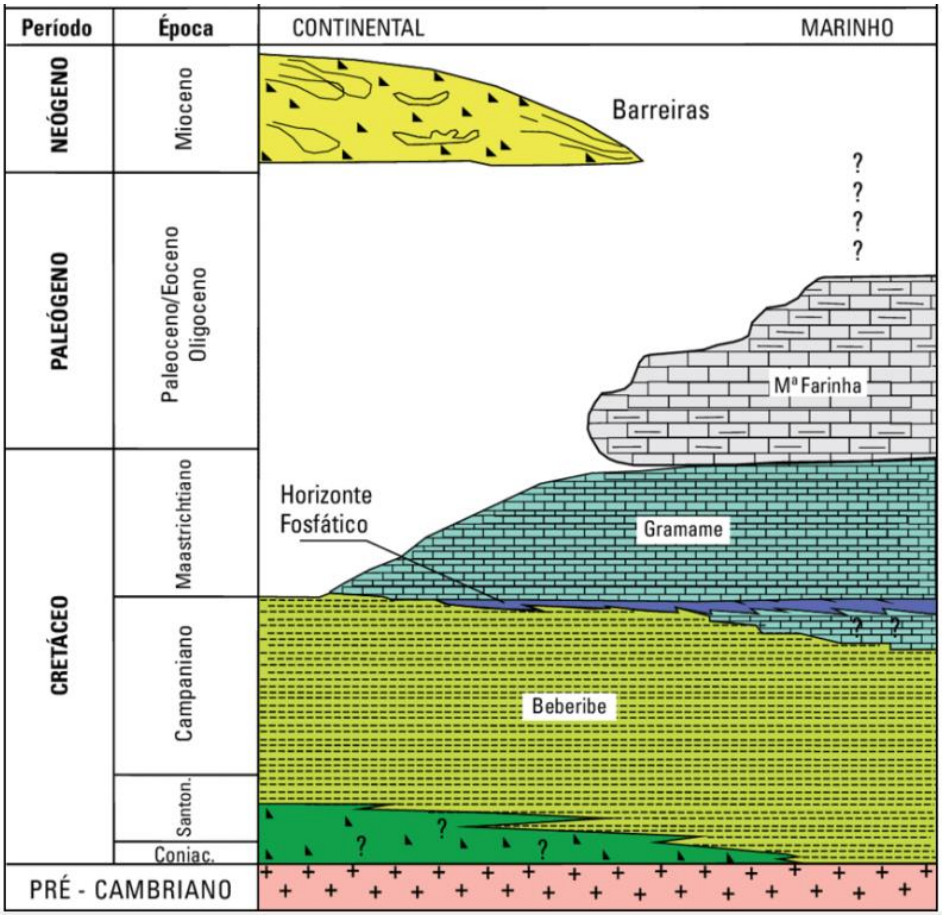


Figura 2.22 - Coluna estratigráfica esquemática da Bacia Paraíba.
Fonte: Barbosa et al, 2004.

A bacia sedimentar foi considerada por muito tempo como constituída por formações contínuas abrangendo a faixa costeira desde o sul da cidade de Recife até o norte de João Pessoa, sendo

denominada de Bacia Pernambuco-Paraíba. O avanço do conhecimento geológico na região permite atualmente separar a Bacia Paraíba com suas características estruturais e estratigráficas próprias, limitada pelo lineamento Pernambuco a sul, e pelo Alto de Mamanguape que a separa da Bacia Potiguar, a norte. Em função de condicionantes estruturais do embasamento, no território da Paraíba, a bacia sedimentar Paraíba encontra-se subdividida nas sub-bacias Alhandra, a sul de João Pessoa, e Miriri a norte (**Figura 2.23**).

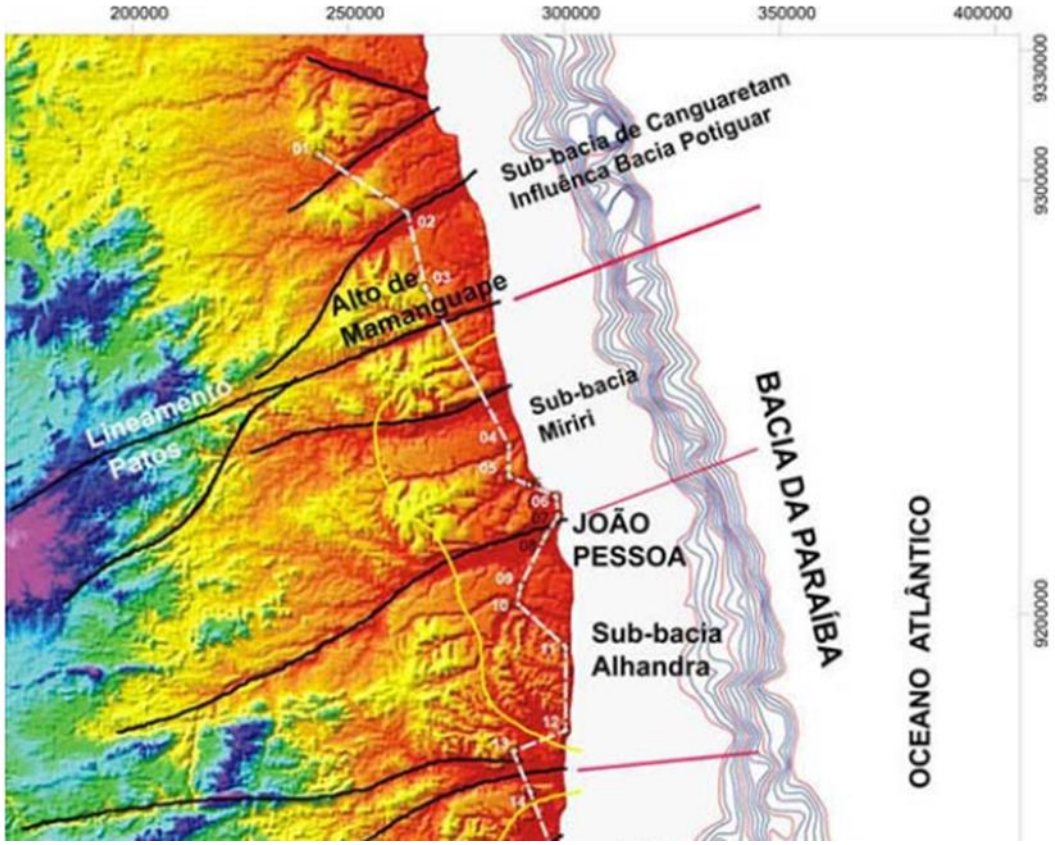


Figura 2.23 - Delimitação da Bacia Paraíba e sub-bacias Alhandra e Miriri.
Fonte: Barbosa e Filho, 2005.

Estruturalmente a bacia sedimentar se apresenta como uma rampa de blocos falhados de gradiente suave cortada por diversas falhas na direção predominante EW, sendo a maior parte falhas de gravidade, compartimentando a bacia em blocos com distintas espessuras (Costa, 2007). Neste setor, o substrato cristalino foi afetado por um sistema de falhas de gravidade que provocou uma sequência de hosts e grabens. A partir de vinte e sete Sondagens Elétricas Verticais - SEVs na região da Bacia Sedimentar Paraíba, Costa (2007) encontrou profundidades do embasamento cristalino variando entre 52 e 525 metros de profundidade.

Recobrindo de forma descontínua todas essas sequências sedimentares da Bacia Paraíba e parte das rochas do embasamento antigo, encontram-se os arenitos continentais da Formação Barreiras, cuja espessura total não ultrapassa os 70 metros, além de depósitos aluviais e

costeiros recentes. Assim, o substrato geológico das bacias hidrográficas do Litoral Norte apresenta um amplo domínio de rochas correspondendo a períodos geológicos que vão do Paleoproterozóico ao Neógeno, incluindo metamórficas e ígneas do complexo cristalino pré-Cambriano, intrusivas e vulcânicas, e espessos pacotes de sedimentos continentais e marinhos confinados em uma bacia costeira.

Neste trabalho a geologia de superfície das Bacias do Litoral Norte é apresentada por Domínios Geológico-Ambientais, conforme foram caracterizados no Mapa de Geodiversidade da Paraíba (BRASIL, 2002), elaborado pela Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (CPRM). A seguir, apresenta-se uma breve descrição dos Domínios Geológicos presentes na área em estudo, enquanto a **Figura 2.24** ilustra a distribuição espacial destes Domínios através do Mapa Geológico das BHLN.

2.3.2.1 Domínio dos complexos gnaisse-migmatíticos e granulitos – PP2cb; PP2sp1; PP2sp2; PP2sp3

De idade Paleoproterozóica, este domínio é constituído pelos Complexos Cabaceira e Serrinha-Pedro Velho, sendo formados por gnaisses, ortognaisse granodiorítico, granulitos félsicos, migmatitos e metagranitos. Ocupa 7,15 % da área das bacias do litoral norte (328 km²), ocorrendo, total ou parcialmente, nos municípios de Casserengue, Itapororoca, Serraria, Borborema, Pirpirituba e Serra da Raiz.

2.3.2.2 Domínio dos complexos granitoides intensamente deformados ortognaisses – PP2_gamma_v

Domínio de idade Paleoproterozóica constituído pela Suíte intrusiva Várzea Alegre composta por granito e granodiorito intensamente fraturado. Tem ocorrência restrita nas bacias com cerca de 0,92 % da área (42,4 km²), entre os municípios de Pilões, Serraria, Arara e Areia.

2.3.2.3 Domínio das sequências vulcanossedimentares proterozóicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau - NP1sca

Este Domínio de idade Mesoproterozóico abrange o Complexo São Caetano, sendo constituído por uma sequência de rochas sedimentares metamorfizadas e rochas vulcânicas compostas de fragmentos rochosos também metamorfizados, metassedimentos de composição pelítica e grauvacas. Este Domínio ocupa 18,11% da área (830 km²), abrangendo os municípios de Pilões, Guarabira, Cuitegi, Mulungu, Matinhas, Araçagi e Cuité de Mamanguape, total ou parcialmente.

2.3.2.4 Domínio dos complexos gnaisse-migmatíticos e granulitos - NP1_gamma_rf

Neste domínio de idade Meso-NeoProterozóica registra-se a Suíte Intrusiva Riacho do Forno, formada por rochas metamórficas, migmatitos, metagranitos, metamonzogranito, metasienito e metasienogranito. Tem sua ocorrência em 15,52% da área (712 km²), abrangendo parte dos municípios de Areia, Cuitegí, Pilõezinhos e Alagoa Grande.

2.3.2.5 Domínio das sequências sedimentares proterozóicas dobradas, metamorfizadas em baixo a alto grau – NP3ss

Este Domínio tem idade Neoproterozóico sendo constituído pela Formação Seridó e Grupo Seridó (principais unidades da Faixa Seridó), sendo formado por um espesso pacote de metapelitos que sofreram metamorfismo em grau baixo a alto, podendo ocorrer intercalações de calcários metamorfizados, clorita xisto, xisto aluminoso, biotita-quartzo xisto e outros. Ocupa 7,47 % da área (342 km²), abrangendo principalmente os municípios de Sertãozinho, Pedro Régis, Curral de Cima, dentre outros.

2.3.2.6 Domínio dos complexos granitóides não deformados - NP3_gamma_2it25; NP3_gamma_2it32; NP3_gamma_2it34; NP3_gamma_2it45; NP3_gamma_i

Este Domínio de idade Neoproterozóica é constituído por rochas graníticas, dioritos, granodioritos, Quartzo-monzonitos e monzogranitos. Ocupa 13,98% da área (641,8 km²), abrangendo principalmente os municípios de Areial, Montadas, São Sebastião da Lagoa da Roça, Alagoa Nova, Remígio, Esperança, Bananeiras, dentre outros.

2.3.2.7 Domínio das sequências vulcânicas ou vulcanossedimentares proterozóicas, não ou pouco dobradas e metamorfizadas - K_alfa_it

Este domínio de idade Cretácica tem uma ocorrência muito restrita na área das bacias, correspondendo a cerca de 0,52% (24 km²). É constituído pela Formação Itapororoca, composta por fonolitos e riolitos. Na superfície desenvolve-se um solo castanho escuro, argiloso, localmente pedregoso e com fragmentos da própria rocha ainda não totalmente decomposta. Ocorre principalmente no município de Itapororoca.

2.3.2.8 Domínio dos sedimentos cenozóicos pouco a moderadamente consolidados, associados a tabuleiros – Ensm

Este Domínio de idade Paleógeno é constituído pela Formação Serra dos Martins que ocupa cerca de 0,68% da área (31 km²), no município de Solânea e Bananeiras. É formado por arenitos, arenitos conglomeráticos e arenitos síltico-argilosos de coloração amarela a vermelha.

2.3.2.9 Domínio dos sedimentos cenozóicos pouco a moderadamente consolidados, associados a tabuleiros - ENb

Este Domínio de idade Paleógeno/Neógeno é representado pelas rochas sedimentares do Grupo Barreiras que ocorre na parte leste da Bacia, ocupando cerca de 19,37% da área (889 km²). É composto por cascalhos e areias grossas a finas, de coloração creme amarelada, com intercalações de porções ricas em argila/silte. Nas fácies de leque ocorrem diamictitos de coloração creme avermelhada, com seixos e grânulos subangulosos de quartzo e blocos de argila compondo corpos tabulares a lenticulares de até um metro de espessura, com intercalações de camadas síltico-argilosas menos espessas (CPRM, 2016).

2.3.2.10 Domínio dos sedimentos cenozóicos inconsolidados do tipo coluvião e tálus – NQc

Este Domínio de idade Cenozóica é constituído por depósitos recentes de areias, argilas e cascalhos de granulometria e composição diversa proveniente de transporte gravitacional e depositados nas vertentes e fundos de vales. Ocupa 8,6 % da área das bacias (394 km²) ocorrendo em diversos municípios, principalmente em Capim, Rio Tinto e Marcação.

2.3.2.11 Domínio dos sedimentos cenozóicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso - Qfm

De idade Cenozóica, é constituído por depósitos flúviomarinhos, composto de areia, argila e silte, em ambiente misto (marinho/continental), intercalações irregulares de sedimentos arenosos, argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (mangues). Ocupa 2,26 % da área (103,7 km²), ocorrendo nos municípios da faixa litorânea, principalmente em Mataraca e Baía da Traição.

2.3.2.12 Domínio dos sedimentos cenozóicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso – Q2a

Esse Domínio de idade Cenozóica é constituído por depósitos aluvionares formados por areias, areias arcoseanas, siltes, argilas, cascalhos e, eventualmente, conglomerado polimítico na base. Ocupa 1,13 % da área das bacias (51,9 km²), ocorrendo de forma mais expressiva nos municípios de Mamanguape e Rio Tinto, em ambiente de planícies aluvionares recentes, sendo material inconsolidado e de espessura variável.

2.3.2.13 Domínio dos sedimentos cenozoicos eólicos – Q2l

É constituído por depósitos litorâneos de areia e argila compondo campos de dunas na região litorânea. Ocupa 0,42 % da área (19,4 km²), ocorrendo de forma mais expressiva no município de Lucena.

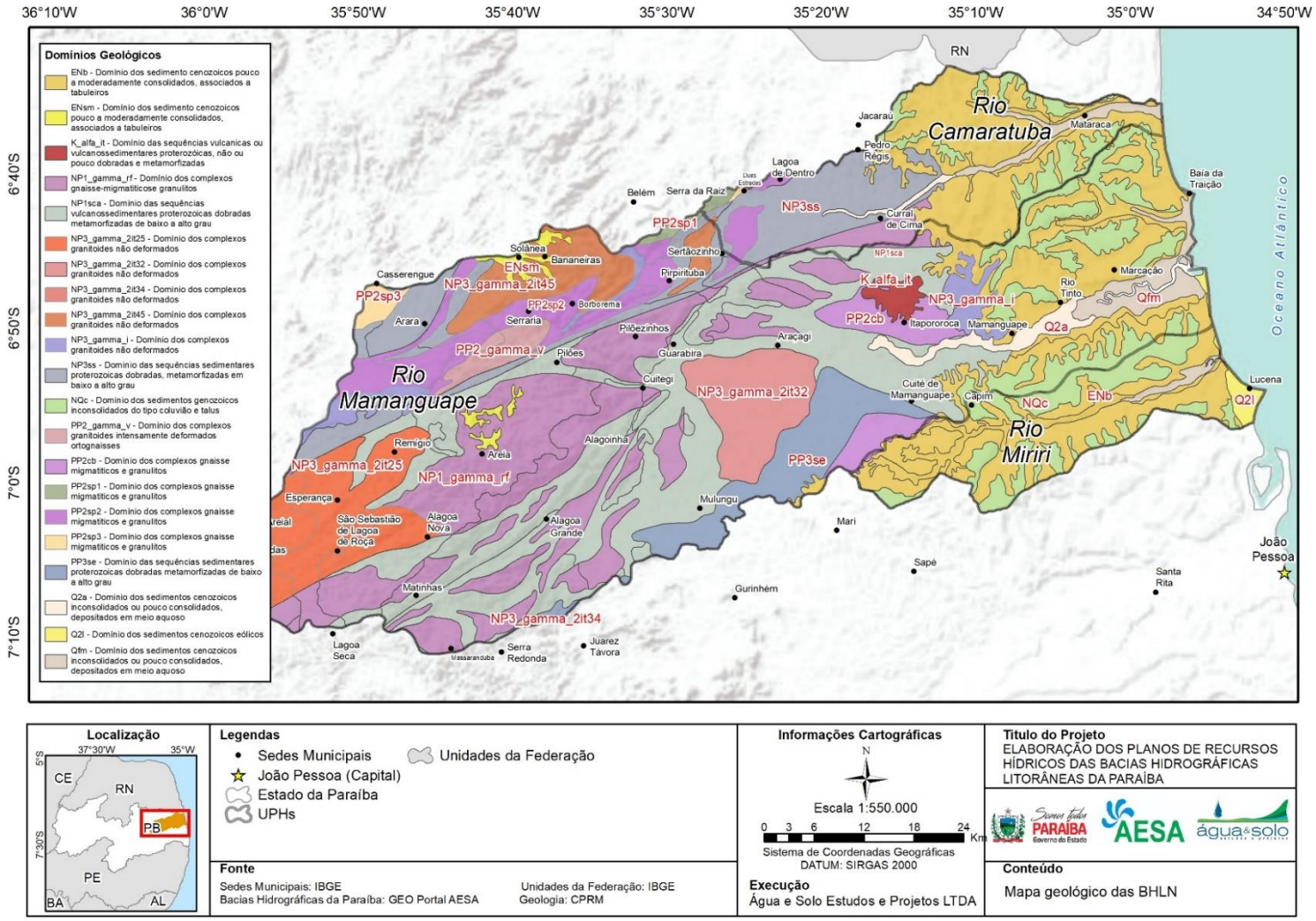


Figura 2.24 - Mapa Geológico das BHLN
Fonte: Elaborado a partir de CPRM.

2.3.3 Geomorfologia

A geomorfologia das bacias do Litoral Norte, neste trabalho, é caracterizada pela presença de diferentes feições de relevo que foram geradas por processos geológicos e climáticos que atuaram ao longo do tempo geológico. Através do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), foram identificados três domínios geomorfológicos principais: Domínio de Acumulação, Domínio dos Tabuleiros e Domínio de Serras e Morros. Nestes Domínios ocorrem as seguintes Unidades Geomorfológicas: Litoral Oriental Nordestino, Planícies e Terraços Fluviais, Tabuleiros Orientais do Nordeste, Piemonte Oriental do Planalto da Borborema, Encostas Orientais do Planalto da Borborema e Serras de Santana e Cuité. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. A **Tabela 2.15** apresenta as Unidades Geomorfológicas que compõem cada Domínio. Em seguida, é apresentada uma breve descrição de cada Unidade Geomorfológica, finalizando com o Mapa Geomorfológico das BHLN na **Figura 2.25**.

Tabela 2.15 - Domínios e unidades geomorfológicas das BHLN

Domínios Geomorfológicos	Unidades Geomorfológicas
Domínio de Acumulação	Litoral Oriental Nordestino
	Planícies e Terraços fluviais
Domínio dos Tabuleiros	Tabuleiros Orientais do Nordeste
Domínio de Serras e Morros	Piemonte Oriental do Planalto da Borborema
	Encostas Orientais do Planalto da Borborema
	Serras de Santana e Cuité

Fonte: IBGE, 2009

2.3.3.1 Domínio de Acumulação

2.3.3.1.1 Litoral Oriental Nordestino

A unidade geomorfológica litoral oriental nordestino compreende a região que vai desde Lucena até a Baía da Traição, corresponde ao compartimento identificado como planície costeira marinha e fluviomarinha, constituído por material arenoso inconsolidado e campos de dunas. As variações altimétricas deste domínio são pequenas, com declividades suaves.

2.3.3.1.2 Planícies e Terraços fluviais

Este domínio corresponde às áreas estuarinas, praias, planície de inundação dos rios, terraços arenosos. As declividades são pequenas, variando entre 0 e 20 metros. Neste domínio estão associados ecossistemas sensíveis como manguezais e restingas, como é o caso da planície do Rio Mamanguape.

2.3.3.2 Domínio dos Tabuleiros

2.3.3.2.1 Tabuleiros Orientais do Nordeste

Esta unidade geomorfológica é caracterizada pelos Tabuleiros Costeiros, que apresentam um relevo com altimetria, inferior a 100 metros, a inclinação se dá para o mar, estando associada com as rochas sedimentares da Formação Barreiras. As feições principais são os tabuleiros e os tabuleiros que apresentam dissecação. São sedimentos areno-argilosos, siltito, argilito e cascalho. Pode apresentar ravinas. As declividades são moderadas a suaves.

2.3.3.3 Domínio das Serras e Morros

2.3.3.3.1 Piemonte Oriental do Planalto da Borborema

Esta unidade geomorfológica é caracterizada por morros baixos, colinas dissecadas, serras baixas, intercaladas com áreas levemente planas com desníveis pouco acentuados, com altitudes variando entre 30 e 200 metros. É a Depressão sertaneja onde ocorrem formas tabulares e formas pediplanadas.

2.3.3.3.2 Encostas Orientais do Planalto da Borborema

Esta unidade é caracterizada por colinas amplas e suaves, predominando as rochas granitoides, ortognaisses, migmatitos não deformados a intensamente deformados.

2.3.3.3.3 Serras de Santana e Cuité

Esta unidade é caracterizada por morros e serras baixas, com superfície tabular erosiva.

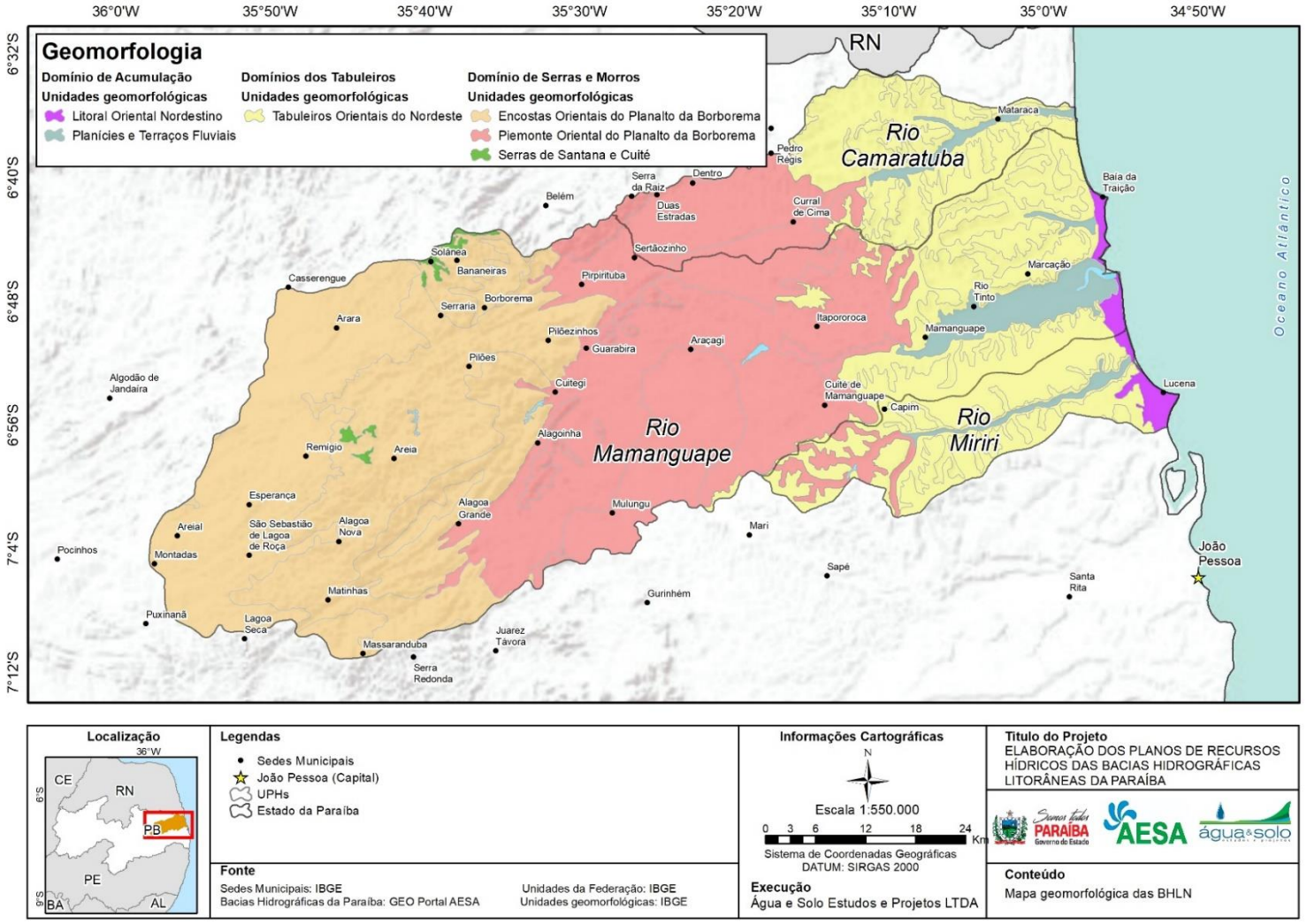


Figura 2.25 - Mapa Geomorfológico das BHLN
Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2009).

2.3.4 Hidrogeologia

O substrato geológico das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (BHLN), de forma genérica, é formado por rochas muito antigas do embasamento cristalino que afloram na porção oeste, e por rochas sedimentares a leste, na região costeira, relacionadas à bacia sedimentar Paraíba.

Para o território das Bacias do Litoral Norte, o Mapa Hidrogeológico do Estado da Paraíba (CPRM, 2019) apresenta como unidades hidroestratigráficas distintas o Embasamento Fraturado Indiferenciado, de natureza fissural, e as Formações Beberibe, Serra do Martins, Barreiras e os Depósitos Litorâneos pouco espessos, todos de natureza granular.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2019) agrupou as rochas produtoras de água em sistemas hidrogeológicos, caracterizando para as bacias do litoral Norte a ocorrência do Sistema Hidrogeológico Cristalino, nas áreas de rochas do embasamento, e Sistemas Hidrogeológicos Paraíba-Pernambuco e Serra dos Martins para as rochas sedimentares.

A **Tabela 2.16** apresenta a relação entre os Sistemas Hidrogeológicos definidos pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2019) e as Unidades Litoestratigráficas definidas no Mapa Hidrogeológico do Estado da Paraíba (CPRM, 2019).

Tabela 2.16 – Correlação entre Sistemas Hidrogeológicos e Unidades Hidroestratigráficas das BHLN

Sistema Hidrogeológico	Unidade hidroestratigráfica
Sistema Cristalino	Embasamento Fraturado Indiferenciado
Sistema Serra do Martins	Formação Serra do Martins
Sistema Paraíba-Pernambuco	Depósitos Litorâneos
	Formação Barreiras
	Formação Beberibe

Fonte: PERH (2019) / CPRM (2019)

Além das fontes já mencionadas, a caracterização das unidades hidrogeológicas tiveram por base dados de 1.460 poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS/CPRM).

A seguir, é apresentada uma descrição das principais características hidrogeológicas das unidades hidroestratigráficas identificadas no território das Bacias do Litoral Norte e, por fim, a **Figura 2.31** apresenta o Mapa Hidrogeológico das BHLN e a localização dos poços identificados no cadastro do SIAGAS.

2.3.4.1 Embasamento Fraturado Indiferenciado (Fr)

O **Embasamento Fraturado Indiferenciado (Fr)** é a unidade hidroestratigráficas de maior predominância nas BHLN aflorando em cerca de 68% do território, correspondendo ao Sistema Aquífero Cristalino do PERH (2019).

Este Embasamento Fraturado Indiferenciado engloba todo o conjunto de tipos litológicos de rochas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino Pré-Cambriano tais como granitos, rochas vulcânicas, metavulcânicas, gnaisses, migmatitos, granulitos, xistos e quartzitos, excetuando-se apenas as áreas das bacias sedimentares e depósitos aluvionares.

Corresponde a um aquífero com porosidade do tipo fissural, em que a infiltração, circulação e armazenamento das águas ocorrem por meio de estruturas geológicas rúpteis, tais como fraturas, diáclases e falhas. É um sistema aquífero heterogêneo, sem continuidade lateral e de difícil exploração.

A produção de água é baixa, com vazões geralmente inferiores a 2,0 m³/h, podendo ocorrer, localmente, vazões maiores, dependendo de condições estruturais favoráveis. Nas áreas topograficamente elevadas e de relevos movimentado geralmente são improdutivos, sendo as melhores possibilidades de exploração encontradas nos fundos dos vales, na intersecção de estruturas rúpteis regionais.

Os esforços que atuaram sobre essas rochas geraram um complexo sistema de falhas e fraturas onde a água fica armazenada. A ocorrência e identificação de tais estruturas são utilizadas como critério básico de locação de poço neste tipo de sistema aquífero, podendo proporcionar melhores vazões. A quantidade de água armazenada e a possibilidade de extração estão condicionadas a essa porosidade secundária, função do índice de fraturamento, grau de abertura das fendas e interconexões das fraturas, fatores muito variáveis e de baixa previsibilidade.

Quanto à qualidade natural, apresenta geralmente águas salinizadas, tendo como causa provável o baixo índice de precipitação que condiciona pouca recarga, a baixa circulação das águas e as elevadas taxas de evaporação. A ocorrência de manto de alteração ou de coberturas arenosas em regiões de maior precipitação facilita a recarga e aumenta a disponibilidade em termos de volume. Uma maior taxa de circulação e renovação das águas tende promover também uma melhoria na qualidade.

De forma genérica, nos trechos mais áridos das BHLN, a leste, com índices pluviométricos inferiores a 800 mm, os solos são rasos, pedregosos e com eventuais áreas de lajedo e morros residuais, onde a rocha sã fraturada aflora em superfície. Nessa região, o escoamento superficial é rápido, e a recarga do sistema aquífero ocorre de forma direta a partir da infiltração das águas pluviométricas em afloramentos de rocha sã, solos residuais pouco espesso ou depósitos aluviais ao longo dos principais cursos d'água.

Em regiões mais úmidas frequentemente se observa sobre o embasamento cristalino um manto de alteração ou coberturas detríticas arenosas e areno-argilosas de espessuras variadas, as quais podem formar localmente um sistema granular-fissural, conferindo melhores condições de infiltração e armazenamento.

Os exutórios naturais desse sistema aquífero são representados pelas perdas por evapotranspiração e pelas descargas de base para a rede e drenagem.

O levantamento do número de poços nesta Unidade Hidroestratigráfica foi realizado através da análise do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Foram encontrados em 41 municípios, total ou parcialmente inseridos na BHLN, a seguinte quantidade de poços: Alagoa Grande (100), Alagoa Nova (18), Alagoinha (59), Araçagi (64), Arara (38), Areia (43), Areial (11), Bananeiras (40), Borborema (10), Belém (15), Capim (10), Casserengue (29), Cuité de Mamanguape (9), Cuitegi (30), Curral de Cima (16), Duas Estradas (26), Esperança (41), Guarabira (198), Itapororoca (37), Jacaraú (22), Lagoa de Dentro (28), Lagoa Seca (143), Mamanguape (52), Massaranduba (59), Matinhas (19), Montadas (20), Mulungu (110), Pedro Régis (13), Pilões (21), Pilõezinhos (28), Pirpirituba (37), Pocinhos (230), Puxinanã (48), Remígio (35), São Sebastião de Lagoa de Roça (6), Serraria (21), Serra da Raiz (7), Serra Redonda (41), Sertãozinho (18), Santa Rita (153) e Sapé (69). A **Figura 2.26**, mostra a análise realizada em 1.206 poços registrados no SIAGAS/CPRM quanto a situação e profundidade. Os poços que não apresentam essas informações foram caracterizados como Não Informado (NI).

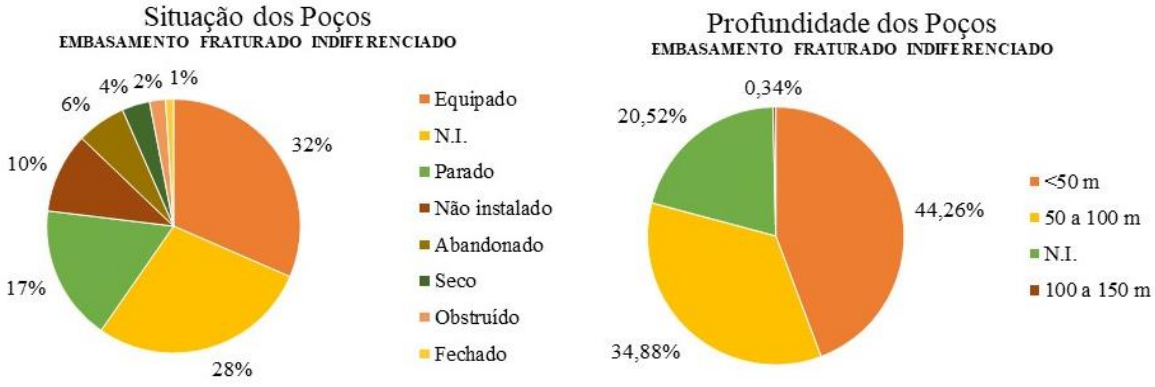


Figura 2.26 - Situação e profundidade dos poços no Embasamento Fraturado Indiferenciado

2.3.4.2 Formação Beberibe (2Kbe)

A **Formação Beberibe (2Kbe)** encontra-se na porção leste das BHLN, na faixa costeira, relacionada à bacia sedimentar Paraíba. Ocorre como uma unidade geológica não aflorante, repousando sobre rochas mais antigas de embasamento cristalino fraturado e recoberta pelas

unidades cársticas da Formação Gramame e pelos sedimentos arenosos da Formação Barreiras. Litologicamente é constituída por uma sequência de arenitos quartzosos continentais na seção inferior que pode atingir até os 100 metros de espessura, gradando para arenitos calcíferos, margas e calcários detríticos na seção superior. Alguns autores caracterizam essa porção superior como uma unidade geológica distinta denominada de Formação Itamaracá.

Esta unidade estratigráfica constitui um aquífero contínuo, poroso, de extensão regional, podendo ser confinado ou livre. Quando livre, sua espessura pode chegar aos 100 metros e fornece vazões de 10 a 25 m³/h. Quando confinado pelos carbonatos da Formação Gramame, sua espessura pode atingir 300 metros e pode apresentar vazões superiores a 100 m³/h.

Costa (2007), a partir de testes de bombeamento na região da bacia sedimentar Paraíba, estabeleceu coeficientes hidrodinâmicos de transmissividade (140 m²/d), condutividade hidráulica (2,3 mm/d) e coeficiente de armazenamento (1,5 x 10-4) para esta unidade aquífera.

Quanto à qualidade das águas, quando captadas na seção inferior mais profunda, geralmente são adequadas para consumo humano, com Condutividade Elétrica baixa (média de 300 µS/cm). A seção superior apresenta águas com Condutividade Elétrica mais elevada, em torno de 818 µS/cm. O cadastro do SIAGAS não apresenta dados sobre os pontos de entrada de água nos poços, não permitindo a diferenciação de captação no aquífero Beberibe ou no Barreiras sotoposto, sendo que os dados podem refletir a utilização dos aquíferos Beberibe e Barreiras em conjunto.

Considerando que é uma unidade não aflorante na área das BHLN, a recarga é feita de forma indireta a partir de unidades sobrepostas, principalmente da Formação Barreiras. O exutório natural do sistema ocorre para o oceano. Os exutórios artificiais são representados pelos poços em operação.

A partir do cadastro do SIAGAS foram encontrados nessa unidade aquífera os seguintes quantitativos de poços: Lucena (46), Mamanguape (52), Rio Tinto (83), Marcação (23), Baía da Traição (33) e Mataraca (16). A **Figura 2.27**, mostra a análise de poços da Formação Beberibe quanto a situação e profundidade.

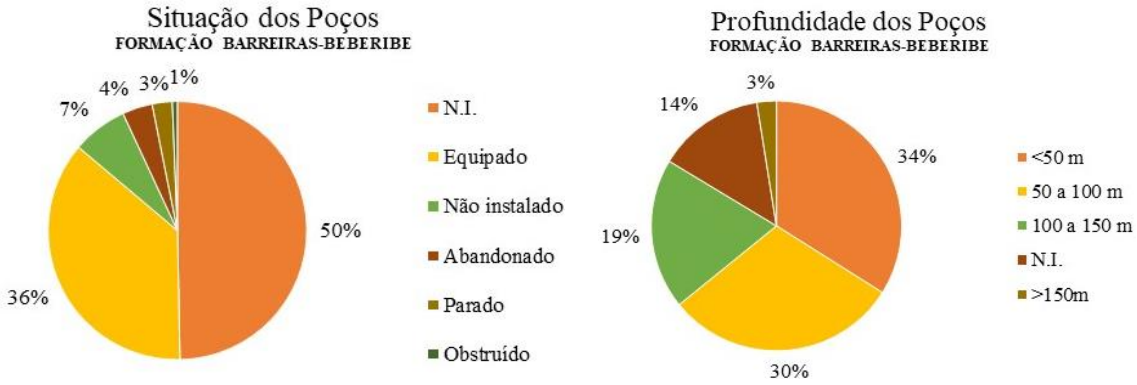


Figura 2.27 - Situação e profundidade dos poços nas Formações Barreiras – Beberibe
Fonte: SIAGAS

2.3.4.3 Formação Serra dos Martins (ENsm)

A **Formação Serra dos Martins (ENsm)** ocorre na forma de depósitos descontínuos de pouca expressão em áreas de relevo suave ondulado a montanhoso na região noroeste e oeste da BHLN. Constituem um capeamento sedimentar residual repousando discordantemente sobre as rochas cristalinas do embasamento Pré-cambriano. Litologicamente corresponde a uma sequência de arenitos argilosos, finos a muito grosseiros, por vezes conglomeráticos, com cores variadas, e eventuais crostas lateríticas com seixos de quartzo.

Constitui um aquífero livre, descontínuo, de pequena extensão, com espessura entre 30 e 50 metros que funciona, especialmente, como aquífero de transferência/recarga de águas para a unidade cristalina subjacente. Dados do cadastro de poços mostram uma vazão média da ordem de 2,0 m³/h, semelhante à do aquífero cristalino sotoposto.

Quanto à qualidade físico-química das águas, as medidas de Condutividade Elétrica mostraram uma variação de 550 a 4800 µS/cm, podendo apresentar águas salinas.

O exutório natural é constituído pela rede de drenagem local, na forma de descargas de base, ou transferência para o aquífero cristalino subjacente.

Foram encontrados nessa formação os seguintes quantitativos de poços: Solânea (48), Bananeiras (40) e Areia (43). A **Figura 2.27**, mostra a análise de poços da Formação Serra do Martins quanto a situação e profundidade.

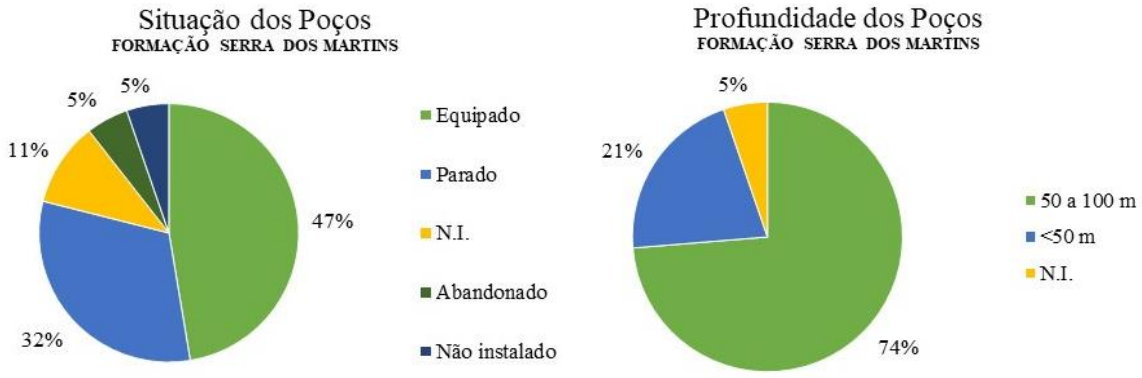


Figura 2.28 - Situação e profundidade dos poços na Formação Serra dos Martins
Fonte: SIAGAS

2.3.4.4 Formação Barreiras (ENb)

A **Formação Barreiras (ENb)** ocorre na forma de extensos tabuleiros ao longo da faixa costeira, com uma largura média de 30 km. Esta formação repousa discordantemente sobre sedimentos da Bacia Paraíba e rochas mais antigas do embasamento cristalino, sendo constituída por sedimentos detríticos areno-argilosos não consolidados a pouco consolidados, com eventuais níveis conglomeráticos na base e intercalações de camadas e lentes argilosas de coloração variegadas. De acordo com Costa *et al.* (2007), baseado em perfis de 68 poços, a espessura média desta formação é da ordem de 42 metros, variando entre de 9,0 e 110,0 metros.

Suas características hidrogeológicas mostram que se trata de um aquífero livre, contínuo, de extensão regional, podendo ocorrer localmente um semiconfinamento em função da ocorrência relativamente frequente de camada e lentes argilosas.

A recarga principal ocorre a partir da infiltração de uma parcela das águas pluviais que caem sobre solos arenosos em relevo plano de tabuleiro. Os exutórios naturais são constituídos pelas descargas de base na rede de drenagem local e percolação para unidades subjacentes, principalmente a Formação Beberibe.

Poços localizados sobre esses sedimentos apresentam vazões que variam entre 1,0 e 50 m³/h, entretanto, deve-se considerar que essas vazões, sobretudo as mais elevadas, provavelmente são captadas não somente na Formação Barreiras mais em aquíferos subjacentes, a exemplo da Formação Beberibe.

Segundo CPRM (2019), a produtividade deste aquífero aumenta de oeste para leste e de sul para norte. As menores produtividades são observadas a oeste, onde a Formação Barreiras está sobrejacente às rochas do embasamento cristalino. Neste caso, as perfurações de poços ultrapassam a Formação Barreiras indo buscar água no aquífero cristalino subjacente.

Costa *et al.* (2007) a partir de testes de bombeamento na região da Bacia Paraíba estabeleceu coeficientes hidrodinâmicos de transmissividade (150 m²/d), condutividade hidráulica (8,6 mm/d) e coeficiente de armazenamento (5,0 x 10^{-2}) para esta unidade aquífera.

Foram encontrados nessa formação os seguintes quantitativos de poços: Mataraca (16), Marcação (23), Rio Tinto (83), Pedro Régis (13), Jacaraú (22), Baia da Traição (33), Lucena (46), Capim (10) e Mamanguape (52).

A **Figura 2.27**, mostra a análise de poços da Formação Barreiras quanto à situação e profundidade.

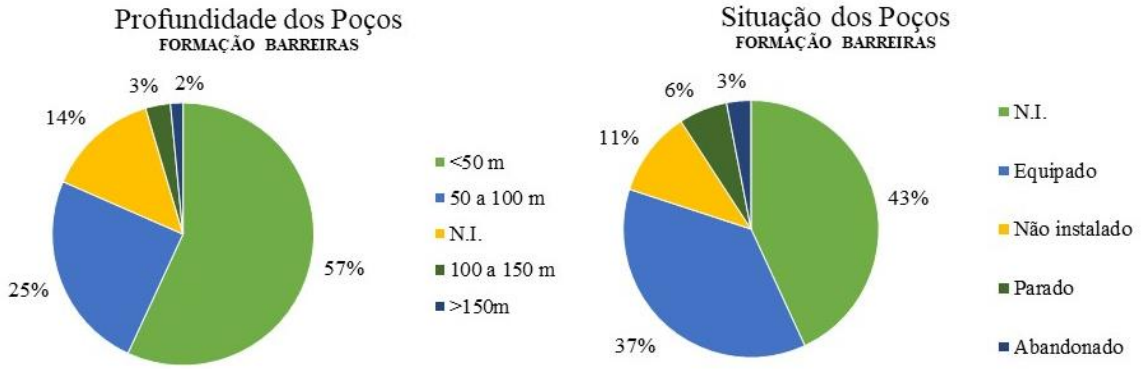


Figura 2.29 - Situação e profundidade dos poços na Formação Barreiras
Fonte: SIAGAS

2.3.4.5 Depósitos Litorâneos (Ql)

Os **Depósitos Litorâneos (Ql)** ocorrem em toda a faixa costeira das BHLN, desde Lucena até a região de Mataraca. São sedimentos recentes, pouco espessos, geralmente inconsolidados, constituídos por aluviões, terraços fluviais, terraços marinhos, areias de praia e dunas, com granulometria muito variada, compreendendo desde argilas até areia grossa com cascalhos.

Se constitui em um aquífero livre, com espessura variável e vazões entre 1 e 10 m³/h, mas geralmente, a produtividade é baixa. De acordo com Costa et al (2007) os sedimentos flúvio-marinhos que ocupam a maior parte da planície costeira apresentam espessuras que variam de 20 a 60 metros.

Esses depósitos ocorrem de forma mais expressiva nos municípios de Lucena e Baía da Traição. A **Figura 2.27**, mostra a análise de poços dos Depósitos Litorâneos quanto a situação e profundidade.

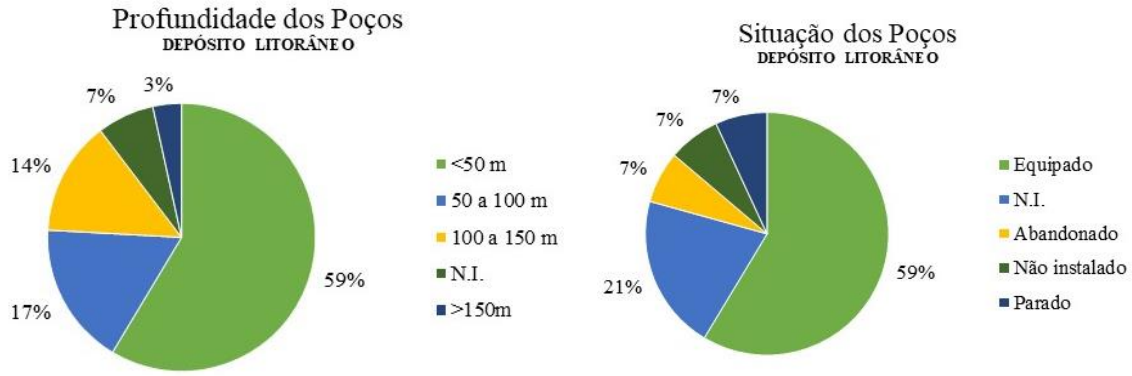


Figura 2.30 - Situação e profundidade dos poços nos Depósitos Litorâneos
Fonte: SIAGAS

O presente plano de bacia propõe uma caracterização por Sistema Aquífero, conforme PERH (2019), considerando apenas duas grandes unidades na área das Bacias do Litoral Norte: O Sistema Aquífero Cristalino, de natureza fissural, e o Sistema Aquífero Paraíba, de natureza granular.

O Sistema Aquífero Paraíba ocorre na região litorânea, porção leste das BHLN, ocupando uma área de 1.428,8 km². Neste sistema estão reunidas as unidades hidroestratigráficas sedimentares, tendo como arcabouço as Formações Beberibe, Barreiras e pelos Depósitos Litorâneos.

O Sistema Aquífero Cristalino predomina em toda a porção oeste das BHLN ocupando uma área de 3.160,4 km², correspondente às rochas antigas do embasamento Pré-cambriano.

Cabe destacar que a Formação Serra dos Martins, encontrada nos setores norte e noroeste das BHLN, assentada sobre rochas do embasamento cristalino, não foi considerada como um sistema aquífero distinto em função da pequena extensão e pouca espessura, como também pelas baixas vazões encontradas (similar as vazões de Sistema Cristalino), indicando que essas coberturas se encontram geralmente secas, funcionando apenas como unidades de recarga para o aquífero cristalino-fissural sotoposto.

O Mapa Hidrogeológico apresenta a distribuição dos Sistema Aquíferos das BHLN com a localização dos poços do cadastro do SIAGAS e AESA.

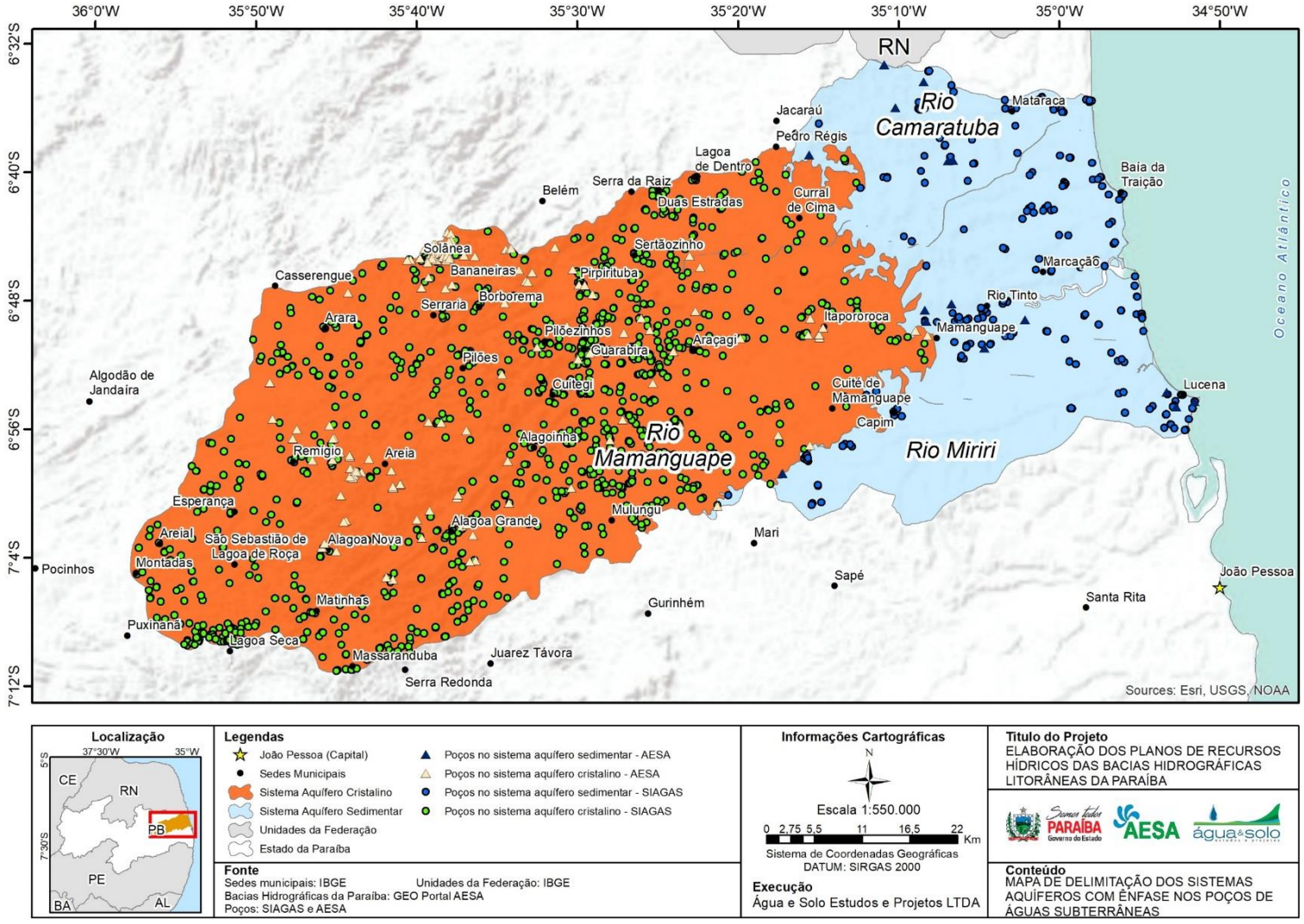


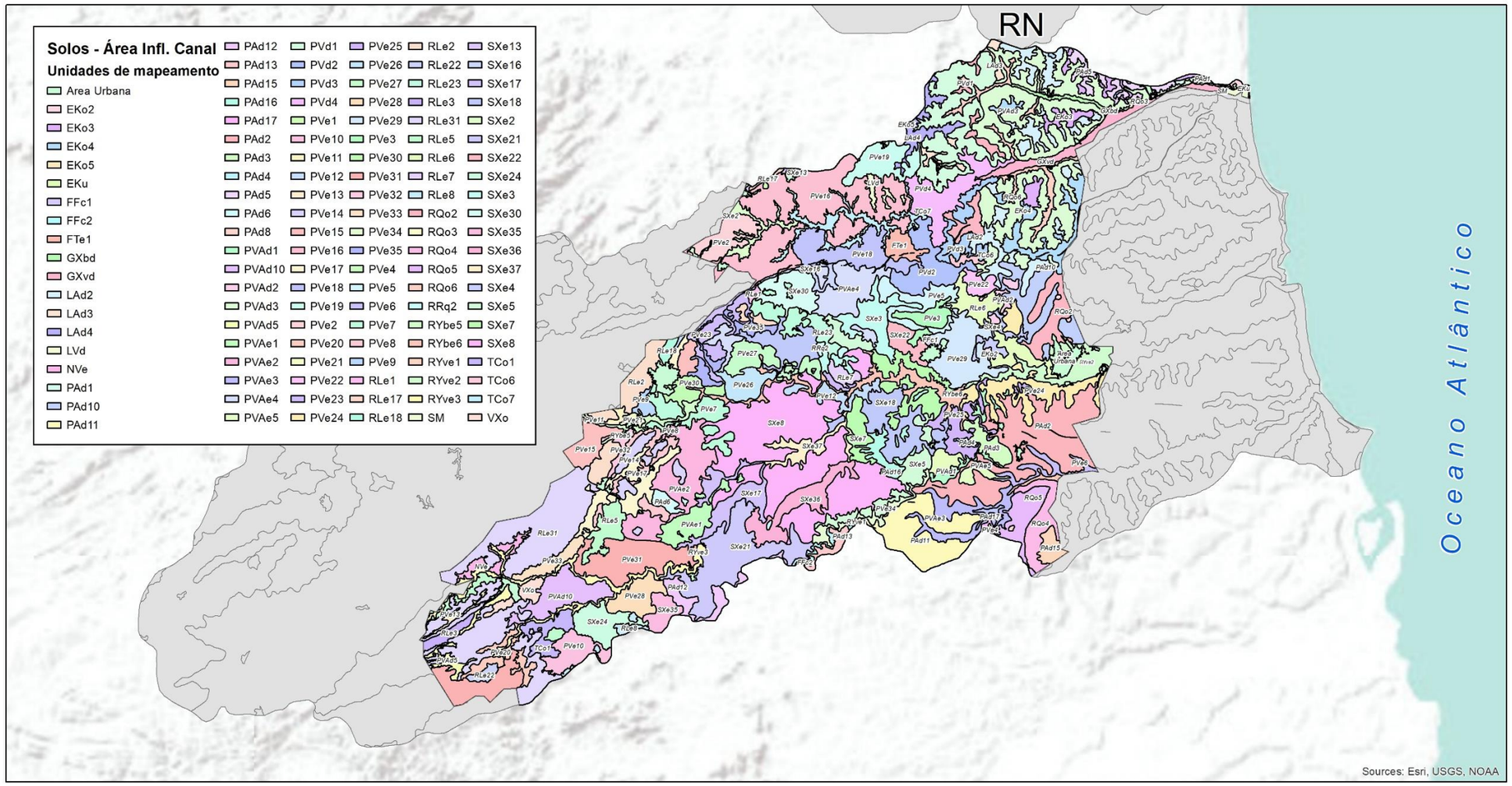
Figura 2.31 - Mapas Hidrogeológicos nas BHLN e localização dos poços
Fonte: SIAGAS.

2.3.5 Pedologia

Na caracterização pedológica da Bacia do Norte foi utilizada a informação mais detalhada de caracterização dos solos disponível na Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba na escala 1:50.000, disponível no Geoportal da Embrapa. Nas demais áreas da bacia a distribuição espacial dos solos foi caracterizada a partir dos mapas do IBGE, na escala 1:250.000. No **Anexo II - Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes nas BHLN** estão listadas as unidades de mapeamento de solos ocorrentes na Bacia do Litoral Norte, enquanto um maior detalhamento do Canal das Vertentes Litorâneas e sua área de influência é apresentado nos itens 3.4.2 e no Capítulo 6.

A **Figura 2.32** apresenta as unidades de mapeamento de solos para a Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas. Depois, a **Figura 2.33** apresenta as unidades de mapeamento de solo fora da Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas.

Em seguida, é feita a caracterização dos tipos de solos que compõe as unidades de mapeamento de solos.



Localização

Legendas

Solos fora da Área de Infl. Canal

Fonte
Sedes municipais: IBGE
Hidrografia: GEO Portal AESA
Açudes: AESA e SNISB
Bacias Hidrográficas da Paraíba: GEO Portal AESA
Adutoras: Atualização PERH-PB
Pontos de captação: ANA - Atlas Águas 2021

Informações Cartográficas

N

Escala 1:400.000

0 2.75 5.5 11 16.5 22 km

Sistema de Coordenadas Geográficas
DATUM: SIRGAS 2000

Execução
Água e Solo Estudos e Projetos LTDA

Titulo do Projeto
ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS LITORÂNEAS DA PARAÍBA

Conteúdo
Unidades de mapeamento do solo na Área de Influência do Canal das Vertentes

Figura 2.32 - Unidades de mapeamento do solo na Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas.
Fonte: GeoPortal Embrapa.

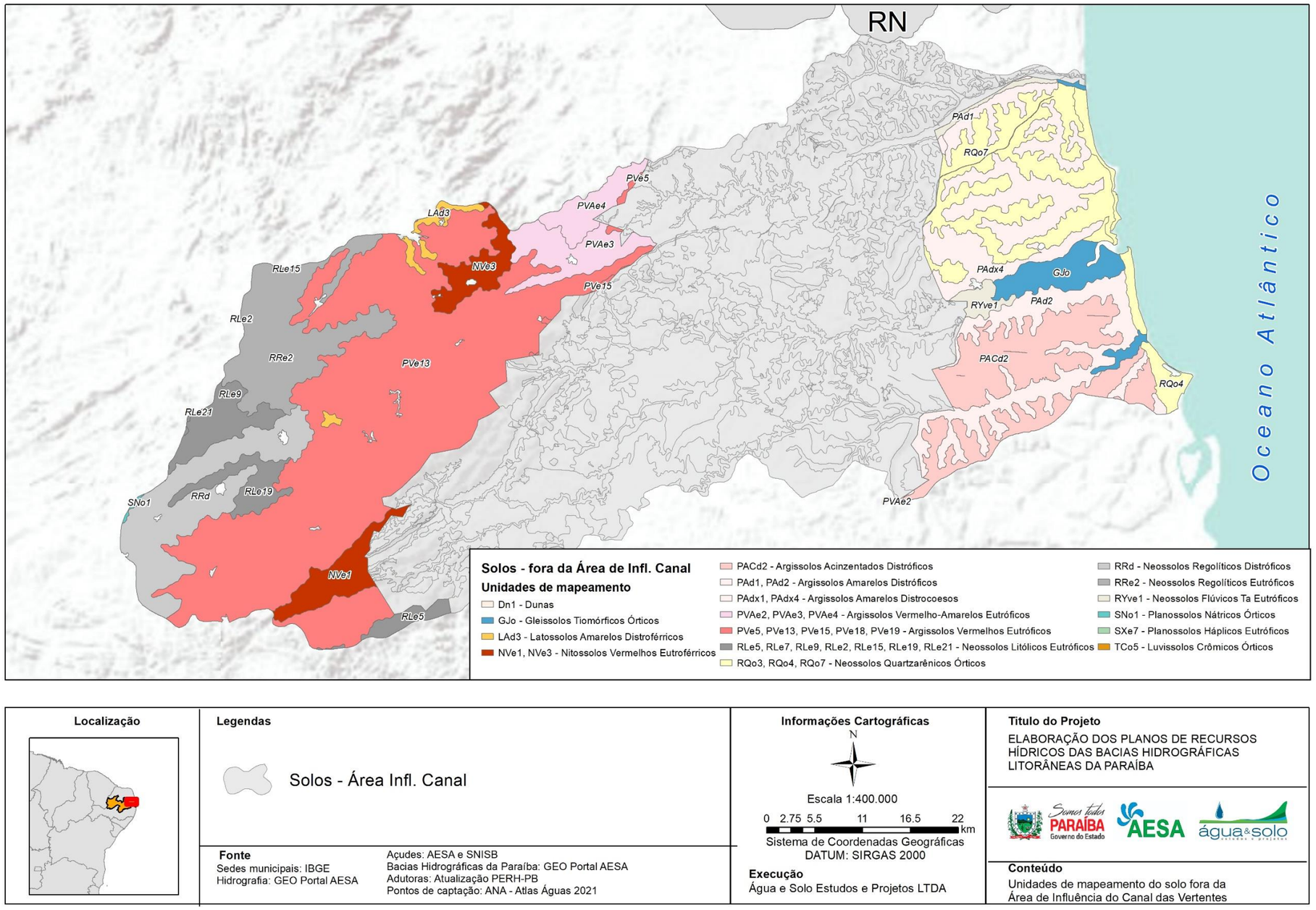


Figura 2.33 - Unidades de mapeamento do solo fora da Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas.
Fonte: IBGE.

2.3.5.1 Argissolos

Compreendem solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com atividade de argila baixa ou com atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, contudo, não satisfazendo os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Plintossolos ou Gleissolos.

A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila do horizonte A para o horizonte B. Apresentam profundidade variável e são fortemente drenados a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e raramente brunadas a acinzentadas. Para o caso dos Argissolos que ocorrem na área estudo, verifica-se que esses são profundos, exceto os Argissolos Vermelhos (PV) que variam de pouco profundos (horizonte subsuperficial > 50 cm e ≤ 100 cm) a profundos (horizonte subsuperficial > 100 cm e ≤ 200 cm). A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre com aumento da argila do A para o Bt (Santos et al., 2018).

Os Argissolos são solos individualizados, pela cor no 2° nível categórico (subordem) nas seguintes classes: Argissolos Acinzentados, Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos.

2.3.5.1.1 Argissolos acinzentados

São solos com cores acinzentadas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, possuem o B textural, argila de atividade baixa, ácidos, com saturação de bases inferior a 50%, distróficos, portanto, de baixa fertilidade. Ocorrem como primeiro componente da associação da unidade de mapeamento PACd e PACd2 e na unidade PACd2 no restante da bacia.

Os Argissolos Acinzentados ocorrem nos topos planos abaciados ou não, e relevo e suave ondulados, e encostas suave onduladas dos Tabuleiros, juntamente com os Argissolos Amarelos e Latossolos Amarelos psamíticos e são usados em sua maioria com cana de açúcar.

Estes solos possuem como principais características de interesse para o uso agrícola a profundidade efetiva, a topografia (plana) e a textura, que propiciam a motomecanização. Como fatores limitantes, há a fertilidade natural baixa a muito baixa e o endurecimento subsuperficial dos solos (caráter coeso). Para obtenção de boas colheitas, faz-se necessária a correção da

acidez e a adubação do solo. Nos períodos de estiagem, para corrigir a deficiência hídrica temporária, torna-se necessária a irrigação.

2.3.5.1.2 Argissolos amarelos

São solos com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (Santos et al., 2018). O horizonte Bt textural apresenta tipicamente coloração amarelada, onde os teores de ferro, em geral, são baixos, normalmente inferiores a 70 g kg^{-1} de solo, com predomínio de goethita.

Os Argissolos Amarelos podem apresentar caráter coeso e distrofia na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive o BA. Também pode ocorrer com fragipã em um ou mais horizontes dentro de 150 cm da superfície do solo.

Quimicamente os Argissolos Amarelos são solos distróficos. A atividade da fração argila é considerada de média a alta no horizonte A, com valores variando entre 5 a 13 $cmol_c$ kg^{-1} de argila, e de baixa a média no horizonte Bt, variando de 1,5 a 5,2 $cmol_c$ kg^{-1} de argila. A reação do solo é forte a fracamente ácida, com valores de pH variando de 4,5 e 6,0, valores de soma de bases trocáveis baixos a médios no horizonte A, entre 0,7 e 3,7 $cmol_c$ kg^{-1} de argila, diminuindo em profundidade no Bt, onde só ocorrem valores baixos, entre 0,2 a 1,9 $cmol_c$ kg^{-1} de argila.

São solos de muito baixa e baixa fertilidade natural, que necessitam de adubação mineral e orgânica regulares, além de calagem, de preferência com calcário dolomítico, para produção de cultivo comercial.

Os Argissolos Amarelos estão nos topos suaves ondulados e em encostas suaves onduladas e onduladas dos Tabuleiros com material de origem areno-argiloso do Grupo Barreiras e Coberturas elúvio-coluviais. São desenvolvidos de materiais provenientes da alteração dos gnaisses, granitos e granitóides das superfícies da Depressão Sublitorânea sob relevo plano e suave ondulado, que recobrem rochas do cristalino. Os Argissolos Amarelos encontram-se intensivamente cultivados com a cultura da cana de açúcar e poucas áreas com mandioca e pastagem.

Apresentam como características favoráveis para o uso agrícola a grande profundidade efetiva, a boa a moderada drenagem e o baixo risco de salinização, além da topografia plana em extensas áreas com esses solos, especialmente na região dos Tabuleiros Costeiros, permitindo amplo uso da moto mecanização. Por outro lado, as principais restrições ao uso agrícola relacionam-se à

baixa fertilidade natural, o endurecimento dos solos em função do caráter coeso, o relevo movimentado em alguns locais, e a limitada capacidade de armazenamento hídrico daqueles solos com textura média em grande parte do perfil, além do déficit hídrico temporário. Devido a sua baixa fertilidade natural, necessitam de adubação e correção da acidez para obtenção de boas colheitas. Para corrigir a deficiência hídrica, se faz necessário práticas de irrigação, principalmente, nos períodos de estiagem.

Os Argissolos Amarelos também podem ser ARGISSOLO AMARELO Distrocoesos, como ocorrem na unidade de mapeamento PAdx e com caráter distrófico nas unidades de mapeamento PAd1, PAd2, PAd3, PAd4, PAd5, PAd6, PAd7, PAd8, PAd9, PAd10, PAd11, PAd12, PAd13, PAd14, PAd15, PAd16, PAd17, PAd17, PAd18 na região do Canal das Vertentes e PAd1, PAd2, PAdx1 e PAdx4, nas demais áreas da bacia.

2.3.5.1.3 Argissolos vermelhos

São solos avermelhados, com matiz 2,5YR ou mais vermelhos ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4 na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, exclusive BA (Santos et al., 2018).

Ocorrem na porção oriental do Canal das Vertentes, em áreas pequenas ao longo da faixa de contato dos Baixos Platôs Costeiros (Tabuleiros) com o Pré-Cambriano, e na porção ocidental (noroeste) em direção ao sopé e às encostas do Planalto da Borborema, em áreas com rochas do Pré-Cambriano.

Os Argissolos Vermelhos constituem o componente dominante nas seguintes associações de unidades de mapeamento na região do Canal das Vertentes: PVd1, PVd2, PVd3, PVe1, PVe2, PVe3, PVd4, PVe5, PVe6, PVe7, PVe8, PVe9, PVe10, PVe11, PVe12, PVe13, PVe14, PVe15, PVe16, PVe17, PVe18, PVe20, PVe21, PVe22, PVe23, PVe28, PVe29, PVe30, PVe31, PVe33, PVe33. Nas demais regiões da bacia ocorre nas unidades de mapeamento PVe5, PVe13, PVe15, PVe18 e PVe19

São solos muito profundos a profundos, por vezes pouco profundos. Apresentam sequência de horizontes do tipo A ou Ap, AB e/ou, BA, Bt e BC, C; e/ou A, Bt1, Bt2, C ou simplesmente A, Bt e C. Os solos desta classe não apresentam fragipã como os Argissolos Amarelos.

Quimicamente, podem ser distróficos ou eutróficos. Esta classe de Argissolos apresenta, geralmente, uma melhor fertilidade natural, tanto nas áreas úmidas, quanto nas áreas secas, com boas condições de drenagem e grande profundidade efetiva. Os Argissolos Vermelhos com

melhor potencial estão relacionados com as áreas planas e suave onduladas. As maiores restrições ao seu uso ocorrem em áreas com relevo movimentado, principalmente o forte ondulado, bem como em áreas com déficit hídrico, devido a irregularidades das precipitações pluviais. Nas áreas úmidas com relevo forte ondulado a montanhoso, devem ser destinados para preservação ambiental.

2.3.5.1.4 Argissolos vermelho-amarelos

São solos com matiz mais amarelo que 7,5YR ou menos vermelho e mais amarelo com matiz 5YR e valores e cromas maiores que 4, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (Santos et al., 2018). Possuem horizonte B textural (Bt), com cores na faixa do vermelho-amarelado, devido aos teores de hematita geralmente superiores aos encontrados nos Argissolos Amarelos. As cores que predominam no horizonte Bt situam-se no matiz 5YR com valores 5 a 6 e cromas de 5 a 8. Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrem em associação com os Argissolos Amarelos e Argissolos Vermelhos, provenientes dos mesmos materiais de origem.

Constitui solo dominante na associação de unidade de mapeamento PVAd1 PVAd2, PVAd3 PVAd5 PVAd10 na região do Canal das Vertentes e PAd1, \PAd2, PAdx1, PAdx4 nas demais regiões da bacia. Estes solos são comumente cultivados com cana de açúcar ou culturas de subsistência, quando ocorrem em áreas mais densamente povoadas.

Quimicamente são solos que podem ser distróficos ou eutróficos. Quando desenvolvidos de sedimentos (Coberturas Quaternárias e/ou Barreiras), em áreas mais úmidas com vegetação subperenifólia ou subcaducifólia são normalmente distróficos, e quando ocorrem em ambientes menos úmidos, são geralmente eutróficos.

Esta classe de Argissolos apresenta, geralmente, os solos com melhor fertilidade natural, tanto nas áreas úmidas, quanto nas áreas secas, com boas condições de drenagem e grande profundidade efetiva. Os Argissolos Vermelho-Amarelos desenvolvidos de sedimentos da Formação Barreiras sem a presença de mosqueados, normalmente possuem boa permeabilidade, exceto nos casos com mudança textural abrupta e, ou, com textura muito fina. Os solos com presença de mosqueados podem ter, ou não, permeabilidade lenta. Estes solos são muito cultivados nos Tabuleiros com cana de açúcar. Já os solos desenvolvidos de materiais geológicos de rochas do Pré-Cambriano, apresentam boa estruturação e ausência de mosqueados, com boas condições físicas em termos de permeabilidade e armazenamento de umidade. Os Argissolos Vermelho-Amarelos mais arenosos, em geral, são de maior

permeabilidade, entretanto com menor capacidade de armazenamento hídrico. São solos muito cultivados com cana de açúcar, mandioca e abacaxi.

Destacam-se, com grande potencial de uso para as áreas planas e suave onduladas. As maiores restrições quanto ao uso dos Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrem em áreas com relevos movimentados, principalmente o forte ondulado a montanhoso, e em áreas com déficit hídrico, devido a irregularidades das precipitações pluviais. Nas áreas úmidas com relevo forte ondulado a montanhoso, estes solos devem ser destinados para preservação ambiental, admitindo-se a prática do extrativismo vegetal racional.

2.3.5.2 Cambissolos

Os Cambissolos são pouco desenvolvidos, em maioria rasos, que apresentam resquícios dos materiais originários e horizonte B com estrutura fraca ou pouco expressiva. Geralmente ocupam áreas de transição na paisagem, na base de relevos mais acentuados, em áreas sob influência de rios ou então em áreas com clima mais seco, onde o déficit hídrico impede o desenvolvimento de solos mais profundos.

Do ponto de vista técnico, são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade de alta e saturação de bases alta (Santos et al., 2018).

Apresentam sequência de horizontes do tipo A, Bi, C, com e sem R, e em geral com pequena diferenciação de horizontes.

Os Cambissolos das bacias ocorrem com caráter flúvico dentro de 120 cm a partir da superfície do solo, sendo classificados como Cambissolos Flúvicos. Outros solos são classificados de Cambissolos Háplicos.

Os Cambissolos Háplicos (CX) são geralmente rasos a pouco profundos, ou seja, a sua profundidade varia entre 50 a 65 cm. A pequena profundidade efetiva é a sua principal limitação para uso agrícola. Por outro lado, os Cambissolos Flúvicos (CY) são solos profundos a muito profundos com valor médio de 150 cm, bem drenados a moderadamente drenados. Os Cambissolos apresentam textura média a muito argilosa, e argilosiltosa com horizonte subsuperficial Bi incipiente.

Quimicamente, são solos eutróficos, de reação fortemente ácida a fracamente ácida, com pH em água na faixa de 4,6 a 6,9 no horizonte superficial e fortemente ácida a fracamente alcalina,

com valor de pH de 4,6 a 7,6 no horizonte subsuperficial. A soma de bases trocáveis (S) apresenta valores de médio a alto, com a saturação por bases próxima a 90 %.

Sua ocorrência é verificada na região menos úmida, ao sudoeste da área do Canal das Vertentes. Geralmente, estão associados com os Neossolos Litólicos, Luvissolos, Planossolos e, em menor proporção, com os Argissolos Vermelhos.

A característica mais marcante e favorável dos Cambissolos é a alta fertilidade natural dos solos. Como restrição, tem-se a pouca profundidade efetiva, o relevo ligeiramente movimentado (ondulado) associado muitas vezes com a pedregosidade e a suscetibilidade à erosão.

Constitui solo dominante na associação de unidade de mapeamento CXve4 e CXve5.

2.3.5.3 Espodossolos

Os Espodossolos são desenvolvidos de materiais arenoquartzosos sob condições de umidade elevada, em clima tropical e subtropical, em relevo plano e suave ondulado, áreas de surgente, abaciamentos e depressões, entretanto, pode ocorrer em relevo mais movimentado.

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm da superfície do solo ou 400 cm se a soma dos horizontes A + E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade.

Em função dos compostos iluviais dominantes e do grau de cimentação, podem ser identificados vários tipos de horizonte B espódico (Bh, Bs, Bhs e Bsm), os quais podem ser encontrados isolados ou associados num mesmo perfil de solo.

Os perfis de Espodossolos apresentam, usualmente, sequência de horizontes A, E, B espódico, C, ou Ap, A, E1, E2, B espódico, com nítida diferenciação de horizontes.

O horizonte A compreende A1 ou Ap e A ou A2 cujas espessuras variam entre 10 a 30 cm e de 20 a 60, respectivamente. A cor do horizonte A varia de bruna acinzentada escura a cinzenta até preta, com matiz 10YR, (valores 5 e 2 e croma entre 1 e 3). Quando seco, o solo apresenta cores mais claras. A coloração é mais ou menos escura, conforme o teor de matéria orgânica.

O horizonte E compreende E1, E2, E3, etc., sua espessura varia de 20 a 130 cm com textura arenosa (areia e areia franca). O horizonte B espódico compreende normalmente Bh e Bsh, podendo ocorrer o Bsm. O horizonte Bh apresenta espessura variando de 10 a 70 cm com cor variando de bruna, bruna-avermelhada, bruna avermelhada escura, bruno amarelada escura e

preta, com matizes 5YR e 7,5YR (valores 3 e 4, e cromas 2 e 3), e matiz 10YR (valores 2 e 5 e cromas 1 e 6). A textura é areia e areia franca, com estrutura maciça, grãos simples e fraca pequena e média blocos subangulares. O horizonte Bsm encontra-se muitas vezes cimentado, constituindo um duripã (ortstein), rico em concreções ou lâminas de óxido de ferro.

Em relação as propriedades químicas, estes solos apresentam normalmente são pouco férteis. São solos profundos a muito profundos, suas limitações de uso estão associadas a textura arenosa, baixa fixação de fósforo e de nutrientes, lixiviação acentuada dos nitratos, elevada permeabilidade, ressecamento rápido e baixa reservas em nutrientes. Todas essas condições os tornam solos de baixo a muito baixo potencial agrícola. Apesar disto, algumas culturas como a cana de açúcar, coqueiro, caju e abacaxi podem ser cultivadas, com auxílio da fertilização do solo.

Constitui solo dominante na associação de unidade de mapeamento Eko1, Eko2, Eko3, Eko4 e Eko5 na região do Canal das Vertentes.

2.3.5.4 Gleissolos

Os Gleissolos são solos que se encontram permanente ou periodicamente saturados por água, salvo quando artificialmente drenados. Por isso, caracterizam-se pela forte gleização em decorrência do ambiente redutor, ausente de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período.

Apresentam sequência de horizontes do tipo A, Cg; A, Big, Cg; A, E, Bt, Cg; A, Eg, Btg, Cg; Ag, Cg, tendo, no horizonte superficial, cores acinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 cm e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

Comumente são desenvolvidos em ambientes recentes, nas proximidades dos cursos d’água e a partir de materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres e áreas abaciadas ou depressões.

O material de origem destes solos refere-se aos sedimentos recentes não consolidados, argilosos, muito argilosos e areno-argiloso do Holoceno, podendo ter ou não acúmulo de matéria orgânica.

Os Gleissolos são encontrados em ambientes de várzeas úmidas e baixadas mal ou muito mal drenadas em toda a área de estudo. O relevo é sempre plano e a vegetação dominante é constituída por campos de várzea, hidrófilo e higrófilo.

Os Gleissolos Tiomórficos se caracterizam pela presença de horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de 100 cm a partir da superfície.

Os Gleissolos Melânicos se caracterizam pela presença de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico.

Os Gleissolos Háplicos são solos com horizonte diagnóstico glei que não satisfazem as condições para tiomórfico, sálico, melânico (Santos et al., 2018). São solos mal a muito mal drenados, formados em terrenos de baixadas e que possuem características que resultam do excesso de umidade permanente ou temporário, em virtude do lençol freático elevado ou mesmo à superfície, durante um determinado período do ano.

Estes solos têm fortes restrições ao uso devido ao excesso d'água, em consequência do lençol freático elevado e riscos de inundações ou alagamentos frequentes. Passando por um sistema de manejo adequado, apresentam um bom potencial para pastagens, cana-de-açúcar, bananicultura e olericultura, entre outras.

São solos pouco utilizados, entretanto, encontram-se explorados com as culturas de cana de açúcar, banana e pecuária bovina e bubalina. Os Gleissolos apresentam limitações ao uso agrícola, principalmente devido à presença de lençol freático elevado e ao risco de inundações ou alagamentos frequentes. De modo geral, possuem fertilidade natural baixa a média, acidez elevada, sem problemas com erosão, mas com limitação moderada a forte ao uso de máquinas agrícolas, em condições naturais, devido ao excesso d'água.

Constitui solo dominante na associação de unidade de mapeamento GXvd e GXbd e da unidade de mapeamento GJo nas demais áreas da bacia.

2.3.5.5 Latossolos

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura (Santos et al., 2018).

São solos bem drenados, em avançado estado de intemperização, cujos perfis são relativamente homogêneos em cor e textura, fortemente a bem drenados, muito profundos, com sequência de horizontes A, Bw e C, com pouca diferenciação de subhorizontes e transições usualmente difusas ou graduais. Por serem solos bastante intemperizados, apresentam baixo teor de bases

trocáveis e pH geralmente na faixa de forte a moderadamente ácida, acompanhada de baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos.

2.3.5.5.1 Latossolos amarelos

Os Latossolos Amarelos são compreende solos com características gerais dos Latossolos, mas que são individualizados pela cor, com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA. São desenvolvidos de sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras e/ou Coberturas elúvio-coluviais, ocorrendo nos Baixos Platôs Costeiros mais afastados do litoral, em relevo plano e suave ondulado. São componente dominante nas unidades de mapeamento LAd1, LAd2, LAd3 e LAd4 na região do Canal das Vertentes e LAd3 no restante da bacia.

São solos distróficos, por apresentar a saturação por bases V < 50%, com reação fortemente ácida a medianamente ácida, com pH variando de 4,1 a 5,0 nos horizontes A, e de 4,4 a 4,8 nos horizontes Bw. São solos de baixa fertilidade natural, sendo sua soma de bases baixa ao longo do perfil, com valores entre 0,04 a 0,89 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo no horizonte A, e 0,18 a 0,49 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo no horizonte Bw e normalmente, baixos teores de fósforo assimilável, em geral inferiores a 6 $mg\ kg^{-1}$. Os Latossolos Amarelos estão distribuídos nas paisagens na maioria das áreas com vegetação de floresta subperenifólia e floresta subcaducifólia, nos topos com relevos plano e suave ondulado, típicos de tabuleiro.

Os Latossolos Amarelos são profundos a muito profundos, de fácil manejo e mecanização (relevo plano e suave ondulado), particularmente, nos solos não coesos. Apresentam fertilidade natural baixa a muito baixa e, para uma exploração agrícola mais racional e lucrativa, são necessárias algumas intervenções para melhoria de suas características químicas, como a correção da acidez com calcário, a adubação orgânica e a adubação mineral. As restrições climáticas provocadas pela irregularidade e má distribuição das precipitações pluviais, tornam a irrigação necessária para suprir a demanda hídrica das plantas cultivadas, sobretudo, nos períodos de estiagem prolongada.

Estes solos, fisicamente, não apresentam nenhum problema, devido serem profundos e muito profundos, de fácil manejo por ocorrerem em relevo aplanados, sem impedimentos à motomecanização. Por isso, são preferencialmente cultivados com cana de açúcar, pastagens e mandioca. São utilizados em grande escala, o cultivo de cana de açúcar.

2.3.5.5.2 Latossolos vermelhos

São solos com características gerais dos Latossolos, mas que se individualizam em nível hierárquico imediatamente abaixo pelo critério de cor, com matiz 2,5YR ou mais vermelho, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (Santos et al., 2018).

São solos bem a acentuadamente drenados e profundos a muito profundos, quase sempre com horizonte Ap, cuja espessura pode atingir 40 cm. Apresentam textura francoarenosa e estrutura fraca, pequena a média, em blocos subangulares. A transição entre horizontes é do tipo plana e gradual e/ou difusa.

Quimicamente os Latossolos Vermelhos são solos pobres com baixa saturação de bases (V% < 50), pH em água do solo é fortemente ácido a medianamente ácido com valores de 4,5 a 5,1.

São solos com boas condições físicas, de fácil manejo e mecanização. Em geral, são bem a acentuadamente drenados, profundos, e muito profundos, ocupando superfícies aplanadas de Tabuleiros dos Baixos Platôs com relevo plano e suave ondulado, com a cobertura vegetal natural de floresta tropical caducifólia. São solos distróficos e ocorrem na área de estudo na unidade de mapeamento LVd.

São solos profundos a muito profundos, sem limitações físicas, de fácil manejo e mecanização, com baixa a média fertilidade natural, necessitando, portanto, de adubação e correção da acidez. A principal limitação está relacionada ao relevo acidentado, quando ocorre. Estes solos apresentam um bom potencial para a cultura da cana de açúcar e fruticultura (jaca, manga, goiaba, graviola, sapoti, caju, etc).

Ocorrem na unidade de mapeamento LVd na área do Canal das Vertentes.

2.3.5.5.3 Latossolos vermelho-amarelos

Compreendem solos com as características gerais dos Latossolos, mas que se individualizam em níveis hierárquicos imediatamente abaixo por critérios de cor. São solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que não se enquadram nas classes dos Latossolos Brunos, Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelhos. Devem apresentar matiz 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (Santos et al., 2018).

Em geral, os Latossolos Vermelho-Amarelos são profundos a muito profundos com sequência de horizontes do tipo A, Bw e C, e /ou Ap, A1, A2, A3, Bw1 e Bw2. A distinção de

subhorizontes do B latossólico (Bw) é pouco perceptiva e baseia-se em pequenas diferenças de cor, textura e consistência. As cores do horizonte Bw são mais comumente encontradas nos matizes 5YR (valores de 4 a 6 e cromas de 6 a 8), como pode-se observar na, em perfil representativo da classe dos Latossolos VermelhoAmarelos.

A espessura do horizonte A varia de 40 a 140 cm e do horizonte Bw de 30 a 60 cm. A textura no horizonte A é areia franca a francoarenosa, e no horizonte Bw, tem textura francoarenosa. A estrutura no horizonte A é fraca, pequena e média em blocos subangulares e angulares, e grãos simples; enquanto no horizonte Bw é fraca, pequena, em blocos subangulares e angulares e maciça. A consistência do solo no horizonte A quando seco é solta; quando úmida é muito friável; e quando molhada, é não plástica e não pegajosa. No horizonte Bw, a consistência do solo quando seco é solta; quando úmido é muito friável a friável com partes firmes; e quando molhado, é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Com relação às propriedades químicas, estes solos são normalmente distróficos e fracamente ácidos, com valores de 5,5 a 6,0. A soma de bases trocáveis (valor S) é baixa a média, com valores geralmente inferiores a 3,4 de solo.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são bem drenados, ocupando superfícies aplanadas de Tabuleiros dos Baixos Platôs com relevo plano a suave ondulado e suave ondulado a ondulado, com a cobertura vegetal natural de floresta subcaducifólia. Podem ocorrer ou Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, que são distróficos e também Latossolos Vermelho-Amarelos Distrocoesos, que se caracteriza por ser distrófico e apresentar horizontes subsuperficiais coesos.

Ocorrem nas unidades de mapeamento LVAd1 e LVAd2 na área do Canal das Vertentes.

São solos profundos a pouco profundos, de baixa fertilidade natural, necessitando de adubação e correção da acidez (calagem, de preferência com o calcário dolomítico). Apresentam um bom potencial de uso para cultura de cana de açúcar, mandioca e fruteiras (graviola, goiaba, sapoti, caju, jaca, manga, etc.). Atualmente, são cultivados com cana de açúcar, milho, feijão, fava, mandioca e fruteiras como a manga, o coco e o caju.

2.3.5.6 Luvissolos

São solos constituídos por material mineral, com horizonte B textural com argila de atividade alta e alta saturação por bases, imediatamente abaixo de horizonte A (exceto chernozêmico), ou abaixo de horizonte E (Santos et al., 2018).

Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 100 cm), com sequência de horizonte A, Bt e C, e possuem uma nítida diferenciação entre horizontes A e Bt devido ao constraste de textura, cor e/ou estrutura.

Quimicamente, apresenta atividade de argila baixa no horizonte A e no horizonte Bt é tanto alta como baixa, com valores que variam de 7,7 a 18,8 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila e 12,5 a 53,7 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila, respectivamente. O pH é fortemente ácido a fracamente ácido no horizonte A. A soma de bases trocáveis é média a alta no horizonte A com variação de 5,4 a 24,8 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo, e alta no horizonte Bt com variação de 5,4 a 25,7 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo. A saturação por bases (V %), que acompanha a soma de bases, é elevada > 50 %.

Ocorrem nas unidades de mapeamento TCo1, TCo3, TCo6, TCo7, TCo8, TCo11 e TCo14 na área do Canal das Vertentes e na unidade de mapeamento TCo5 nas demais áreas da bacia.

São solos que ocorrem em relevo suave ondulado e plano na paisagem, com alta fertilidade natural, e por isso, geralmente são cultivados com milho, feijão, algodão, palma e com pastagem natural.

Esses solos possuem condições químicas e mineralógicas que contribuem para uma elevada fertilidade natural. As principais restrições são a pouca profundidade efetiva, o que acarreta, em princípio, elevada susceptibilidade à erosão e a pedregosidade, que pode, em alguns casos, restringir a mecanização. Existem também restrições de drenagem, especialmente naqueles com caráter vértico ou planossólico, os quais também podem apresentar riscos de sodicidade em função das condições de déficit hídrico do clima onde ocorrem. Mesmo com essas condições, é possível observar ambientes com diversificação de culturas.

2.3.5.7 Neossolos

2.3.5.7.1 Neossolos litólicos

Esta classe compreende solos minerais, rasos (profundidade efetiva < 50 cm), pedogeneticamente pouco evoluídos. Possuem sequência de horizonte A, Cr; Ap, C e/ou Cr; A, C, R; ou ainda A, B (não diagnóstico), C, R, desde que não apresentem requisitos para serem enquadrados noutras classes de solos (Santos et al., 2018).

A textura é francoarenosa pouco cascalhenta a cascalhenta e/ou não cascalhenta, e franco argilosa. A estrutura é fraca, pequena e média, blocos subangulares e fraca, pequena e média granular.

Quimicamente, os Neossolos Litólicos que ocorrem na área são eutróficos. Apresentam reação fortemente ácida a fracamente ácida com valores de pH que variam de 4,5 a 6.

Estes solos se distribuem nas paisagens em áreas pouco a muito movimentadas, desenvolvidas de rochas como gnaisses, biotita xisto-gnaisse e micaxisto-gnaisses do Pré-Cambriano. O relevo varia de suave ondulado a montanhoso, com vegetação de floresta tropical subcaducifólia predominante na parte oeste; ao sudoeste a vegetação é floresta tropical subcaducifólia/caducifólia; ao sul, por ser uma área de transição climática, a vegetação é floresta subcaducifólia/caducifólia e floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila. Os Neossolos Litólicos são cultivados principalmente, com cana de açúcar e abacaxi.

Ocorrem nas unidades de mapeamento RLe1, RLe2, RLe3, RLe5, RLe6, RLe7, RLe11, RLe17, RLe18, RLe22, RLe23, RLe25, RLe30, RLe31 e RLe32 na área do Canal das Vertentes e nas unidades de mapeamento RLe2, RLe5, RLe7, RLe9, RLe15, RLe19 e RLe21 nas demais áreas da bacia.

De um modo geral, estes solos têm um potencial regular a bom para pastagens e pecuária (bovinos). As principais restrições ao uso agrícola são: profundidade efetiva (< 50 cm), pedregosidade e relevo acidentado. Esses dois últimos constituem os principais impedimentos à mecanização destes solos. O uso atual destes solos é com as culturas do abacaxi, cana de açúcar, pastagens naturais e a pecuária de corte.

2.3.5.7.2 Neossolos flúvicos

São solos derivados de sedimentos aluviais (de rios) com horizonte A sobre camada ou horizonte C e que apresentem caráter flúvico dentro de 150 cm de profundidade a partir da superfície do solo. Se caracterizam por serem solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos desenvolvidos de camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre os extratos. Em geral, as camadas apresentam espessura e granulometria bastante diversificadas, tanto no sentido vertical, quanto horizontal nos perfis de solo, devido à heterogeneidade de deposição do material originário. Todavia existem situações pouco nítidas, sobretudo quando as camadas são muito espessas (Santos et al., 2018).

Comumente estão distribuídos na paisagem nos leitos de rios, em estreitas faixas ao longo dos cursos de água, nas várzeas, planícies aluviais e terraços aluvionares. Em função da grande heterogeneidade do material originário, resulta numa grande variação de classes texturais, de arenosa a muito argilosa e/ou argilosiltosa. Quanto à drenagem, estes solos variam de

excessivamente drenados (nos mais arenosos), a imperfeitamente drenados (nos mais argilosos). Podem ocorrer associados a esses solos, os Gleissolos e Planossolos.

Quimicamente são normalmente ou eutróficos, sendo que o pH varia moderadamente ácido a fracamente alcalino com valores na faixa de 5,2 a 7,6.

Ocorrem nas unidades de mapeamento RYve1, RYve2, RYve3, RYve4, RYbe4, RYbe5 e RYbe6 na área do Canal das Vertentes e na unidade de mapeamento RYve1 nas demais áreas da bacia.

O potencial agrícola desses solos, em geral, é de médio a alto, sob grande influência do material de origem, que resulta na heterogeneidade das propriedades físicas e químicas. Como principal restrição há o risco de inundação. Em geral são solos bastante utilizados com cultura de cana de açúcar, pastagens e capineiras de capim elefante.

2.3.5.7.3 Neossolos regolíticos

São solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou orgânico com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobrejacente a um horizonte C ou Cr, ou com um horizonte Bi com menos de 10 cm de

Os Neossolos Regolíticos possuem textura comumente arenosa ou média (leve), apresentam cores claras ou esbranquiçadas, com sequência de horizontes A e/ou Ap, C ou A e/ou Ap, C1, C2, Cr, e/ou A e/ou Ap, C1, C2, Cx.

Em relação as propriedades químicas, verifica-se que estes solos apresentam uma reação ao pH em água, no horizonte A/Ap de moderadamente ácido a fracamente ácido, com valores de 5,0 a 6,3, e no horizonte C, de fortemente ácidos a moderadamente ácido, com valores 4,9 a 5,4. A soma de bases trocáveis (valor S) varia de baixa a média com valores entre 0,4 e 2,5 g kg^{-1} de solo no horizonte A, e baixa no C com valores de 0,1 a 1,5 g kg^{-1} de solo.

Esses solos podem ser distróficos ou eutróficos, bem como Psamíticos quando forem muito arenosos.

Ocorrem nas unidades de mapeamento RRq1 e RRq2 na área do Canal das Vertentes e nas unidades de mapeamento RRd e RRe2 nas demais áreas da bacia.

Estes solos possuem características favoráveis que estão relacionadas com a profundidade efetiva maior do que 50 cm, à reserva de nutrientes associada aos minerais primários alteráveis e ainda às facilidades de manejo em virtude da textura arenosa dos solos. As restrições de uso

agrícola mais comuns são: (a) presença do contato lítico ou de horizontes cimentados restringindo a drenagem; (b) baixa capacidade de retenção de umidade; c) associações com solos rasos e/ou com afloramentos de rochas; e (d) o déficit hídrico regional agravado pela baixa disponibilidade de água dos solos. Apesar disso, os solos têm a seu favor o relevo suave ondulado a plano e a facilidade para serem trabalhados em sistemas de manejo medianamente desenvolvidos. São solos bastante cultivados com culturas de subsistência como a mandioca, o milho e o feijão, apresentando produções satisfatórias.

2.3.5.7.4 Neossolos quartzarênicos

São solos essencialmente quartzosos (arenosos) e bem drenados, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala, e praticamente ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

São solos com sequência de horizontes A - C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até o contato lítico (Santos et al., 2018).

A textura é arenosa (areia e areia franca). A estrutura é grãos simples, fraca, pequena, granular e fraca, média e média, blocos subangulares. A consistência do solo quando seco é solta; quando úmido é solta a muito friável; e quando molhado é não plástica e não pegajosa.

Quanto às propriedades químicas, estes solos normalmente apresentam baixos teores de carbono orgânico (inferiores à 8 g kg^{-1}), que decrescem ainda em profundidade. Apresentam uma reação ao pH em água que varia de fortemente ácido a fracamente alcalino, com valores de 4,3 a 7,4. São solos que apresentam baixos valores de soma de bases trocáveis e de capacidade de troca de cátions, que variam de 0,1 a 1,94 g kg^{-1} de solo e de 0,34 a 2,71 g kg^{-1} de argila, respectivamente, com valores mais elevados no horizonte superficial do solo, devido a influência da matéria orgânica existente. A saturação por bases (valor V%) varia de baixa a alta, com valores de 0 a 100% no horizonte A, decrescendo nos horizontes subjacentes, com valores baixos e menores que 52%.

Ocorrem nas unidades de mapeamento RQo1, RQo2, RQo3, RQo4, RQo5 e RQo6 na área do Canal das Vertentes e nas unidades de mapeamento RQo3, RQo4 e RQo7 nas demais áreas da bacia.

Estes solos apresentam como condições favoráveis a grande profundidade efetiva, a topografia aplanada e as boas condições climáticas regionais. Têm como principais limitações a baixa

fertilidade natural, a textura extremamente arenosa, e a baixa a muito baixa capacidade de retenção de umidade, e em alguns casos, o lençol freático elevado.

2.3.5.8 Nitossolos vermelhos eutróficos

São solos constituídos por material mineral, com 350 g kg^{-1} ou mais de argila, inclusive no horizonte A, que apresentam horizonte B nítico. O horizonte B nítico apresenta argila de atividade baixa ou caráter alítico, os quais devem ocorrer na maior parte do horizonte B dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (Santos et al., 2018).

Estes solos apresentam horizonte B expressivo em termos de grau de desenvolvimento de estrutura, associado à presença de cerosidade e/ou superfície de compressão, com gradiente textural igual ou menor que 1,5. O horizonte B nítico possui estrutura comumente em blocos subangulares ou angulares ou prismática, de grau moderado ou forte e textura argilosa ou muito argilosa desde a superfície do solo.

São solos profundos, bem drenados, de coloração variando de vermelha a brunada. Em geral, são moderadamente ácidos a ácidos, com argila de atividade baixa ou caráter alítico, com composição caulinítico-oxídica. Quando possuem o caráter alítico, apresentam mineralogia da argila com presença de argilominerais 2:1 com hidroxi-Al entrecamadas (VHE e EHE). Podem apresentar qualquer tipo de horizonte A. São bastantes susceptíveis a erosão, sendo observados nestes solos, a erosão laminar moderada e até severa, e em certas posições se fazem notar sulcos repetidos ocasionalmente.

Quanto à composição química, estes solos possuem os teores de carbono orgânico de médios a altos no horizonte A com valores entre 16,8 a 30 g kg^{-1}; nos horizontes subsuperfíciais, os teores decrescem em profundidade, que passam a ser médios a baixos com valores entre 9,8 g kg^{-1} a 3,47 g kg^{-1}.

Estes solos apresentam a reação do pH em água de moderadamente ácido a fracamente ácido, com pH aumentando normalmente com a profundidade. Tem-se pH de 5,6 a 6,1 na parte superficial e de 5,4 a 6,6 em subsuperfície. A soma de bases trocáveis no horizonte A tem valores altos entre 6,87 e 7,20 cmolc kg^{-1} de solo, aumentando em profundidade no horizonte Bt com valores entre 9,0 a 20 cmolc kg^{-1} de solo. O cálcio e o magnésio são os que mais contribuem com o complexo sortivo do solo. A saturação de bases (valor V %) apresenta valores altos entre 66 % a 91 %, conferindo o caráter eutrófico aos solos. O alumínio (Al^{3+}) apresenta valores baixos inferiores a 0,2 $cmol_c$ kg^{-1}, enquanto o fósforo assimilável é normalmente baixo com valor no máximo de 3 mg kg^{-1}.

Estes solos são bastante explorados com o uso agrícola e pecuária. No uso agrícola são cultivados com milho, feijão e principalmente cana de açúcar. A produção da cana de açúcar é para atender demandas na produção de cachaça da região. A fruticultura se restringe aos arredores das casas dos agricultores cuja produção é para o próprio consumo.

Os Nitossolos estão localizados a oeste da área das Vertentes litorâneas nas unidades de mapeamento NVe e NVe1 e NVe3 no restante da bacia.

São solos com características favoráveis ao uso agrícola, com excelentes condições físicas (profundos a muito profundos, bem estruturados e drenados), fertilidade média a alta, e boa capacidade de armazenamento de água. As limitações devem-se ao risco elevado a erosão, a compactação por máquinas agrícolas e o relevo acidentado.

2.3.5.9 Planossolos

Os Planossolos são constituídos por material mineral com horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico. Compreendem solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com horizonte B plânico, imediatamente subjacente, adensado, com permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano (Santos et al., 2018).

Por efeito da vigência cíclica de excesso de umidade, ainda que por períodos curtos, as cores no horizonte B, e mesmo na parte inferior do horizonte sobrejacente, são predominantemente pouco vivas, com tendência acinzentadas ou escurecidas, podendo haver ocorrência e até mesmo predomínio de cores neutras de redução, com ou sem mosqueados, de acordo com especificações para o horizonte B plânico.

Os solos desta classe ocorrem em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem a vigência periódica anual de excesso d'água, mesmo por período curto, sobretudo em regiões sujeitas a estiagem prolongada, e até mesmo sob condições de clima semi-árido.

Em relação ao uso destes solos, têm como principal limitação a presença de mudança textural abrupta próxima à superfície, devido ao horizonte plânico, o que afeta a aptidão agrícola com ou sem irrigação, contribuindo para uma alta suscetibilidade a erosão, e excesso de água no período chuvoso, e extremo ressecamento no período seco. Ocorrem nas áreas de floresta

caducifólia, caatinga hipoxerófila e vegetação de transição entre as duas. Estes solos têm melhor aptidão para pastagens, culturas de palma forrageira e abacaxi.

Tratando-se das propriedades químicas, estes solos apresentam reação fortemente ácida a fracamente ácida, com valores de pH variando de 4,1 a 6,7 no horizonte A e reação fortemente ácida a fracamente alcalina, com pH de 4,4 a 7,3 no horizonte Bt. O carbono orgânico no horizonte A varia de baixo a alto com valores de 0,58 a 65,70 g kg^{-1} solo, decrescendo em profundidade, tendo no horizonte Bt valores entre 0,36 a 10,7 g kg^{-1} de solo, considerados baixos. A soma de bases varia de baixa a alta no horizonte A com valores de 1,2 a 13,01 $cmol_c$ kg^{-1} de solo e no horizonte Bt de média a alta com valores de 5,9 a 35,0 $cmol_c$ kg^{-1} de solo. A capacidade de troca de cátions no horizonte A variam de baixa a alta, com valores de 4,2 a 14,0 $cmol_c$ kg^{-1} de argila, e no horizonte Bt varia média a alta com valores de 7,77 a 35,0 $cmol_c$ kg^{-1} de argila. Estes solos são eutróficos na área de estudo.

A distribuição geográfica destes solos nas paisagens tem grande expressão em termos de área, ocorrendo principalmente na Depressão Sublitorânea.

Os Planossolos são bastante susceptíveis à erosão devido à textura arenosa do horizonte A e sua pouca profundidade, muitas vezes inferior a 30 cm. Possuem deficiência de drenagem em função da baixa permeabilidade do horizonte Bt. Por isso, apresentam restrições pelo excesso de umidade no período chuvoso e por deficiência no período seco. São solos mais indicados para aproveitamento com pastagem e pecuária.

Os Planossolos Nátricos (SN) possuem horizonte plânico com caráter sódico. Tem pouca expressão geográfica e estão normalmente associados aos Planossolos Háplicos (SX).

Os Planossolos Háplicos não apresentam caráter sódico, nem horizonte glei coincidindo com o horizonte plânico. São os solos de maior distribuição geográfica da área do estudo, sendo identificado apenas o grande grupo dos Planossolos Háplicos Eutróficos que foram mapeados nos subgrupos solódico, arênico e típico, que juntamente com as diversas fases compõem as unidades e grupamentos indiscriminados.

Entre os diversos solos desta classe, destacam-se aqueles com condições que permitem algumas formas de uso agrícola, os Planossolos que apresentam espessura dos horizontes superficiais A ou (A+E) superior a 30 cm. Os solos que apresentam horizonte A pouco espesso, em maioria, são bastante susceptíveis à erosão e podem apresentar excesso d'água no período chuvoso, por restrições de drenagem no horizonte Bt, ou ainda intenso ressecamento na época seca. Deve-se considerar, também, que estes solos, em sua quase totalidade, possuem saturação por sódio

trocável elevada, que pode alcançar cerca de 14 % nos horizontes subsuperficiais. Apresentam ainda como restrição ao uso regular, as condições acentuadas de déficit hídrico do clima semiárido onde ocorrem, sobretudo no Sertão.

São solos que ocorrem na área de estudo nas unidades de mapeamento SXe1, SXe2, SXe3, SXe4, SXe5, SXe7, SXe8, SXe10, SXe13, SXe15, SXe16, SXe17, SXe18, SXe19, SXe19a, SXe21, SXe22, SXe24, SXe24a, SXe26, SXe28, SXe30, SXe33, SXe34, SXe35, SXe36, SXe37, SXe1, SXe1 na área do Canal das Vertentes e na unidade de mapeamento SXe7 e SNo nas demais áreas da bacia.

A principal limitação dos Planossolos é de natureza física, causada pela dureza acentuada do horizonte subsuperficial, a qual impede a penetração de raízes e água. Essa limitação, no período chuvoso, pode causar excesso de umidade e, no período seco, um grande ressecamento. Entretanto, os Planossolos que apresentam espessura dos horizontes superficiais A ou (A+E) superior a 30 cm, favorecem o cultivo agrícola. Estes solos podem apresentar ainda como limitações ao uso agrícola a pedregosidade, rochosidade, presença de horizontes cimentados, sodicidade, salinidade e suscetibilidade à erosão.

2.3.5.10 Plintossolos

São solos constituídos por material mineral, tendo como característica principal a presença de horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário dentro de 40 cm da superfície ou iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei; ou imediatamente abaixo do horizonte A, E ou outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

São solos imperfeitamente ou mal drenados, tendo horizonte plíntico de coloração variegada com cores acinzentadas alternadas com cores avermelhadas e intermediárias entre estas. O horizonte plíntico submetido a ciclos de umedecimento e secagem e após rebaixamento do lençol freático, desidrata-se irreversivelmente e torna-se extremamente duro quando seco. Tal processo dá origem a uma quantidade significativa de cascalhos e até calhaus de petroplintita. Estes solos apresentam, muitas vezes, horizonte B textural sobre ou coincidente com o horizonte plíntico ou com horizonte concrecionário, podendo ocorrer também solos com B incipiente, B latossólico, horizonte glei e solos sem horizonte.

Geralmente são solos profundos a muito profundos, ocorrendo casos de solos pouco profundos, especificamente na região menos úmida, onde a profundidade é definida pela espessura do recobrimento pedimentar sobre o embasamento cristalino. Apresentam sequência de horizontes

mais comuns do tipo: A, Btf, C; A e/ou Ap, E, Btf, C; A, Bt, Btf, C; A, Btfx, C; Ae/ou Ap, E, Bt, Btf, C ou Cf. Deve-se ressaltar também, a possível ocorrência de material concrecionário consolidado (petroplintita), a cerca de 40 cm de profundidade, em perfis com sequência de horizontes do tipo A Btf, Btc/F e A, Bt e F.

Os Plintossolos apresentam uma grande diversificação em textura, tendo-se constatado desde arenosos até argilosos, sendo característica o gradiente textural do horizonte A ou E para o horizonte B, por vezes, com mudança textural abrupta. Verificou-se, neste estudo, a ocorrência de Plintossolos Pétricos e Plintossolos Argilúvicos.

Quanto às características químicas, são solos normalmente com argila de atividade baixa e menos frequentemente com atividade alta. Quanto à saturação de bases e alumínio verifica-se uma grande diversidade, ocorrendo solos distróficos e eutróficos, bem como alíticos.

Quimicamente apresentam normalmente uma reação ácida, com o pH em água variando entre 4,3 e 6,0, isto é, de fortemente ácido a fracamente ácido. A soma de bases trocáveis, varia entre 0,68 a 5,70 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo no horizonte A, e de 0,97 a 5,02 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo no horizonte Bt e Btf. A capacidade de troca de cátions entre 2,95 a 19,47 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila no horizonte A e de 3,25 a 6,8 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila nos horizontes Bt e Btf, valores considerados entre baixo a alto. Estes solos podem ser eutróficos ou distróficos, pois a saturação de bases trocáveis varia de muito baixa a alta no horizonte A, com valores entre 14% a 90%, e de baixa a muito alta no horizonte Bt, com valores de 41% a 100%. Os teores de carbono são comumente baixos, entretanto podem variar de baixo a médio com valores entre 2,2 e 10,7 g kg^{-1}. Os teores mais elevados ocorrem quando o horizonte A é do tipo proeminente.

São solos com média a baixa fertilidade natural e periodicamente podem estar associados com problemas de deficiência de drenagem e com a profundidade efetiva, bem como, com relação à profundidade dos horizontes plínticos ou petroplíntico. Essas características vão influenciar no potencial de uso agrícola destes solos, que ainda podem requerer a correção da fertilidade e da acidez do solo. Na zona úmida mais costeira da área, a principal cultura sobre esses solos é a cana de açúcar, enquanto na região do agreste e zona de transição para o semiárido, cultivam-se melancia, mandioca, milho, feijão, capim búffel, palma e pastagem natural.

Os Plintossolos Argilúvicos (FT) possuem horizonte B textural ou caráter argilúvico, enquanto os Plitossolos Concrecionários apresentam presença de horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário (FT), iniciando dentro de 40 cm da superfície (Santos et al., 2018). Os

Plintossolos Argilúvicos da área de estudo possuem saturação por bases alta (V ≥ 50 %) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B ou C.

São solos que ocorrem na área de estudo nas unidades de mapeamento FTe1, FTe1, FFc1 e FFc2 na área do Canal das Vertentes.

2.3.5.11 Vertissolos

Compreendem solos constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 cm e 100 cm de profundidade e uma relação textural insuficiente para caracterizar um horizonte B textural. Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de água no solo, e na época seca a presença de fendas profundas com pelo menos 1 cm de largura, atingindo, no mínimo 50 cm de profundidade, e evidências de movimentação de massa do solo sob a forma de superfícies de fricção (*slikenside*s).

Podem apresentar microrelevo tipo gilgai e estruturas do tipo cuneiformes inclinadas e formando ângulo com a superfície horizontal. Possuem a consistência muito plástica e muito pegajosa devido à presença comum de argilas expansivas ou mistura destas com outros argilominerais (Santos et al., 2018).

Apresentam sequência de horizonte A, Cv ou A, Biv, C. Em relação a cor, podem ser escuros, acinzentados, amarelados ou avermelhados. Variam de profundos a muito profundos, embora ocorram também rasos. Em termos de drenagem, variam de imperfeitamente drenados a mal drenados, sendo ocasionalmente moderadamente drenados e a permeabilidade do solo quando úmido é muito lenta, com erosão variando de laminar ligeira a severa, nas partes onde o relevo é suave ondulado a ondulado.

São solos de alta capacidade de troca de cátions, elevada saturação por bases (≥ 50 %) com teores elevados de cálcio e magnésio e alta relação Ki (> 2,0). A reação de pH mais frequente situa-se da faixa neutra para alcalina, podendo, menos frequentemente, ocorrer na faixa moderadamente ácida.

Com relação às propriedades químicas, são solos de reação moderadamente ácida a fracamente ácida no horizonte superficial, com pH em água com valores entre 5,4 a 6,3, aumentando em profundidade, passando a valores de 6,7 a 7,3, nos horizontes Cv. No complexo sortivo registram-se altos valores para soma de bases trocáveis (valor S) e para capacidade de troca de cátions (valor T). A soma de bases é alta desde a superfície, tendo valores entre 27,0 a 42,8 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo, com leve aumento nos horizontes subsuperficiais C, com valores entre 27,2

a 47,1 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo. Dentre os cátions trocáveis pode verificar que a maior presença é do Ca^{2+} e Mg^{2+}, com valores entre 7,6 e 14,0 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo e de 13,4 e 37,0 $cmol_c\ kg^{-1}$ de solo, respectivamente. O potássio (K^+) apresentou valores entre 0,04 a 0,25 $cmol_c\ kg^{1}$ de solo, onde decrescem nos horizontes inferiores. Para o fósforo, os valores são baixos, inferiores a 22 mg kg^{-1}, e que decrescem nos horizontes subperficiais do solo. A capacidade de troca é alta no horizonte superficial, com valores entre 31,6 a 45,1 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila e valores de até 48,2 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila, nos horizontes subsuperficiais. Com esses resultados, estes solos são geralmente eutróficos, com saturação por bases trocáveis maior que 50 %.

São solos que ocorrem na área de estudo na unidade de mapeamento VXo na área do Canal das Vertentes.

Os Vertissolos possuem uma elevada fertilidade natural, o que lhes conferem médio a alto potencial agrícola. Suas restrições estão relacionadas a sua natureza física (solos extremamente duros quando secos e muito pegajosos quando molhados) o que dificulta o manejo e uso de máquinas agrícolas, além da deficiência de drenagem (solos com permeabilidade muito lenta no estado úmido), podendo ter alguns problemas de sodicidade, e, ou, salinidade. São cultivados com pastagem plantada ou natural e culturas de subsistência (milho, feijão e arroz). Também faz parte do aproveitamento destes solos a pecuária extensiva.

2.3.5.12 Solos de mangue

São solos halomórficos muito pouco desenvolvidos, escuros e lamacentos, com alto conteúdo de sais provenientes da água do mar, formados em ambientes de mangues a partir de sedimentos recentes de natureza e granulometria variada, referidos ao Holoceno, em mistura com detritos orgânicos. Tais sedimentos são decorrentes de acumulação flúvio-marinhas, depositados pelas águas dos rios quando encontram as águas do mar, em seus baixos cursos, normalmente onde é estabelecida uma condição de calmaria com a redução da correnteza dos rios (Araújo Filho et al., 2000).

Os Solos Indiscriminados de Mangues compreendem principalmente Solos Orgânicos e Gleissolos, todos normalmente com caráter tiomórfico. Apresentam vegetação do tipo floresta tropical perenifólia de mangue. Estes solos ocorrem em uma área não significativa do mapeamento em termos de extensão. É formada por uma única unidade de mapeamento - SM - Ass. de: SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUE, textura arenosa/média e média, fase floresta tropical perenifólia de mangue, relevo plano.

As principais limitações agrícolas são relacionadas ao alto conteúdo de sais, às condições de excesso de umidade (inundações periódicas) e ao caráter tiomórfico. Em termos de potencialidades, os manguezais são de alta relevância para preservação da flora e da fauna. Neste ambiente tem-se uma intensa atividade biológica, particularmente no sentido da reprodução de muitas espécies, como os caranguejos e outros crustáceos, sendo, portanto, indispensável sua preservação para manutenção do equilíbrio ecológico deste ecossistema.

2.3.5.13 Quantificação das áreas ocupadas pelos diferentes tipos de solos.

A **Tabela 2.17** mostra as áreas ocupadas por cada tipo de solo dentro da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas (mapeada na escala 1:50.000). A **Tabela 2.18** mostra as áreas ocupadas por cada tipo de solo fora da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas (mapeada na escala 1:250.000), enquanto a **Tabela 2.19** mostra as áreas totais dos diferentes tipos de solos de toda a bacia, tendo sido as unidades de mapeamento der solos agrupadas pelo tipo de solo a nível de ordem/subordem.

Tabela 2.17 - Áreas ocupadas por cada tipo de solo dentro da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas

Solo	Área (ha)	Área (%)
Área Urbana	3.034,5	1,4
ARGISSOLO AMARELO Distrófico	20.511,1	9,3
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico e Eutrófico	493,2	0,2
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e AMARELO Distrófico	396,7	0,2
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico	2.391,6	1,1
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e VERMELHO Distrófico	12.772,7	5,8
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e VERMELHO Eutrófico e Distrófico	5.136,2	2,3
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico e Distrófico	5.893,1	2,7
ARGISSOLO VERMELHO Distrófico	11.914,0	5,4
ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO AMARELO Eutrófico	3.224,5	1,5
ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO AMARELO Eutrófico e Distrófico	6.349,9	2,9
ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico	48.074,7	21,7
ESPODOSSOLO HUMILUVICO Hiperespesso e Hidro hiperespesso	11,1	0,0

Solo	Área (ha)	Área (%)
ESPODOSSOLO HUMILUVICO Ortico	3.832,1	1,7
GLEISSOLO HAPLICO Ta e Tb Distrófico e Eutrófico	1.656,1	0,7
GLEISSOLO HAPLICO Tb Distrófico	354,8	0,2
LATOSSOLO AMARELO Distrófico	5.670,8	2,6
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	352,8	0,2
LUVISSOLO CROMICO Ortico	3.177,1	1,4
NEOSSOLO FLUVICO Ta e Tb Eutrófico	2.504,2	1,1
NEOSSOLO FLUVICO Ta e Tb Eutrófico e NEOSSOLO FLUVICO PsamItico	2.127,4	1,0
NEOSSOLO FLUVICO Tb e Ta Eutrófico	3.192,4	1,4
NEOSSOLO LITOLICO Eutrófico	10.250,0	4,6
NEOSSOLO LITOLICO Eutrófico e AFLORAMENTOS DE ROCHA	11.119,1	5,0
NEOSSOLO QUARTZARENICO Ortico	7.955,7	3,6
NEOSSOLO REGOLITICO PsamItico	193,9	0,1
NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico	716,6	0,3
PLANOSSOLO HAPLICO Eutrófico	33.340,9	15,1
PLANOSSOLO HAPLICO Eutrófico e PLANOSSOLO NATRICO Ortico	12.628,6	5,7
PLINTOSSOLO ARGILUVICO Eutrófico	810,7	0,4
PLINTOSSOLO PETRICO Concrecionario	399,2	0,2
Solos de Mangue	156,1	0,1
VERTISSOLO HAPLICO Ortico	649,4	0,3
Total	221.291,0	100,0

Tabela 2.18 - Áreas ocupadas por cada tipo de solo fora da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas

Solo	Área (ha)	Área (%)
GJo - Gleissolo Tiomórfico Órtico	5.991,1	2,5
LAd - Latossolo Amarelo Distrófico	1.595,5	0,7
NVe - Nitossolo Vermelho Eutrófico	9.067,3	3,8
PACd - Argissolo Acinzentado Distrófico	21.193,4	9,0
PAd - Argissolo Amarelo Distrófico	27.132,4	11,5
PAdx - Argissolo Amarelo Distrocoeso	5.694,0	2,4

Solo	Área (ha)	Área (%)
PVAe - Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	10.200,3	4,3
PVe - Argissolo Vermelho Eutrófico	88.127,4	37,3
RLe - Neossolo Litólico Eutrófico	10.541,2	4,5
RQo - Neossolo Quartzarênico Órtico	22.462,5	9,5
RRd - Neossolo Regolítico Distrófico	15.655,9	6,6
RRe - Neossolo Regolítico Eutrófico	16.364,1	6,9
RYve - Neossolo Flúvico Ta Eutrófico	2.316,0	1,0
SNo - Planossolo Nátrico Órtico	140,4	0,1
Total	236.481,5	100,0

Tabela 2.19 - Áreas totais das áreas de toda a bacia agrupada a nível de ordem/subordem

UM	Solo	Área (ha)	Área (%)
Área Urbana	Área Urbana	3.034,5	0,7
SB25	Água	1.899,8	0,4
Eko	Espodossolo Humilúvivo órtico	3.843,2	0,8
FFc	Plintossolo Férrico concrecionário	399,2	0,1
FTe	Plintossolo Argilúvo eutrófico	810,7	0,2
GJo	Gleissolo Tiomórfico órrtico	5.991,1	1,3
GXb	Gleissolo Háplico distrófico	354,8	0,1
GXv	Gleissolo Háplico vertissólico	1.656,1	0,4
LAd	Latossolo Amarelo distrófico	7.266,4	1,6
LVd	Latossolo Vermelho distrófico	352,8	0,1
NVe	Nitossolo Vermelho eutrófico	9.783,8	2,1
PACd	Argissolo Acinzentado distófico	21.193,4	4,6
PAd	Argissolo Amarelo distófico	47.643,5	10,4
PAdx	Argissolo Amarelo Distrocoeso	5.694,0	1,2
PVAd	Argissolo Vermelho Amarelo distrófico	16.032,4	3,5
PVAe	Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	21.251,4	4,6
PVd	Argissolo Vermelho distrófico	11.914,0	2,6
PVe	Argissolo Vermelho eutrófico	145.776,5	31,7
RLe	Neossolo Litólico distrófico	31.910,2	6,9

UM	Solo	Área (ha)	Área (%)
RQo	Neossolo Quartzarênico distrófico	30.418,2	6,6
RRd	Neossolo Regolítico distrófico	15.655,9	3,4
RRe	Neossolo Regolítico eutrófico	16.364,1	3,6
RRq	Neossolo Regolítico Psamítico	193,9	0,0
RYbe	Neossolo Flúvico Tb eutrófico	3.192,4	0,7
RYve	Neossolo Flúvico eutrófico	6.947,6	1,5
SB25	Água	1.899,8	0,4
SM	Solos de Mangue	156,1	0,0
SNo	Planossolo Nátrico órtico	140,4	0,0
SXe	Planossolo Háplico eutrófico	45.969,5	10,0
TCo	Luvissolo Crômico háplico	3.177,1	0,7
VXo	Vertissolo Háplico órtico	649,4	0,1
	Total	**459.672,2**	**100,0**

2.3.6 Erosão

A erosão dos solos é considerada uma identificação do grau de degradação ambiental, e está diretamente relacionada a fatores como características do solo, topografia, uso e ocupação do solo e clima (OLIVEIRA *et al*., 2009). Além disso, entender os processos erosivos é muito importante para aspectos sociais e econômicos, já que analisa as perdas de solo em terras agricultáveis e assoreamento em rios e reservatórios (SILVA, *et al*. 2012).

Nesse sentido, a avaliação dos processos erosivos é extremamente importante para verificar a necessidade de ações de intervenção nas bacias hidrográficas. A erosão pode ser acentuada pelo uso e manejo inadequado do solo. Como forma de minimizar os problemas causados, são aplicadas práticas conservacionistas que através de técnicas específicas otimizam o uso do solo sem causar impactos ao meio ambiente.

Para análise do comportamento dos processos erosivos nas Bacias Hidrográficas do Litoral Norte foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo (*Universal Soil Loss Equation* – USLE) desenvolvida em 1978 por Wischmeier & Smith. A equação utiliza como parâmetros características do solo, relevo, uso do solo e regime pluviométrico da bacia.

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Onde:

A = perda de solo por unidade de área ($t.ha^{-1}.ano^{-1}$);

R = fator erosividade da chuva ($MJ.ha^{-1}.mm.h^{-1}.ano^{-1}$);

K = fator erodibilidade do solo ($(t.ha^{-1})/\ MJ.ha^{-1}.mm.h^{-1}$);

L = fator de comprimento da rampa;

S = fator de declividade;

C = fator de uso e manejo do solo;

P = fator de práticas conservacionistas anotadas;

Para composição do potencial erosivo cada fator utiliza como base dados disponíveis para a área de estudo. Com o desenvolvimento de novas tecnologias se torna cada vez mais ampla a utilização de ambientes SIG para aplicação de modelos matemáticos. Assim, foram utilizados dados coletados e gerados em plataforma de geoprocessamento para cálculo especializado do potencial erosivo das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. A **Tabela 2.20** apresenta o resumo das fontes de informação para análise de erosão nas bacias do Litoral Norte, relacionando-as a cada um dos parâmetros que compõem a Equação Universal de Perda de Solo.

Tabela 2.20 - Resumo das fontes de informação para análise de erosão nas bacias do Litoral Norte

Autor	Título	Resumo das informações e parâmetro relacionado
Wischmeier & Smith (1978)	Use and misuse of the universal soil-loss equation. Journal of soil and Water Conservation	Equação de USLE
Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)	Hidroweb	Dados de postos pluviométricos das bacias do Litoral Norte e seu entorno – fator (R)
Bertoni & Lombardi Neto (1990)	Conservação do solo	Equação de erosividade – fator (R)
Embrapa (2018)	Pedologia	Tipologia dos solos – fator (K)
Amaral (2016)	Análise espacial das perdas de solo no estado da Paraíba	Valores de erodibilidade - fator (K)
National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA)	Topodata (EMBRAPA)	Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução de 30 metros – fator (LS)
Moore & Burch (1996)	Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation	Equação do fator topográfico – fator (LS)
Mapbiomas coleção 6.1 (2020)	Uso do solo	Uso do solo nas Bacias Hidrográficas do Litoral Norte – fator (C)
Amaral (2016)	Análise espacial das perdas de solo no estado da Paraíba	Valores do fator uso e manejo do solo – fator (C)

Fonte: Acervo próprio, 2022

2.3.6.1 Erosividade (R)

A Erosividade das chuvas é um dos principais fatores que determinam o grau de perda do solo que causa diminuição nos processos produtivos e consequentemente gera reflexos econômicos

e sociais negativos. Ou seja, quantificar esse fator é de grande importância para determinar os usos e manejos adequados dos solos (Bazzano, *et al*. 2010). Avaliar a evolução da Erosividade ao longo do ano também é uma ferramenta interessante para o cultivo dos solos, podendo assim identificar quais os meses com maior risco de perda de solo prevendo a aplicação mais efetiva de práticas conservacionistas nestes períodos mais críticos (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Os dados de entrada para cálculo da Erosividade são as precipitações mensais e anuais registradas nas bacias hidrográficas, se tratando das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte as estações pluviométricas utilizadas foram apresentadas na **Tabela 2.10**.

Para definição da equação a ser utilizada para cálculo da Erosividade nas Bacias Hidrográficas do Litoral Norte foi utilizado o estudo desenvolvido por Amaral (2016) que quantifica a erosividade em todo o estado da Paraíba. O valor do fator R foi estimado a partir da equação desenvolvida por Bertoni & Lombardi Neto (1990), sendo ela:

$$R = 89{,}823 * (\frac{P_m^2}{P_a})^{0{,}759}$$

Onde:

R = fator erosividade da chuva ($MJ.ha^{-1}.mm.h^{-1}.ano^{-1}$);

P_m = precipitação média mensal (mm);

P_a = precipitação total anual (mm).

Para analisar a distribuição espacial da erosividade da chuva na região, os dados de precipitação foram organizados em formato de banco de dados em ambiente SIG, e em seguida foi aplicado o método de interpolação Krigagem. A **Figura 2.34** mostra a distribuição espacial da erosividade da chuva nas BHLN. A análise do mapa de erodibilidade aponta para um potencial erosivo devido a precipitação superior em regiões específicas das BHLN, próximo a Lucena e Solânea. Esta conclusão se deve ao regime de precipitação e sua variabilidade sazonal destacada nestas regiões. A **Tabela 2.21** apresenta o intervalo de classes de erosividade.

Tabela 2.21 - Classe da erosividade das chuvas

Classes de erosividade	MJ mm $ha^{-1}ano^{-1}$
Muito baixa	R < 2500
Baixa	2500<R<5000
Média	5000<R<7000
Alta	7000<R<9000
Muito Alta	R>9000

Fonte: Amaral, et al (2014).

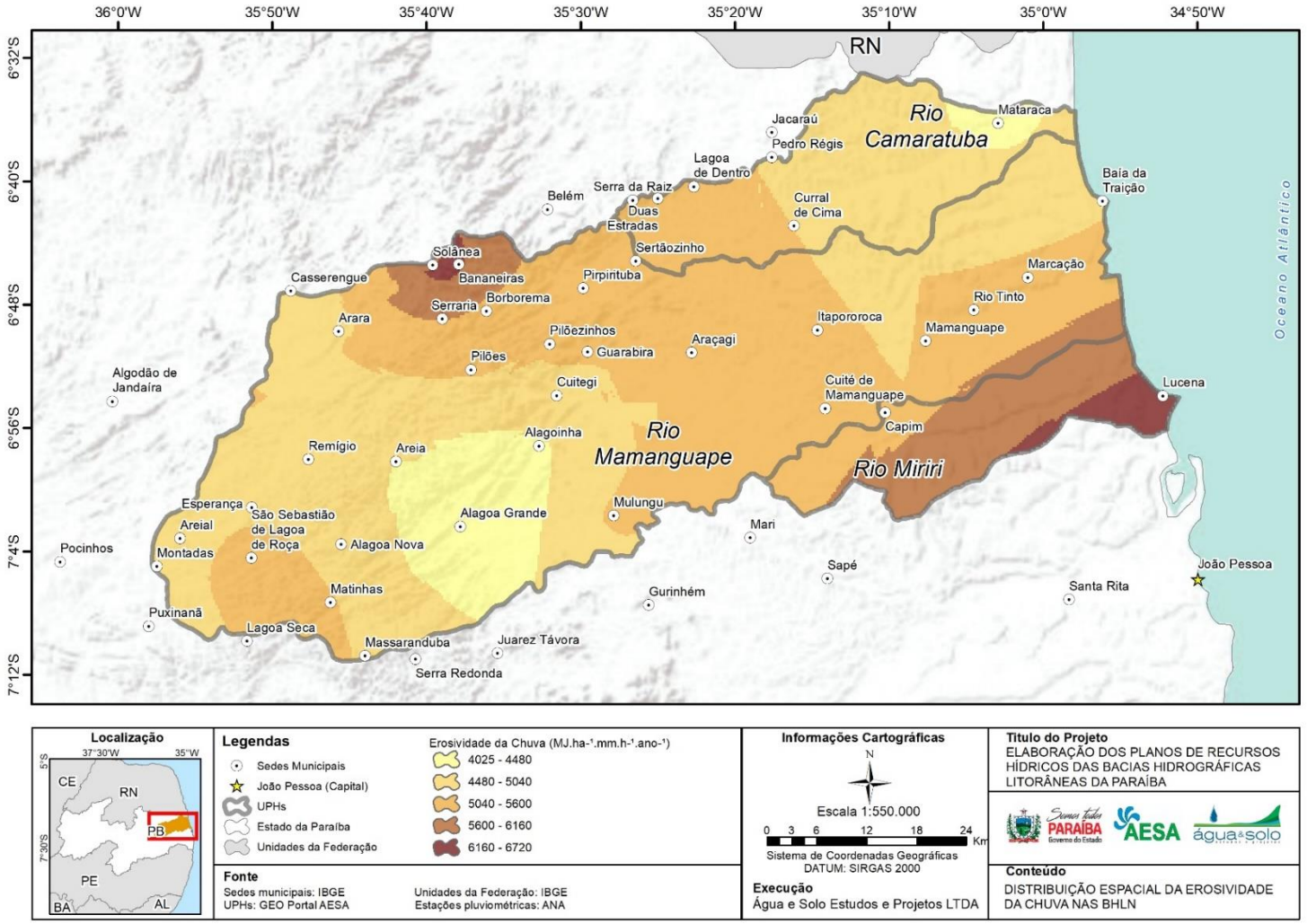


Figura 2.34 - Distribuição espacial da erosividade da chuva nas BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

2.3.6.2 Erodibilidade (K)

Segundo Bertoni & Lombardi Neto (2010) erodibilidade é a capacidade de regular a infiltração da água no solo, a resistência ao transporte pelo escoamento superficial e a desagregação pelo impacto das gotas de chuva. Quanto maior a erodibilidade do solo, maior será a perda de solo causada pelos processos erosivos. As propriedades físicas do solo estão diretamente relacionadas ao fator erodibilidade. A estrutura, textura, taxa de infiltração, permeabilidade, densidade e porosidade são algumas das principais características avaliadas para definição do valor de erodibilidade (Silva *et al*., 2003).

A espacialização dos solos da região foi obtida a partir do mapa de unidades pedológicas da Embrapa (2018). Para classificação da erodibilidade foram utilizadas referências que correlacionam os tipos de solo com valores de erodibilidade, como proposto por Amaral (2016), que apresenta valores de K para o estado da Paraíba. Não foram encontrados valores do Fator K para diversos tipos de solo descritos no item de pedologia (2.3.5), por isso optou-se por utilizar o mapeamento simplificado da Embrapa.

A **Tabela 2.22** apresenta os valores de K associados as unidades pedológicas presentes na bacia hidrográfica do Litoral Norte. A **Tabela 2.23** apresenta as classificações dos diferentes graus de erodibilidade conforme os intervalos. A **Figura 2.35** apresenta a distribuição espacial do Fator K para as BHLN.

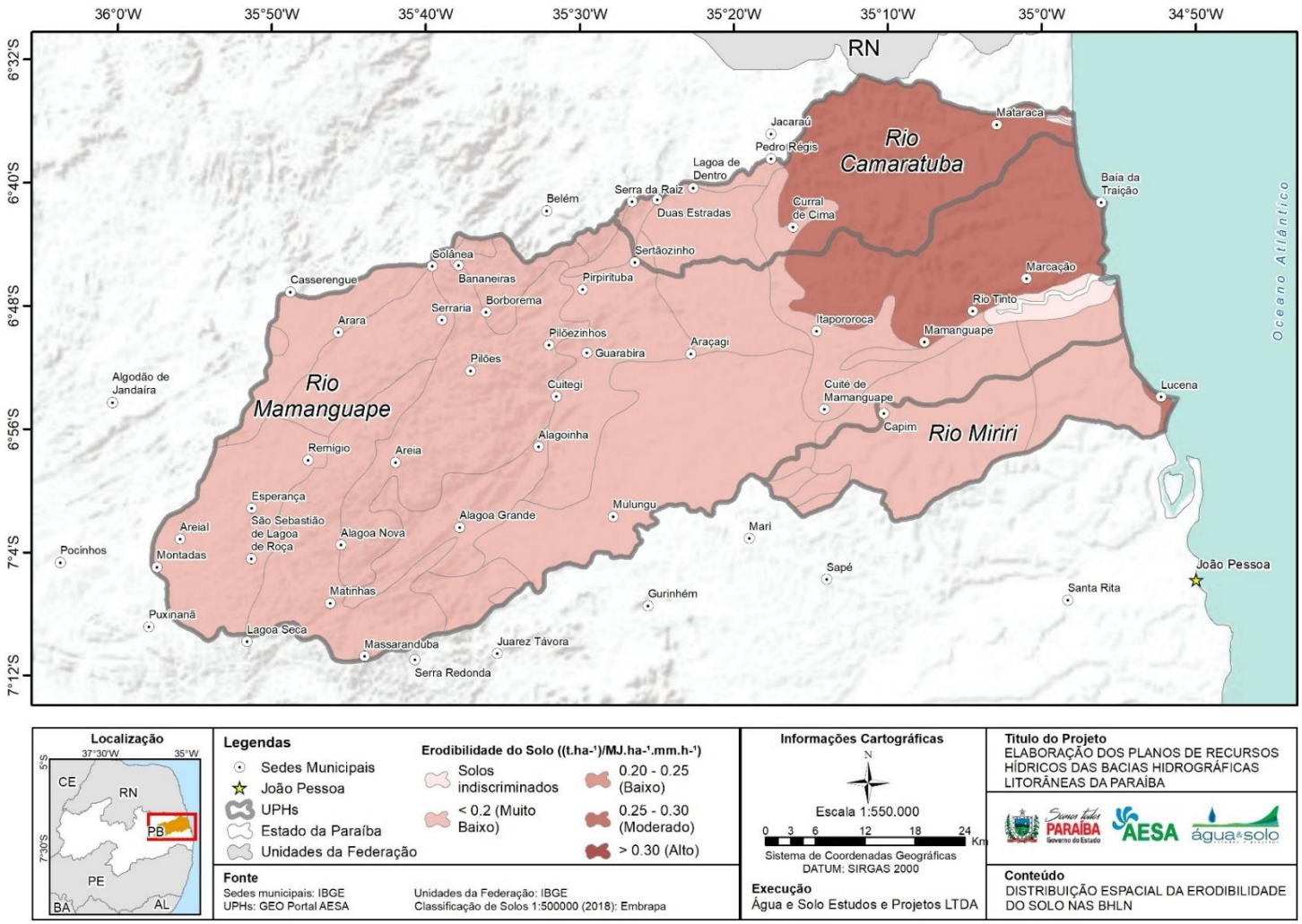
Tabela 2.22 - Valores de K para os solos das BHLN

Unidade taxonômica principal atualizada	Fator K
Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	0,078
Nitossolo Vermelho	0,123
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	0,093
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	0,116
Neossolo Litólico Eutrófico	0,127
Neossolo Quartzarênico Órtico	0,268
Neossolo Regolítico Distrófico	0,091
Neossolo Flúvico Eutrófico	0,184
Planossolo Háplico Eutrófico	0,075
Luvissolo Crômico Órtico	0,108

Fonte: AMARAL (2016).

Tabela 2.23 - Grau de Erodibilidade do Solo

Grau de Erodibilidade	Fator K
Muito Baixo	< 0,20
Baixo	0,20 – 0,25
Moderado	0,25 – 0,30
Alto	>0,30



2

Figura 2.35 - Distribuição espacial da erodibilidade do solo nas BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

2.3.6.3 Fator topográfico (LS)

O fator topográfico é a relação entre o comprimento de rampa (L) e inclinação do terreno (S). Esses parâmetros influenciam diretamente na velocidade do escoamento da água que por sua vez altera a quantidade de material que é transportado a partir do escoamento (BERTONI & LOMBARDI LETO, 1990).

Para a determinação do fator topográfico (Fator LS) foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) para as BHLN, com a resolução espacial de 30 metros, disponível no site da AESA. O fator LS foi estimado a partir da equação desenvolvida por Moore & Burch (1996):

$$LS = (\frac{As}{22,13})^{0,4} * (\frac{sen\ (\theta)}{0,0896})^{1,2}$$

Onde:

As = produto da acumulação de fluxo pelo tamanho da célula;

θ = ângulo de declividade do terreno em graus.

A partir do produto obtido gerou-se o mapa correspondente ao fator topográfico LS, em formato *raster*. A **Figura 2.36** mostra a espacialização do Fator LS para as BHLN. A **Tabela 2.24** apresenta os valores do Fator LS separados em classes segundo a classificação proposta pela EMBRAPA (1979). O fator topográfico apontou para maior potencial de velocidade do escoamento na porção oeste das BHLN na bacia do rio Mamanguape.

Tabela 2.24 - Área de cada classe de declividade para as BHLN

Classes	Fator LS	Área Km²
Plano	0 – 3	4034,41
Suave Ondulado	3 - 8	832,74
Ondulado	8 - 20	58,25
Forte Ondulado	20 - 45	0,046

Fonte: Embrapa (1979)

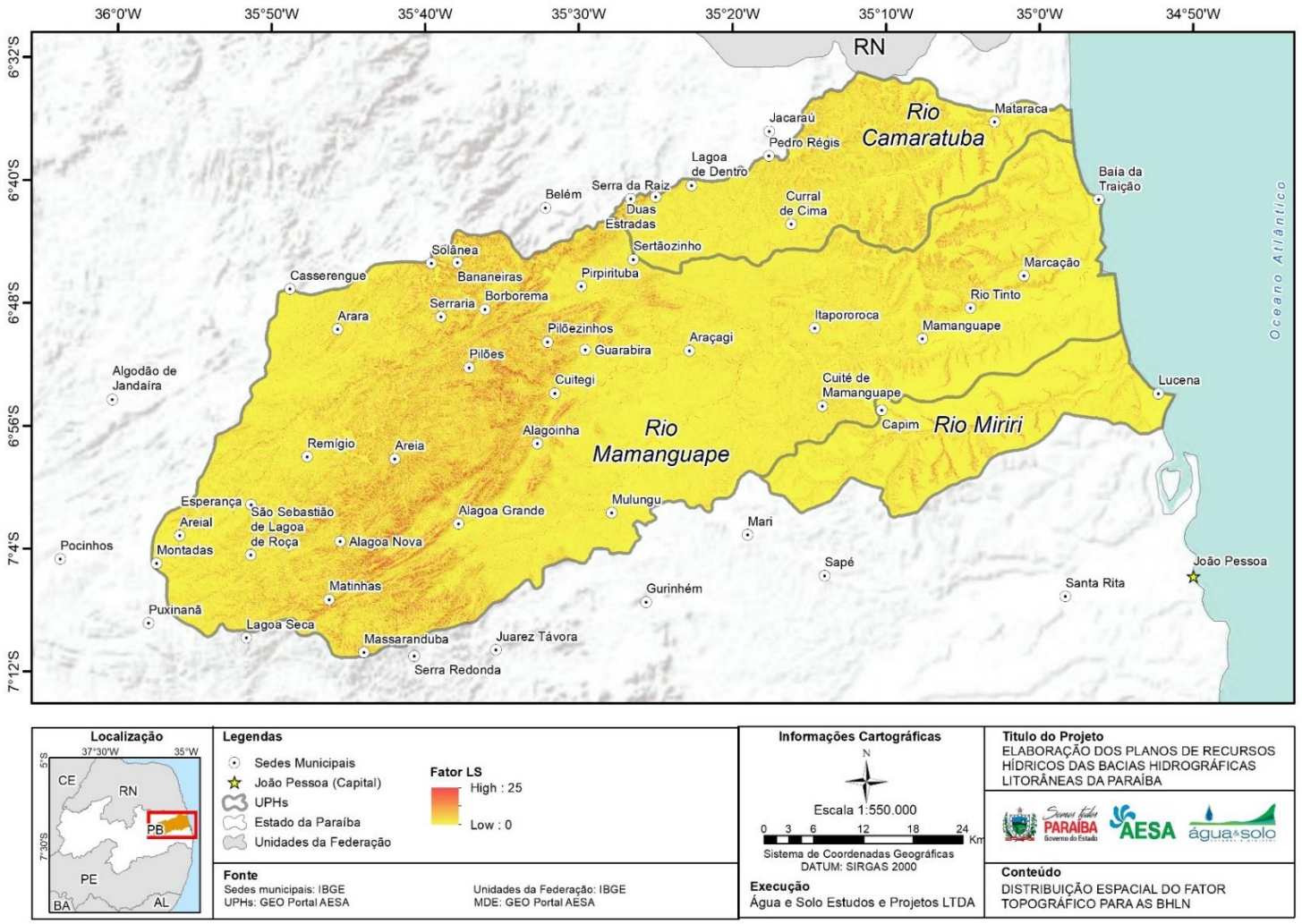


Figura 2.36 - Distribuição espacial do fator topográfico para as BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

2.3.6.4 Uso e manejo do solo (C) e Práticas conservacionistas (P)

O fator uso e manejo do solo (C) estabelece a relação entre a perda de solo em condições variadas de uso e ocupação em comparação com o mesmo solo em um terreno completamente descoberto. Sendo este fator importante para definir ações preventivas para minimizar os danos causados pelos processos erosivos (SILVA, 2010). O valor de C varia de 0 a 1 sendo quanto mais próximo de 0 maior a proteção do solo estudado.

O fator práticas conservacionistas está relacionado com o manejo adequado do solo. O manejo conservacionista promove redução das perdas de solo (98%) e de água (68%) quando se compara ao sistema convencional de plantio, além de aumentar os nutrientes graças a manutenção da cobertura vegetal (THOMAZINI *et al*., 2012).

O fator P não é considerado pela incerteza do uso do solo, tipo de cultura e práticas realizadas no campo. Assim, os Fatores C e P são analisados como sendo um único fator, fator CP.

Para a classificação do fator CP foram utilizados dados de uso e cobertura do solo, retirados do Mapbiomas (coleção 6). Os valores foram propostos por Amaral (2016), que apresenta valores de CP para o estado da Paraíba.

A **Tabela 2.25** apresenta os valores de CP associados ao uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas do Litoral Norte. A **Figura 2.37** apresenta a distribuição espacial do Fator CP para as BHLN.

Tabela 2.25 - Valores de CP para as BHLN

Uso e cobertura do Solo	Fator CP
Água	0
Vegetação Arbórea	0,004
Vegetação Arbórea-arbustiva	0,0027
Cultura	0,1415
Área Urbana	0,001
Cana-de-açúcar	0,001
Solo Exposto	1
Vegetação Herbácea e Gramíneas	0,01

Fonte: AMARAL (2016)

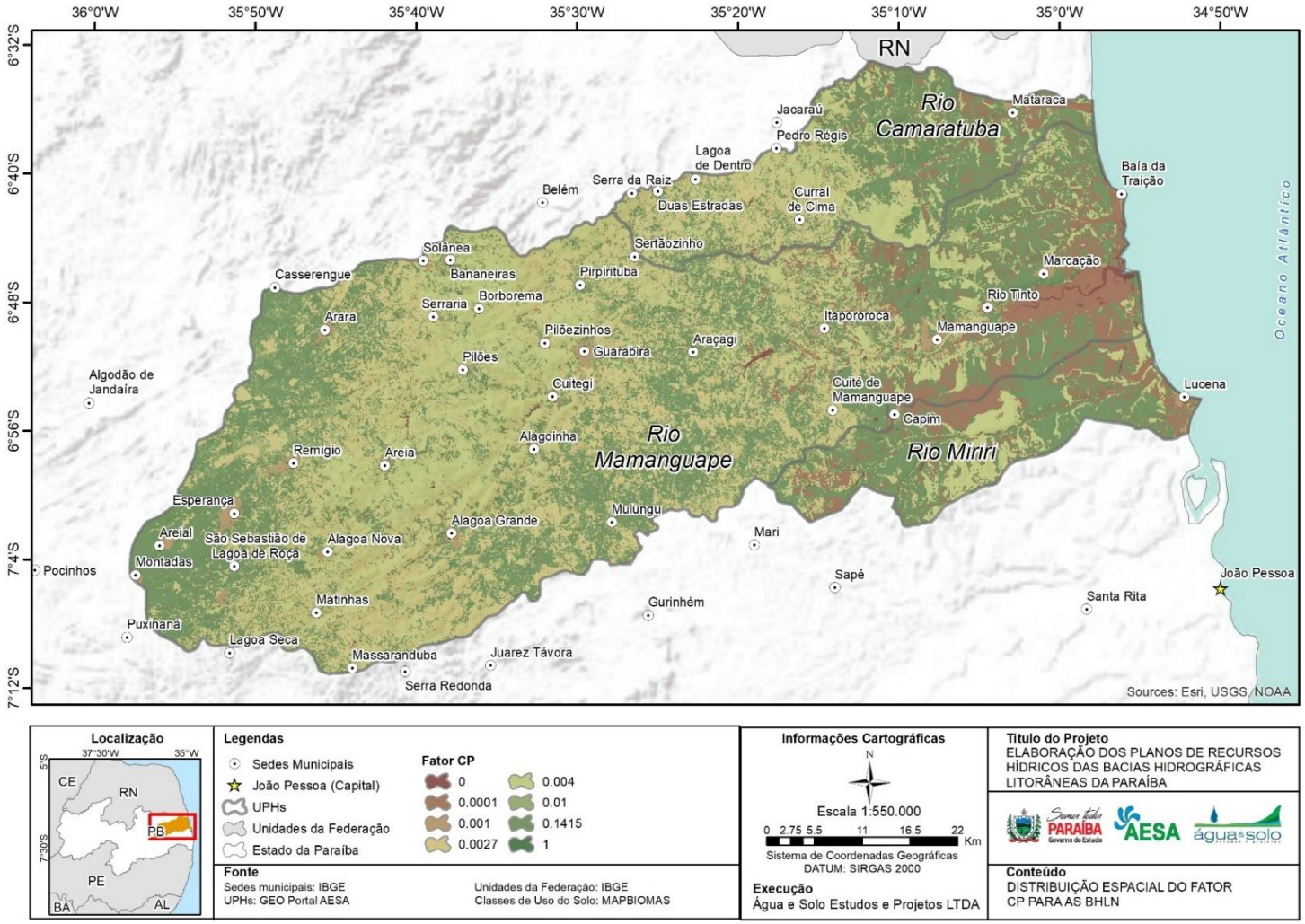


Figura 2.37 - Distribuição espacial do Fator CP para as BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

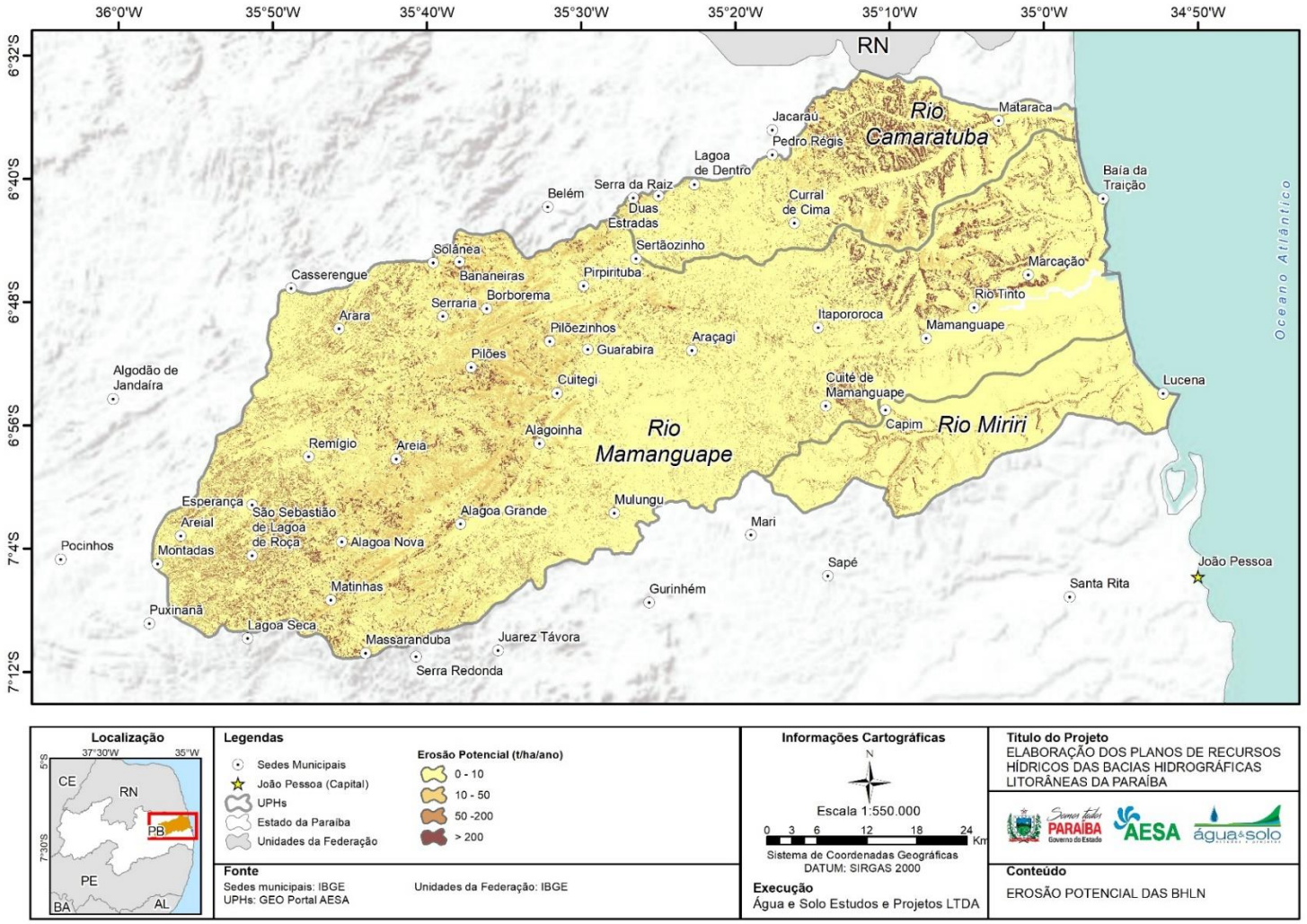


Figura 2.38 - Erosão Potencial das BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

2.3.6.5 Resultados: Estimativa da Erosão Potencial nas BHLN

O cálculo da perda de solo distribuída foi realizado através de operações de análise espacial em ambiente SIG, onde os mapas dos fatores mencionados foram sobrepostos e multiplicados entre si, conforme a EUPS. A **Figura 2.38** apresenta o mapa com a distribuição espacial da erosão hídrica potencial das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. A região nordeste das BHLN apresentou maior potencial erosivo, sendo compostas por parte da bacia do rio Mamanguape e grande parte da bacia do rio Camaratuba.

A partir do histograma de frequências foi determinada a área para cada intervalo de erosão. A **Tabela 2.26** apresenta os intervalos de grau de erosão potencial para cada uma das UPHs presentes nas BHLN.

Tabela 2.26 - Distribuição da perda de solos potencial nas UPHs das BHLN

Intervalos de perda de solo (t/ha/ano)	Condição Potencial de erosão	Área nas UPHs (km²)			Total (km²)	Área (%)
		Rio Camaratuba	Rio Miriri	Rio Mamanguape		
0 - 10	Baixa	536,61	426,62	3006,04	3969,27	81,2
50 - 100	Moderada	38,59	3,64	312,95	355,18	7,3
50 - 200	Alta	8,61	22,39	223,47	254,47	5,2
>200	Muito Alta	89,07	8,52	209,11	306,7	6,3

Fonte: Acervo próprio, 2022

Analisando a **Figura 2.38**, a **Figura 2.39** e a **Tabela 2.26**, é possível observar que as regiões mais frágeis quanto à erosão hídrica laminar são as UPHs Rio Camaratuba e Rio Mamanguape. Estas duas regiões apresentam uma quantidade significativa de pontos com graus de erosão potencial altos e muito altos. Na UPH Rio Camaratuba e ao leste da UPH Rio Mamanguape destaca-se a ocorrência de áreas com uso do solo Agricultura/Pecuária e de solos do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico, que apresenta grau de erodibilidade elevado. A porção oeste da UPH Rio Mamanguape apresenta as altitudes mais elevadas das BHLN, promovendo consequentemente o aumento da velocidade do escoamento da água na região.

Na UPH Rio Miriri, observa-se a predominância de graus de potencial de erosão hídrica baixos. Destaca-se a ocorrência de solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, que apresenta grau de erodibilidade moderado. Apesar da baixa ocorrência de graus de potencial de erosão hídrica altos e muito altos o solo da região é majoritariamente ocupado por atividades de Agricultura.

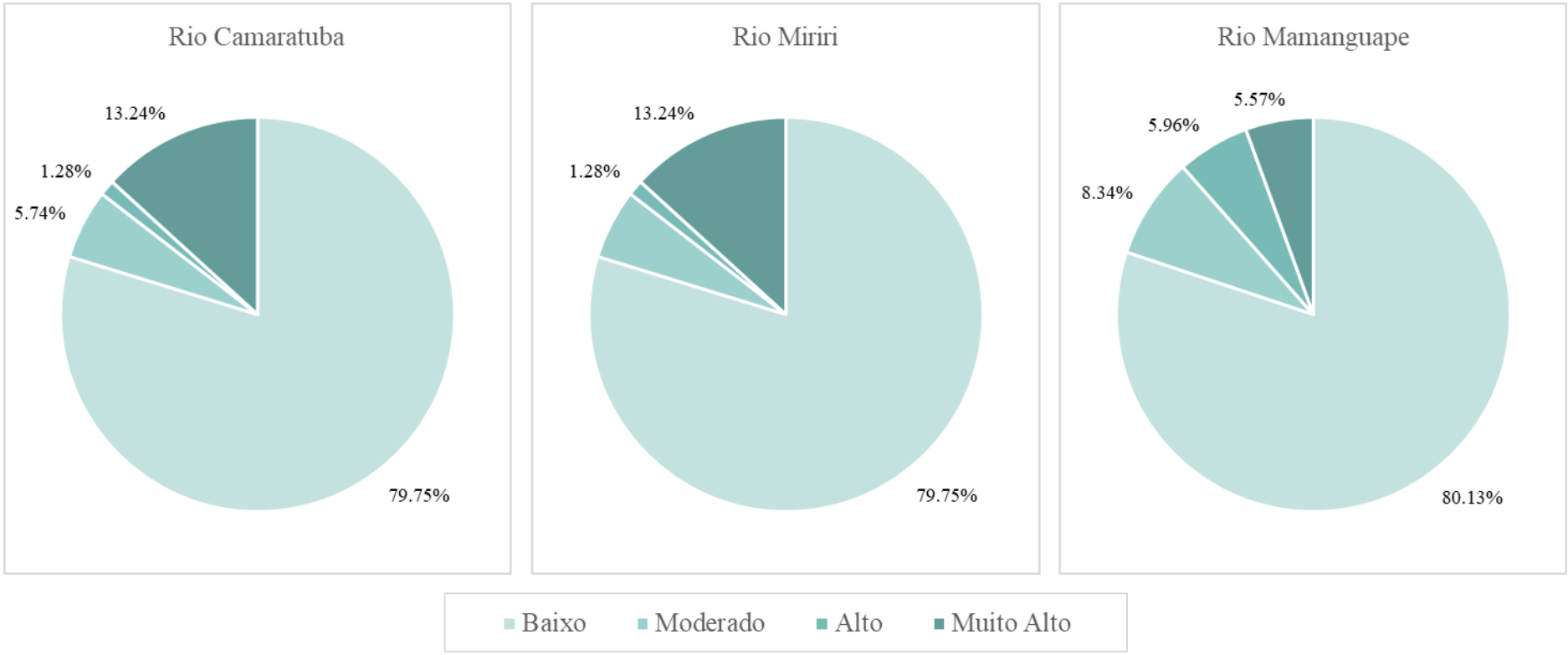


Figura 2.39 - Distribuição da perda de solos por UPH nas BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022

2.3.6.6 Implicações: Estimativa da Erosão Potencial nas BHLN

A avaliação do potencial erosivo nas BHLN apontou três regiões com maior potencial de erosão, localizadas na porção oeste e nordeste da bacia do rio Mamanguape e na bacia do rio Camaratuba. Na porção oeste da bacia do rio Mamanguape estão localizadas as regiões de cabeceira do reservatório existente na região central da bacia. Esta região, por seu elevado potencial erosivo, pode contribuir de forma acentuada com a geração de sedimentos que, ao serem transportados pelos rios, se depositam no reservatório mencionado. Esta situação pode acarretar na redução do volume útil do reservatório.

Próximo ao estuário do rio Mamanguape há uma área com elevado potencial erosivo, principalmente nos rios de menor ordenamento (ver **Figura 2.5**). Esta região possui rede de drenagem superficial direcionada para a o estuário existente na foz do rio Mamanguape. Considerando que os eventos de precipitação de fato causem a erosão do solo e o transporte de sedimentos na calha do rio seja realizado, eles atingiriam de forma mais intensa a região a APP do estuário.

A bacia do rio Camaratuba apresentou elevado potencial erosivo principalmente nas cabeceiras existentes na sua porção central. Este potencial erosivo pode acarretar no transporte de sedimentos que seriam depositados os fundos dos canais da rede drenagem natural existente na bacia.

A bacia do rio Miriri apresentou pouco potencial erosivo, exceto pelas regiões de cabeceira localizadas a oeste da bacia. Nestas regiões o potencial de transporte de sedimentos mais acentuado acarreta na necessidade de programas de proteção de cabeceiras e nascentes da bacia.

2.3.7 Áreas suscetíveis à desertificação

A degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, chamada de desertificação, é resultante de vários fatores, incluindo aqueles causados por variações climáticas e atividades humanas, sendo que esta última diz respeito, principalmente, ao uso inadequado dos recursos naturais (MMA, 2005).

Segundo Matallo Jr. (1999), a definição de áreas suscetíveis à desertificação (ASDs) relaciona fatores climáticos e fatores relacionados com as atividades humanas e suas ações quanto ao uso dos recursos naturais como também a alta susceptibilidade associada com os fatores humanos de ocupação, como exemplos podem ser citados a forma de manejo dada ao solo, densidade

demográfica, entre outras. Barbosa *et al*. (2005) aponta que 63,54% do território paraibano esteja em processo de desertificação moderado ou severo.

A degradação da terra é o início do processo de desertificação. Logo, indicar que determinada região está propensa a desertificação ou que se detectam níveis de desertificação, indica que essa área está diretamente associada a identificação de mudanças na cobertura do uso do solo, ou a diversos impactos socioeconômicos na região.

O mapa de ASDs presentes nas bacias hidrográficas do Litoral Norte foi elaborado a partir do trabalho desenvolvido pela PAE-PB, (2011). Foram tomados como critérios de leituras das áreas degradadas: Alto Grau, Médio Grau e Baixo Grau, em função da vegetação observada, com indicadores apresentados na **Tabela 2.27**. Os critérios vegetação, uso do solo e erosão foram escolhidos pela disponibilidade de dados na região. A **Figura 2.40** apresenta os níveis de desertificação das BHLN.

Tabela 2.27 - Critérios Observados quanto aos Níveis de Desertificação nas BHLN

Nível Alto	
Vegetação	Densidade média/rala, predominantemente arbustiva; ou muito rala com poucas espécies arbustivas com maior ocorrência de cactáceas e raquitismo; ou ainda inexistente.
Uso do Solo	Pecuária, agricultura e pequena irrigação.
Erosão	Alta.
Nível Médio	
Vegetação	Densidade média, porte arbustivo com poucos exemplares arbóreos.
Uso do Solo	Pecuária semiextensiva, agricultura de autoconsumo.
Erosão	Mediana.
Nível Baixo	
Vegetação	Nativa, densidade média/alta, porte arbóreo-arbustivo, predominância de espécies arbóreas; possível presença de trepadeiras.
Uso do Solo	Vegetação nativa usada para a suplementação alimentar dos animais nos períodos de estiagens.
Erosão	Baixa/inexistente.

Fonte: PAE-PB, 2011.

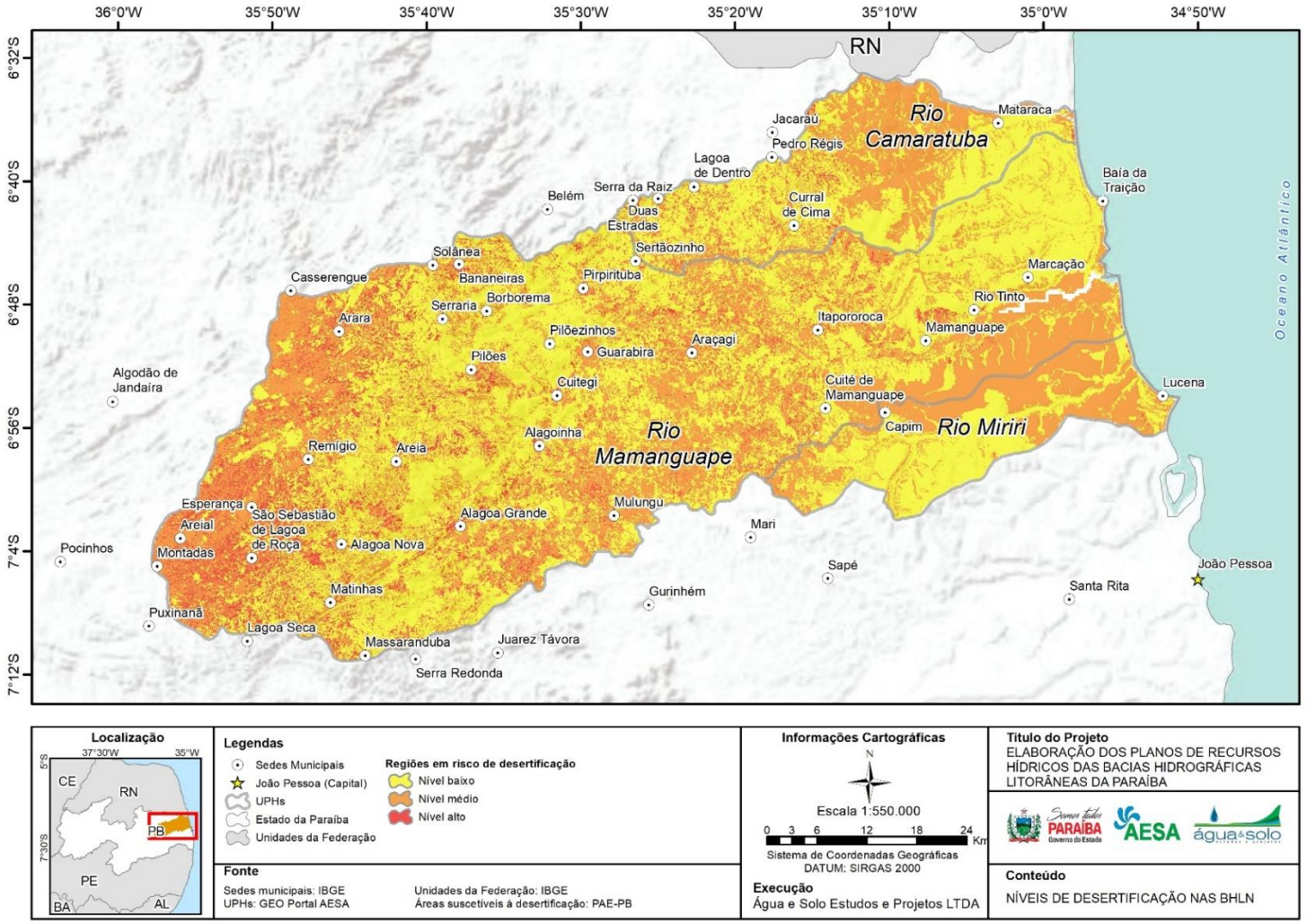


Figura 2.40 - Níveis de desertificação das BHLN.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

A partir do histograma de frequências foi determinada a área para cada intervalo de risco de desertificação. A **Tabela 2.28** apresenta os intervalos de risco de desertificação para cada uma das UPHs presentes nas BHLN.

Tabela 2.28 - Distribuição das regiões conforme o risco de desertificação nas UPHs das BHLN

Suscetibilidade a desertificação	Área nas UPHs (km²)			Total
	Rio Camaratuba	Rio Miriri	Rio Mamanguape	
Baixa	347,08	230,70	1904,30	2482,08
Média	284,03	204,36	1390,78	1879,17
Alta	6,49	1,37	231,46	239,32

Fonte: Acervo próprio, 2022

Analisando a **Figura 2.40** e a **Tabela 2.28**, é possível observar que a região mais frágil quanto à desertificação é a UPHs Rio Mamanguape. Esta região apresenta uma quantidade significativa de pontos com Nível Alto e Nível Médio de risco de desertificação, destaca-se a ocorrência de áreas com uso do solo Formações não Florestais na porção oeste da bacia, predominância de vegetação do tipo Savana e erosão dos solos de grau muito alto a moderado, três fatores que configuram áreas de alto e médio risco de desertificação.

Nas UPHs Rio Camaratuba e Rio Miriri, observa-se a predominância de risco de desertificação de Nível Baixo e Nível Médio. Destaca-se nessas duas regiões a ocorrência de áreas com uso do solo Agricultura, o que aumenta significativamente as regiões de risco de Nível Médio das UPHs. Os pontos de risco com Nível Baixo de desertificação são maioria nessas UPHs uma vez que a vegetação apresenta, em grande parte das áreas, densidade média a alta e a erosão dos solos ocorre majoritariamente em grau baixo.

2.4 Variáveis bióticas

2.4.1 Vegetação terrestre

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019a) os biomas que compõem a área correspondente as Bacias Hidrográficas do Litoral Norte são a Mata Atlântica e a Caatinga. Em escala regional, a Paraíba é dividida em mesorregiões, as quais para a área em estudo, correspondem a Mata Paraibana e Agreste (AESA, 2022), compreendendo 42,09% e 57,91% respectivamente. Afim de detalhar a vegetação terrestre, dados do IBGE (última atualização realizada em 2021) caracterizam as regiões fitoecológicas e outras áreas.

2.4.1.1 Florestas e formação pioneira:

Estão presentes nas BHLN: Floresta Estacional Semidecidual Aluvial; Floresta Estacional Semidecidual das terras baixas; Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Floresta

Ombrófila Aberta Submontana; Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Formação Pioneira com Influência Marinha. Tais regiões correspondem a vegetações como mata atlântica e mangue as quais possuem um importante papel no ecossistema ao fornecer proteção e alimentação, constituindo um ambiente favorável a reprodução de diferentes espécies, além de conferir proteção aos rios, atuando como barreira natural (SOBRINHO *et al.*, 2009; CARDOSO, 2016). Destaca-se ainda o seu valor socioambiental.

2.4.1.2 Savanas

Outras regiões fitoecológicas observadas são as denominadas savanas, sendo classificadas como: Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada e Savana Florestada. Tais regiões correspondem a vegetações de caatinga e cerrado que se caracterizam por plantas de porte arbóreo e herbáceo, sendo que, o arbóreo apresenta árvores de porte médio ou baixo, com troncos e galhos tortuosos, folhas coriáceas e brilhantes ou revestidas por densa camada de pelos (IBGE, 2019b). É importante enfatizar que o bioma caatinga ocupa 57,91% da área total das BHLN e esse bioma é extremamente importante, tendo em vista que a caatinga é um bioma 100% brasileiro e contém uma vegetação com ampla variedade e elevado número de espécies raras e endêmicas (SENA, 2011).

2.4.1.3 Contato (ecótono)

Existem ainda as Áreas de Tensão Ecológica (Contatos) que são regiões onde dois ou mais tipos de vegetação podem ocorrer de forma misturada, intercalando as espécies de cada tipo de vegetação formando o que se denomina ecótono (mistura) (IBGE, 2019). Para o litoral norte, essas áreas encontram-se distribuídas em pequenos fragmentos ao longo das BHLN, tendo como maior representante a área da Reserva Biológica Guaribas que corresponde a uma unidade de conservação federal de proteção integral.

2.4.1.4 Outras Áreas

Além da vegetação natural, a BHLN possui outras áreas como: influência urbana, compreendendo as áreas urbanas dos 39 municípios presentes no território das bacias e as áreas compostas por agricultura e agropecuária, as quais no Litoral Norte se destaca pelo cultivo da monocultura de cana-de-açúcar que foi elencada como a principal atividade agrícola da região (EMBRAPA, 2008), ocupando grandes extensões e localizadas no entorno dos manguezais do estuário do Rio Mamanguape.

Esta atividade da monocultura instalou-se na região desde a década de 70, quando houve a expansão das fazendas canavieiras a partir dos incentivos do Programa Pró-álcool, instituído pelo Governo Federal e empresariado, causando um grande desmatamento da Mata Atlântica (PALUDO & KLONOWSKY, 1999). De acordo com ICMBio (2018), houve ainda o impacto observados aos manguezais, que ocasionou diversas consequências como o comprometimento da quantidade e qualidade da água, a qual causou alterações hidrológicas, acarretando um aumento da sedimentação, erosão e assoreamento devido a presença de plantações de cana-de-açúcar localizadas a montante desses ecossistemas.

A distribuição espacial das áreas fitoecológicas bem como das demais áreas estão exibidas no mapa a seguir (**Figura 2.41),** que confirma a expressividade das áreas de agricultura e agropecuária em detrimento as áreas de vegetação natural.

Vale destacar que, ao longo dessas regiões fitoecológicas existem espécies de vegetação terrestre com elevada importância econômica a exemplo da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e jatobá (*Hymenaea courbaril L.*), além de estarem classificadas como ameaçadas (SFB, 2019), conforme pode ser observado na **Tabela 2.29.** Tais espécies destacadas ocorrem tanto na área das Bacias Hidrográfica do Litoral Norte, quanto em outras áreas do estado da Paraíba.

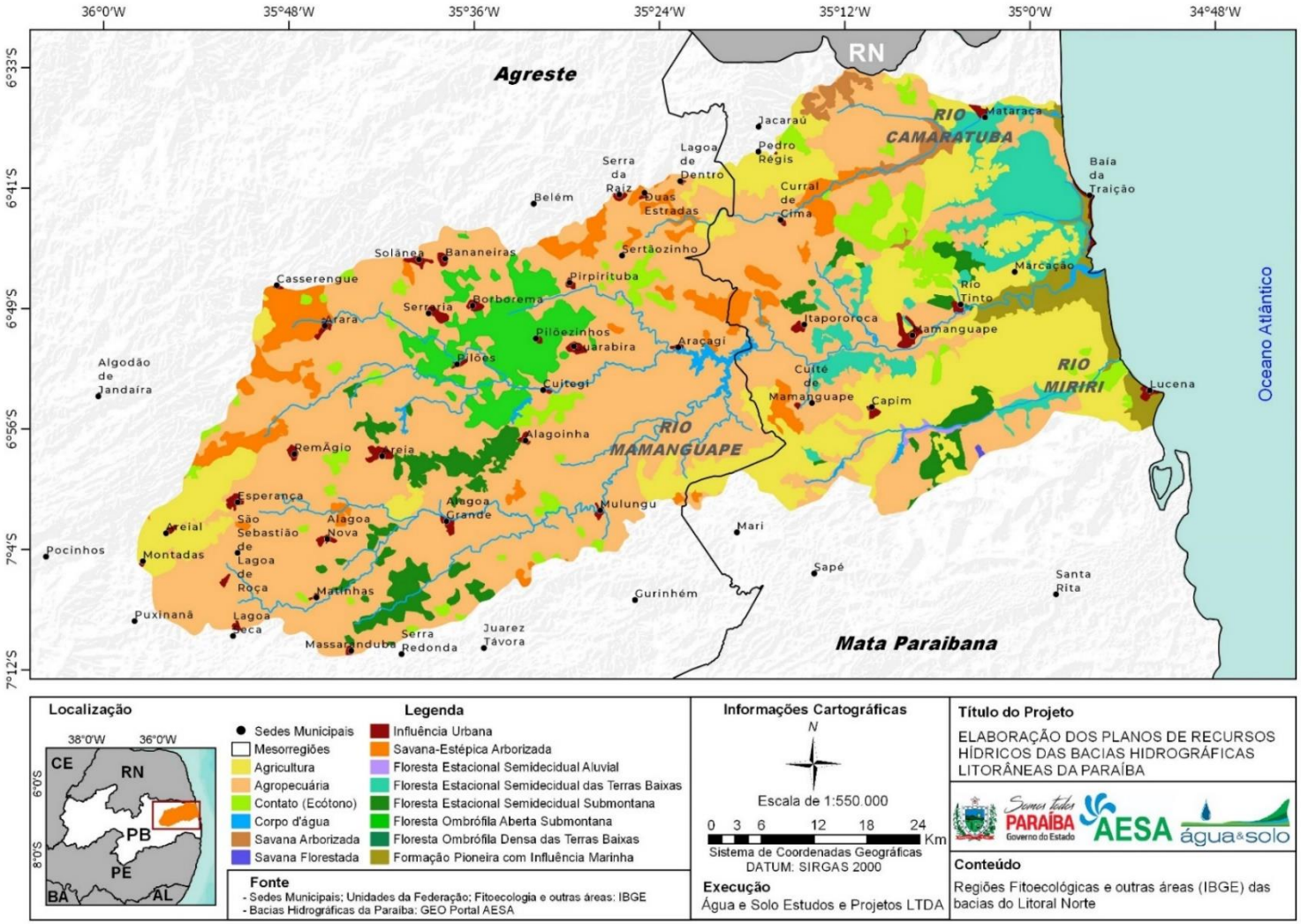


Figura 2.41 - Regiões fitoecológicas e outras áreas das bacias do Litoral Norte
Fonte: Acervo próprio, 2022.

Tabela 2.29 - Espécies de vegetação terrestre presentes na área das BHLN

Família	Espécie	Nome popular	Status
Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium*	Sete-cascas	
Anacardiaceae	*Myracrodruon urundeuva*	Aroeira	
Anacardiaceae	*Schinopsis brasiliensis*	Braúna	
Anacardiaceae	*Anacardium occidentale*	Cajueiro	
Annonaceae	*Annona leptopetala*	Araticum	
Apocynaceae	*Aspidosperma spruceanum*	Amargoso	
Bignoniaceae	*Handroanthus impetiginosus*	Pau-d'arco-roxo	
Cactaceae	*Melocactus violaceus*	Coroa-de-frade	VU
Cactaceae	*Melocactus zehntneri*	Coroa-de-frade	E
Cactaceae	*Pilosocereus pachycladus*	Mandacaru de facho	E
Chrysobalanaceae	*Hirtella racemosa*		
Convolvulaceae	*Evolvulus filipes*		
Elaeocarpaceae	*Sloanea garckeana*		
Erythroxylaceae	*Erythroxylum pauferrense*	Guarda-orvalho	E
Euphorbiaceae	*Manihot carthagenensis*		
Fabaceae	*Abarema cochliacarpos*	Barbatimão	
Fabaceae	*Abarema filamentosa*		
Fabaceae	*Amburana cearensis*	Cumaru	
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	Jitaí	VU
Fabaceae	*Bowdichia virgilioides* Kunth	Sucupira	
Fabaceae	*Centrosema sagittatum*		
Fabaceae	*Caesalpinia echinata*	Pau-brasil	
Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Jatobá	
Fabaceae	*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.	Sabiá	
Malvaceae	*Pseudobombax marginatum*		
Meliaceae	*Cedrela fissilis*	Cedro	VU
Meliaceae	*Trichilia ramalhoi* Rizzini		
Myrtaceae	*Campomanesia aromatica*	Guabiroba-de-quina	
Myrtaceae	*Eugenia excelsa*		
Myrtaceae	*Myrcia guianensis*	Batinga- pequena	
Nyctaginaceae	*Guapira hirsuta*		
Nyctaginaceae	*Guapira obtusata*		
Orchidaceae	*Malaxis excavata*		
Portulacaceae	*Portulaca halimoides*	Beldroega	
Rubiaceae	*Genipa americana*	Jenipapo	
Sapotaceae	*Pradosia lactescens*	Buranhém	
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Quixabeira	
Selaginellaceae	*Selaginella convoluta*		

Espécies ameaçadas de extinção conforme Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. Portaria MMA nº 148, de 07 de julho de 2022.
VU: Vulnerável, E: Endêmica.

Fonte: IMBAMA (2003), Melo et al., (2016) Serviço Florestal Brasileiro (2019),

2.4.2 Fauna terrestre

A Fauna terrestre que ocorre nas BHLN são diversas, desde mamíferos, aves, anfíbios, répteis e insetos. Aqui, será dado destaque as espécies classificadas como ameaçadas pela lista vermelha, endêmicas ou espécies mais citadas nos trabalhos publicados para a região. E apesar de na lista abaixo (**Tabela 2.30**) não apresentar uma grande quantidade de espécies ameaçadas, é importante ressaltar que o bioma mata atlântica e caatinga encontram-se fortemente ameaçados (SENA, 2011; CARDOSO, 2016).

É importante destacar que os trabalhos publicados são, em sua maioria referente a área que corresponde as unidades de conservação APA da Barra do Rio Mamanguape, REBio Guaribas e ERIE de Manguezais da Foz do Rio Mamanguape, entretanto, são espécies que possuem ocorrência a nível de bioma, conforme exibido na **Tabela 2.30**.

Tabela 2.30 - Espécies da fauna terrestre que ocorrem em áreas das BHLN e seu status de conservação.

Família	Nome científico	Nome popular	Status
Anatidae	*Dendrocygna viduata*	Marreco, irerê	
Alligatoridae	*Caiman latirostris*	Jacaré-de-papo-amarelo	
Atelidae	*Aloutta belzebul*	Guariba	VU
Boidae	*Boa constrictor*	Jiboia	
Boidae	*Epicrates assisi*	Salamanta, jiboia-arco-íris	
Bradypodidae	*Bradypus variegatus*	Preguiça-comum	
Canidae	*Cerdocyon thous*	Raposa, cachorro-do-mato	
Caprimulgidae	*Hydropsalis albicollis*	Bacurau	
Colubridae	*Oxyrhopus trigeminus*	Cobra-coral-falsa	
Chlamyphoridae	*Euphractus sexcinctus*	Tatu-peba	
Cyclopedidae	*Cyclopes didactylus*	Tamanduaí	
Dasyproctidae	*Dasyprocta iacki*	Cutia	
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Tatu-verdadeiro, tatu-galinha	
Didelphidae	*Didelphis albiventris*	Timbu, gambá-de-orelha-branca	
Elapidae	*Micrurus sp*	Cobra-coral	
Felidae	*Leopardus tigrinus*	Gato-do-mato-pequeno	EN
Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundi vermelho	VU
Mustelídeos	*Galictis vittata*	Furão	
Myrmecophagidae	*Tamandua tetradactyla*	Tamanduá-de-colete	
Nyctibiidae	*Nyctibius griséus*	Mãe-da-lua, urutau	
Strigidae	*Athene cunicularia*	Coruja buraqueira	
Tinamidae	*Nothura maculosa*	Codorna-amarela	
Tytonidae	*Tyto albatuidara*	Coruja-de-igreja	
Viperidae	*Bothrops jararaca*	Jararaca	E
Viperidae	*Crotalus terrificus*	Cascavel	

VU – Vulnerável, EM – Em Perigo, E – Endêmica.

Fonte: IBAMA (2003), ICMBio (2014), Mesquita et al. (2018) e Silva & Leal (2020).

2.4.3 Vegetação aquática

Dentre os principais representantes da flora aquática com ocorrência nas BHLN, destaca-se a alga marinha *Halophila baillonii* por ser uma espécie rara (MAGALHÃES *et al*., 2015), e é considerada uma espécie vulnerável de acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2010). Além de toda sua importância, tal espécie serve de alimento ao peixe-boi-marinho e tartarugas marinhas.

Vale ressaltar a presença da angiosperma marinha conhecida popularmente como capim agulha (*Halodule wrightii*) que também ocorre na zona estuarina do rio Mamanguape a qual é considerada como principal item alimentar do peixe-boi-marinho (BORGES *et al*., 2008).

Além dessas espécies, é importante citar a vegetação de mangue que ocorre nos estuários dos rios Mamanguape, Miriri e Camaratuba, pois, o manguezal é um ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas dos rios tropicais e subtropicais ao longo da zona de influência das marés às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue (MAIA *et al*., 2005; BRASIL, 2012).

Meireles e Campos (2010), apontam que os manguezais brasileiros, sobretudo no Nordeste do país, prestam serviços ecossistêmicos relacionados à segurança alimentar e integração do modo de vida tradicional das comunidades de pescadores, ribeirinhos e 14 marisqueiras, além de dar suporte às aves migratórias e constituir habitat adequado para espécies em risco de extinção, como é o caso do peixe-boi-marinho e das tartarugas-marinhas. Entretanto, a integridade destes ambientes encontra-se fortemente ameaçada em decorrência de fatores como a supressão dos remanescentes arbóreos, assoreamento, poluição dos recursos hídricos estuarinos, diminuição da vazão dos rios, mudanças climáticas (ALVES, 2001; SCHAEFFER-NOVELLI *et al*., 2015), sobretudo na região Nordeste do Brasil, resultando em pressões ambientais permanentes ao ecossistema manguezal e a todas as espécies que dele necessitam (MAIA *et al*., 2005).

Segundo ICMBio (2014), os manguezais são constituídos predominantemente pelas espécies mangue-vermelho ou sapateiro (*Rhizophora mangle*), mangue-preto ou canoé (*Avicennia schaueriana, Avicennia germinans*), mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue-de-botão (*Conocarpus erectus*), representantes típicos desses ecossistemas no Brasil (ICMBio, 2018).

2.4.4 Fauna aquática

Juntamente com o rio Miriri, o complexo estuarino do Mamanguape situado na região da zona da mata paraibana, abriga uma fauna aquática importante, com algumas espécies ameaçadas de extinção, tais como o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), o cavalo-marinho (*Hippocampus reidi*), a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e o mero (*Epinephelus itajara*) (ICMBIO, 2018).

Além desses, Silva et al. (2018), identificaram a existência de uma espécie chamada popularmente de canivete ou charuto (*Apareiodon davisi*) que corresponde a um peixe de água doce presente na bacia do rio Mamanguape considerado em perigo de extinção (EN) conforme consta na lista atualizada da fauna brasileira ameaçada (MMA, 2022).

Ainda se tratando de peixes de água doce, destaca-se na porção oeste da bacia do rio Mamanguape, que compreende o bioma caatinga, uma nova espécie de peixe (*Parotocinclus jacksoni*) foi identificada como sendo restrita a porção correspondente ao bioma caatinga (RAMOS *et al*., 2021). Tal descoberta dessa nova espécie endêmica ressalta a importância de se conservar esse bioma e consequentemente a bacia hidrográfica do rio mamanguape e seus afluentes.

Além dessas espécies, ocorrem outras de grande importância comercial que compõem o estoque pesqueiro da região e superexplorados a exemplo de crustáceos (ICMBio, 2014), mas também espécies de peixes e moluscos, conforme exibido na tabela seguinte (**Tabela 2.31**).

Tabela 2.31 - Espécies de moluscos, crustáceos e peixes que ocorrem em áreas das BHLN.

Família	Espécie	Nome popular	Status
Atherinopsidae	*Atherinella brasiliensis*	Sauna	
Blenniidae	*Omobranchus punctatus*	Bagre	
Carcharhinidae	*Rhizoprionodon porosus*	Cação frango	
Carangídeos	Carangoides bartholomaei	guarajuba	
Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tartaruga-verde	
Cheloniidae	*Eretmochelys imbricata*	Tartaruga-de-pente	EN
Cheloniidae	*Lepidochelys olivacea*	Tartaruga-oliva	VU
Cheloniidae	*Caretta caretta*	Tartaruga-cabeçuda	VU
Clupeidae	*Sardinella brasiliensis*	Sardinha	
Dasyatidae	*Dasyatis marianae*	Raia prego	
Engraulidae	Lycengraulis grossidens	Sardinha prata	
Epinephelidae	*Epinephelus itajara*	Mero	CR
Grapsidae	*Goniopsis cruentata*	Aratú	
Ginglymostomatidae	*Ginglymostoma cirratum*	Tubarão lixa	
Gercacinidae	*Cardisoma guanhumi*	Guaiamu	
Loliginidade	*Loligo spp.*	Lula	
Lutjanidae	*Lutjanus analis*	Cioba	

Família	Espécie	Nome popular	Status
Megalopidae	*Megalops atlanticus*	Camurupim	
Mugilidae	*Mugil curema*	Tainha	
Mugilidae	*Mugil curvidens*	Tainha	
Mugilidae	*Mugil gaimardianus*	Tainha	
Mytilidae	*Mytella guyanensis*	Sururu	
Ostreidae	*Crassostrea rhizophorae*	Ostra	
Ostreidae	*Crassostrea sp.*	Ostra-de-mergulho	
Ocypodidae	*Ucides cordatus*	Carangueijo uçá	
Penaeidae	*Farfantepenaeus brasiliensis,*	Camarão	
Penaeidae	*Farfantepenaeus paulensis*	Camarão	
Penaeidae	*Farfantepenaeus subtilis;*	Camarão	
Penaeidae	*Litopenaeus schmitti*	Camarão	
Penaeidae	*Xyphopenaeus kroyer*	Camarão	
Portunidae	*Callinectes larvatus*	Siri	
Palinuridae	*Panulirus argus*	Lagosta-vermelha	
Trichechidae	*Trichechus manatus*	Peixe-boi-marinho	VU
Veneridae	*Anomalocardia brasiliana*	Marisco	

VU – Vulnerável, EN – Em Perigo, E – Endêmica, CR – Criticamente em Perigo.
Fonte: IBAMA, 2006, Rocha et al. (2008), ICMBio, 2010, ICMBio (2014) e SiBBr, 2022.

Levando-se em consideração esses aspectos analisados, fica evidente a necessidade de determinar áreas para atenção especial para conservação, tanto terrestres a exemplo da recuperação das áreas de preservação permanente (APP) do entorno dos rios afim de conservar a fauna e flora ameaçada e consequentemente a quantidade e qualidade da água, bem como a fauna e flora aquática das BHLN visando a manutenção da biodiversidade e estoques pesqueiros. Dentre essas áreas destaca-se:

- Regiões estuarinas dos rios Mamanguape, Miriri e Camaratuba por serem áreas de ocorrência de espécies ameaçadas como: Peixe-boi-marinho, mero, tartarugas marinhas e espécie rara de alga (*Halophila baillonii*).
- Afluentes do rio Mamanguape localizados na região do entorno dos municípios de Alagoa Grande, Matinhas, Alagoa Nova e proximidades, onde ocorre a espécie *Parotocinclus jacksoni*, nova espécie endêmica identificada na área a qual possui ocorrência restrita a Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape na porção do bioma caatinga.

3 Caracterização socioeconômica

3.1 Histórico de desenvolvimento da região

Após a chegada de Colombo à América, as consequentes descobertas europeias no entorno indicaram a presença de terras desconhecidas. Portugal e Espanha, as grandes nações marítimas da época, com anuência do Papa, dividiram as possíveis novas terras entre si, com Portugal se adornando do que hoje seria boa parte do Nordeste brasileiro, dentre outros territórios. Entretanto, os interesses lusos não estavam focados aqui.

> "O Brasil, por exemplo, que nessa época [da assinatura do Tratado de Tordesilhas] não existia nos mapas dos grandes cosmógrafos e não havia entrado na história ocidental, já estava incluído no pacote: a linha do tratado cercava o país nas proximidades de onde, hoje, se encontram Belém (no Pará) e Laguna (no atual estado de Santa Catarina). Mas Portugal parecia pouco interessado em explorar esse seu mapa imaginário, ao menos naquele momento, até porque com as riquezas e lucros obtidos no Oriente as contas já fechavam. Mesmo assim nova expedição foi organizada em 1500 [...]"[1].

A expedição de Cabral, em 1500, serviu como modo de legitimar a posse dada por Tordesilhas. As expedições de extração e povoamento iniciaram apenas na década de 1530

> "ficou evidente para d. João III que apenas a soberania do papa legitimando o tratado não daria conta de afugentar os corsários franceses, os quais com frequência cada vez maior se estabeleciam nas possessões americanas. A saída foi criar várias frentes colonizadoras, basicamente independentes, que muitas vezes guardavam mais comunicação com a metrópole do que entre si"[2].

O sistema adotado, o das Capitanias Hereditárias, dividiu o território luso na América em 15 lotes, passados a 12 donatários. Uma delas, a Capitania de Itamaracá, se estendia do rio Santa Cruz até a Baía da Traição. Em 1534 ela seria desmembrada, formando-se a Capitania do Rio Paraíba (**Figura 3.1**), que seria anexada à de Pernambuco em 1756.

[1] SCHWARCZ, Lilia M.; STARLING, Heloisa M. **Brasil:** Uma Biografia. São Paulo: Companhia das Letras, 2015, p. 24.
[2] SCHWARCZ; STARLIN, op. cit., 2015, p. 33.

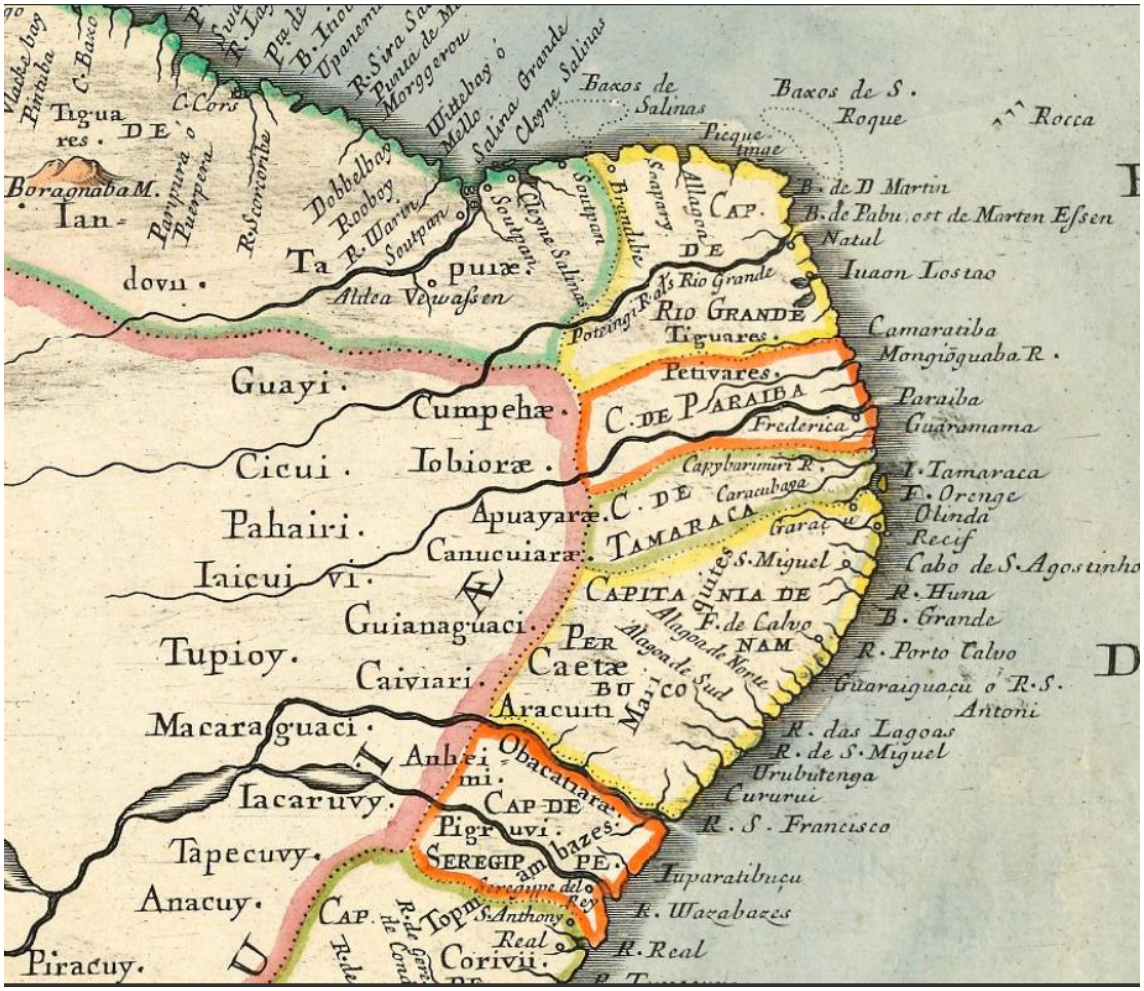
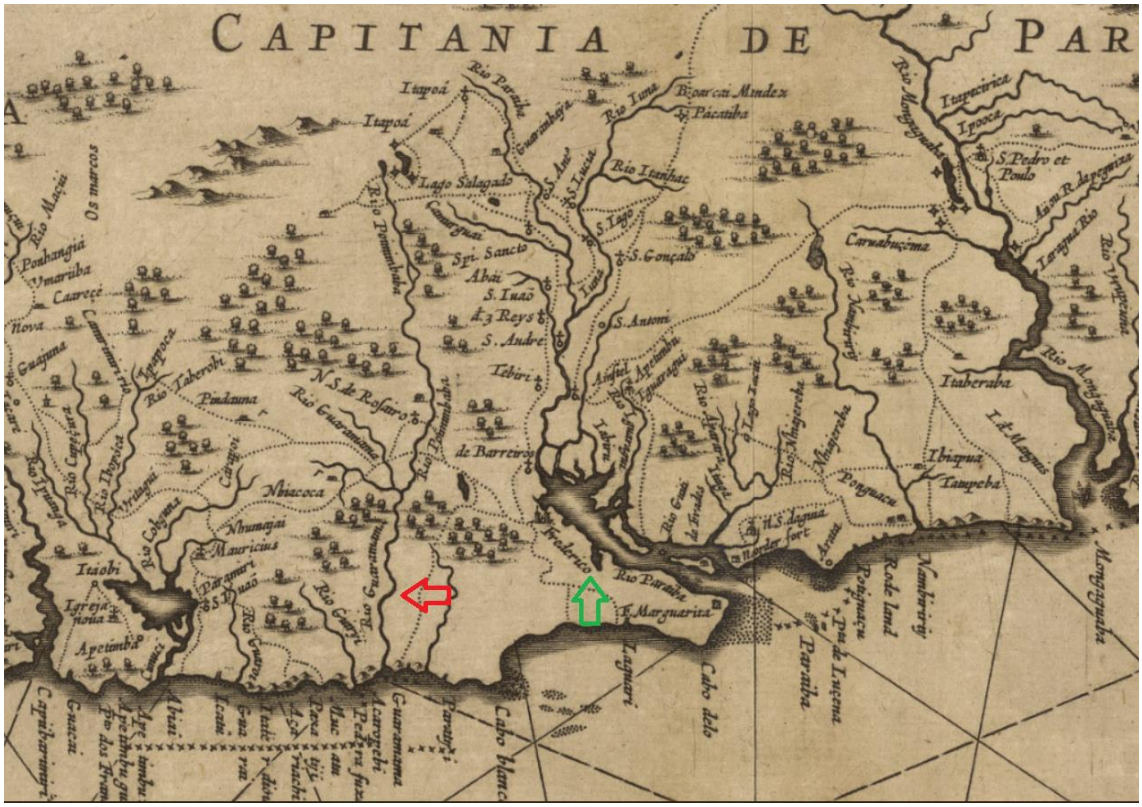


Figura 3.1 - Trecho de mapa mostrando a disposição das Capitanias Hereditárias no atual Nordeste brasileiro. Visíveis as capitanias de Tamaracá e Paraíba, esta última cortada ao meio pelo rio Paraíba.
Fonte: D'ABBEVILLE, N. Sanson. Le Bresil, dont l acoste est possedée par les Portugais et divisée em quatorze capitanieries... Paris, 1656. Brown University, The John Carter Brown Library.

Os supramencionados "corsários franceses", desde o começo dos 1500 realizavam transações (escambo) com os Potiguara, trocando produtos manufaturados europeus por pau-brasil. Expulsos os piratas, e criada a Capitania da Paraíba, os portugueses, sob ordens do rei Dom Sebastião, iniciam expedições de reconhecimento do território a partir de 1574. Como resultado dessas investidas, em 1585 é fundada a Cidade Real de Nossa Senhora das Neves, atual João Pessoa, e no ano seguinte construído o Forte de Santa Maria, na margem direita da foz do rio Paraíba. Concomitantemente, eram instalados engenhos de cana de açúcar, os quais começaram a funcionar em Pernambuco antes, já em 1535.

A ocupação do território paraibano pelos portugueses se deu no sentido Leste-Oeste, isso é, do litoral para o interior. Acompanhou o curso dos grandes e médios rios, que serviam tanto como caminhos como fonte de água e alimento. Não parece ter havido diferentes processos ocupacionais nas bacias do Litoral Norte e do Litoral Sul, embora a cartografia seiscentista demonstre uma clara preferência pela bacia do rio Paraíba, certamente pela proximidade da

capital. No mapa holandês abaixo se percebe isso comparando-se a quantidade de povoações e caminhos (linhas tracejadas) existentes no entorno do rio Paraíba, comparando-se com o entorno do rio Gramame:


CAPITANIA DE PAR
Rio Paraiba
Rio Iuna
Rio Itambaz
Rio Mamanguape
Rio Goyanna
Rio Tabocas
Rio Camaratuba
Rio Abiahy
Rio Gramame
Rio Cahyma
Rio Tibiry
Rio Cariri
Rio Garcia
Rio Paraiba
Rio Mongoyba
Rio Miriri
Rio Ypojuca
Rio Una
Rio Formoso
Rio Maria
Rio Ponhangui
Rio Macio
Rio Jacoca
Rio Jaguaribe
Rio Camaratuba
Rio Abiahy
Rio Gramame
Rio Cahyma
Rio Tibiry
Rio Cariri
Rio Garcia
Rio Paraiba
Rio Mongoyba
Rio Miriri
Rio Ypojuca
Rio Una
Rio Formoso
Rio Maria
Rio Ponhangui
Rio Macio
Rio Jacoca
Rio Jaguaribe
Itapoá
Itapoá
Lago Salgado
Pitimbú
Pitimbú
Pindauna
Pindauna
Mucoca
Mucoca
Mauricius
Mauricius
Ytiobi
Ytiobi
Ayeimbá
Ayeimbá
Ytabaraba
Ytabaraba
Ytapeba
Ytapeba
Carabuçema
Carabuçema
Pongua
Pongua
Ponjuça
Ponjuça
Nanbiray
Nanbiray
Rede land
Rede land
Paraiba
Paraiba
Laguari
Laguari
Cabo dito
Cabo dito
Cabo blanc
Cabo blanc
Guaramama
Guaramama
Parahy
Parahy
Pedra fuxa
Pedra fuxa
Mucuripe
Mucuripe
Ceara
Ceara
Capibaribi
Capibaribi
Pernambuco
Pernambuco
Rio dos Reys
Rio dos Reys
Rio Grande
Rio Grande
Rio Formoso
Rio Formoso
Rio Una
Rio Una
Rio Maria
Rio Maria
Rio Ponhangui
Rio Macio
Rio Jacoca
Rio Jaguaribe
Rio Camaratuba
Rio Abiahy
Rio Gramame
Rio Cahyma
Rio Tibiry
Rio Cariri
Rio Garcia
Rio Paraiba
Rio Mongoyba
Rio Miriri
Rio Ypojuca
Rio Una
Rio Formoso

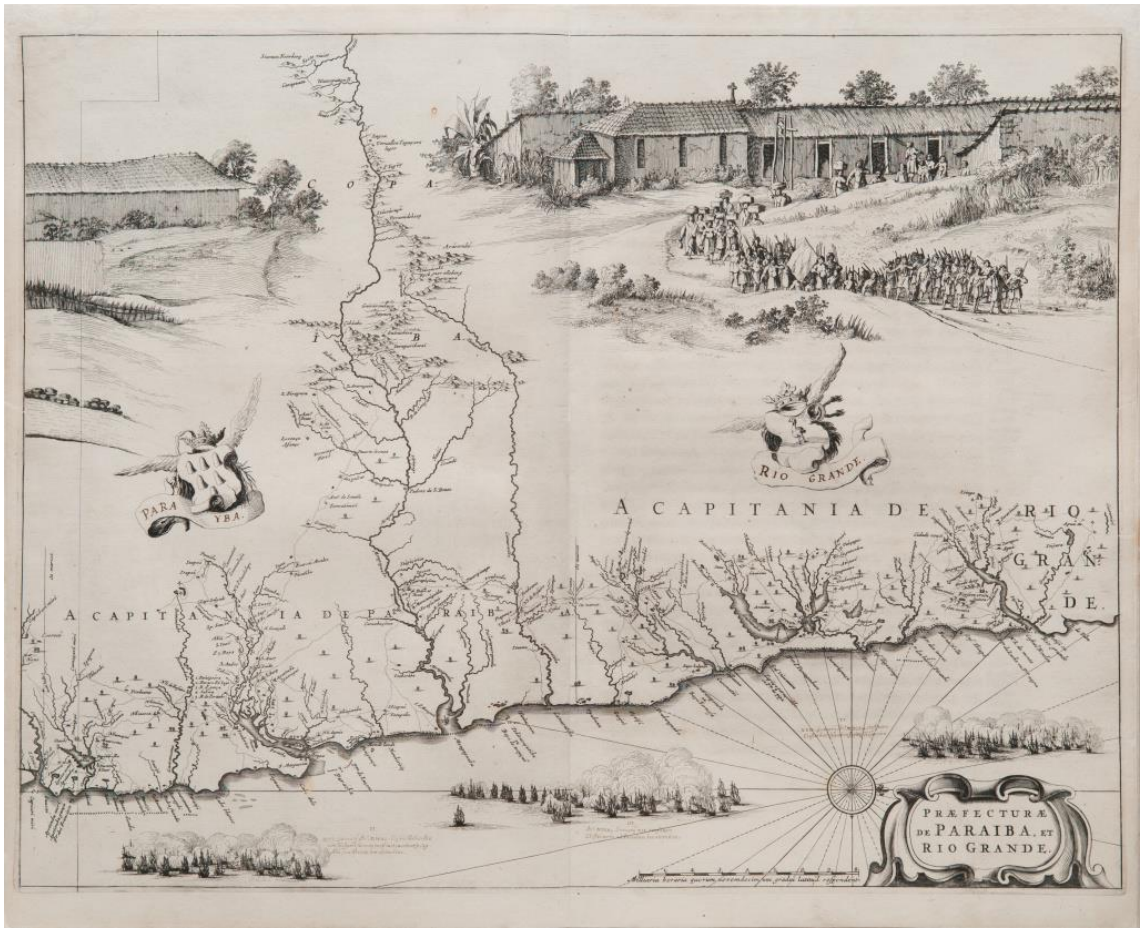


Figura 3.3 - Esta carta produzida pela Companhia das Índias Ocidentais no século XVII condensa as informações coletadas pelos holandeses que invadiram o território
Fonte: MARCGRAF, Georg (atribuído). Praefecturae de Paraiba, et Rio Grande. Amsterdam, 1647. Acervo Itaú Cultural, Coleção Brasiliana Itaú

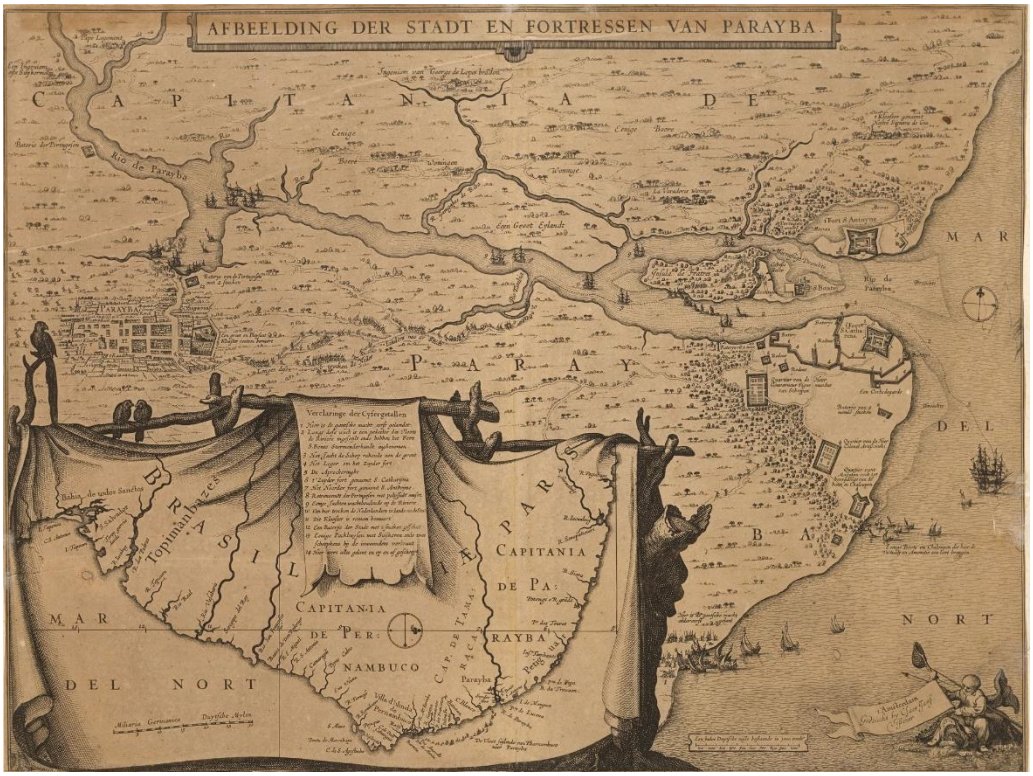


Figura 3.4 - Trecho de carta holandesa do século XVII, mostrando os fortins da Paraíba.
Em destaque, ao centro, o curso do rio Paraíba; a povoação de mesmo nome (atual cidade de João Pessoa) pode ser vista à esquerda, próximo do desenho de uma arara
Fonte: VISSCHER, Nicolaes. **Afbeelding der stadt fortressen van Parayba**. Amsterdam, 1635. Fundação Biblioteca Nacional.

A expulsão dos holandeses trouxe um declínio da indústria açucareira, já que boa parcela dos engenhos e canaviais existentes foram destruídos nos combates ou incendiados pelos holandeses em fuga. Até então, a ocupação do espaço estava limitada praticamente ao litoral.

É a partir de 1663 que se verá o início de uma segunda fase expansionista, rumo ao sertão. Será um movimento motivado pela busca de novas fontes de riquezas, com a distribuição de sesmarias, interessado em povoar a terra de gentes e de animais, para ocupar a lacuna deixada pela cana e pelo açúcar que, embora não tenha desaparecido, perdera muito de sua pujança inicial.[3] É dessa fase, por exemplo, a fundação da atual cidade de Campina Grande, fruto de uma missão com fins de catequese do gentio, outro processo de interiorização ocorrido neste momento. As missões de penetração no interior do território também serviam para o aprisionamento e escravização dos indígenas não-aliados dos portugueses. A escravidão do negro africano se iniciou na capitania paraibana a partir de 1599.

[3] COSTA, Renata Assunção da. Uma Nova Conquista: a família Oliveira Ledo e o processo de ocupação do sertão do Piancó (1663-1730).

O ouro brasileiro foi primeiramente descoberto por volta de 1560, nas serras do atual estado de São Paulo, cujo rendimento foi muito baixo para que a Coroa portuguesa dedicasse maior atenção a essas jazidas: era o açúcar e a escravidão africana que gerava lucro no período. Tudo mudaria no final da década de 1690, quando se descobrem as Minas Gerais. Por mais que a Coroa se esforçasse grandemente para garantir o monopólio da extração do metal, punindo severamente os contrabandistas e infratores, parte do metal era invariavelmente extraviado, sendo os portos da Paraíba uma porta de saída bastante visada, onde o produto era acomodado em navios costeiros e mandado para fora da colônia.

No século XIX intensificou-se a ocupação da área entre as atuais cidades de João Pessoa e Campina Grande, nas bacias do Mamanguape e Paraíba, bem como na porção sul do Cariri Paraibano, nas proximidades das cidades de Santo André, Cabaceiras e São João do Cariri, por exemplo. A porção norte do Cariri, entre as serras da Borborema e do Bacamarte, ao sul da Pedra Lavrada (Planalto da Borborema), permaneceu um descampado sem povoações.[4]

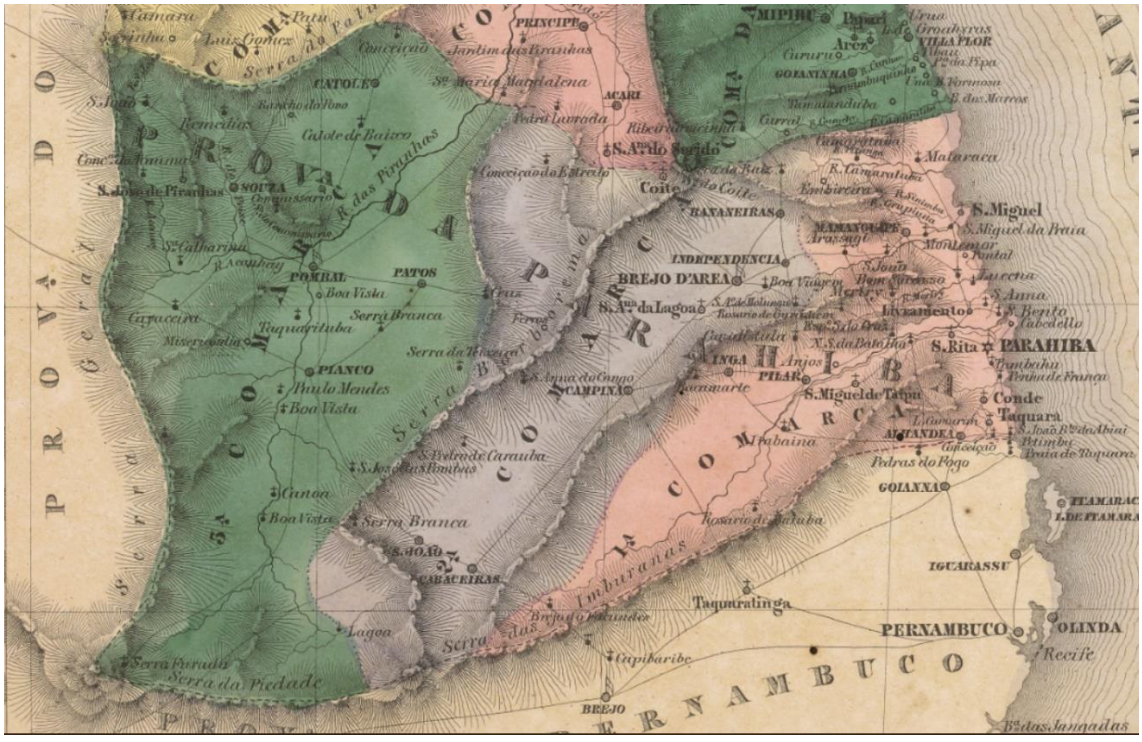


Figura 3.5 - Trecho de carta do início do século XIX, mostrando as três comarcas da Província da Paraíba
Fonte: VILLIERS DE L'ILLE ADAM, Visconde J. de. **Carta topográfica e administrativa das províncias do Rio Grande do Norte e Parahiba**. Rio de Janeiro, 1848. Fundação Biblioteca Nacional.

[4] Conferir o **Esboço da Carta das Provincias do Rio Grande do Norte e da Parahyba**. [S. l.], século XIX. Fundação Biblioteca Nacional.

Em termos de atividades econômicas, seguiram-se basicamente as mesmas do período colonial, focando-se nas plantações de algodão e na produção usineira. Estes últimos concentravam-se principalmente ao redor de João Pessoa, Areia e Mamanguape, como se vê na imagem abaixo.

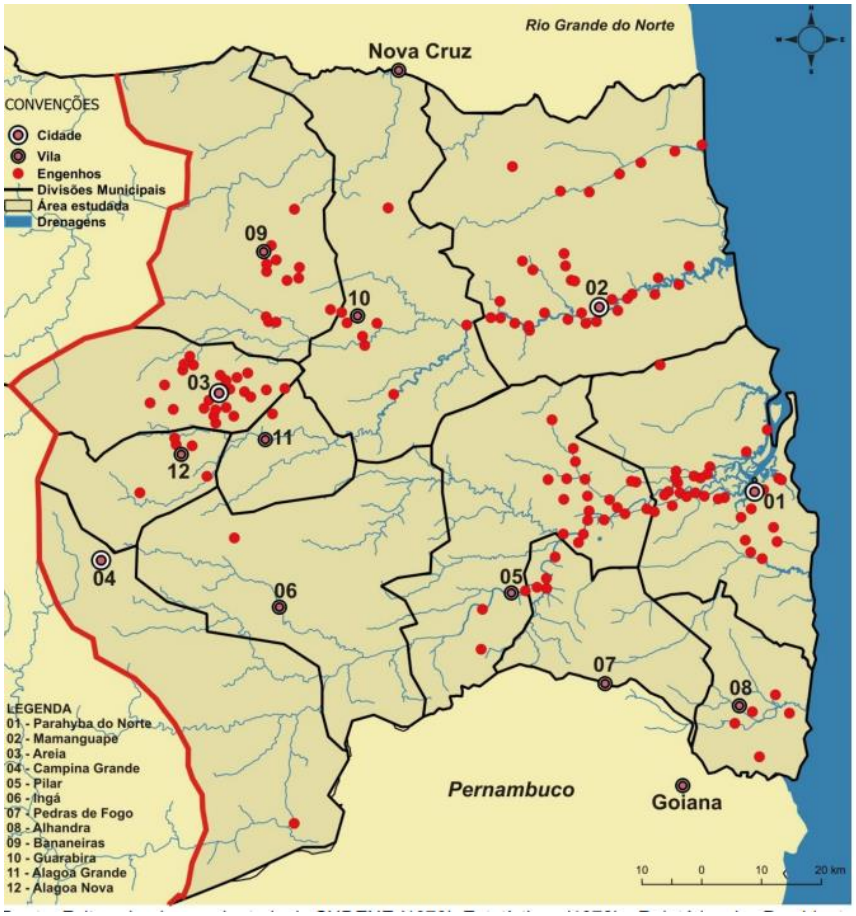


Figura 3.6 - Localização dos engenhos da Paraíba em 1860
Fonte: SOARES, Maria Simone Morais. Território e cidade nos trilhos da Estrada de Ferro Conde D'Eu – Província da Parahyba do Norte (1871-1901). 2018.

Com relação ao algodão:

> "Sabemos que o produto era aproveitado em sua totalidade: o caroço; a casca, acima de tudo; e a fibra, que era exportada para os mercados exteriores a fim de abastecer a crescente indústria têxtil na Europa. O algodão se adaptou muito bem às condições climáticas da província da Parahyba do Norte, pois, embora fosse bem cultivado nas várzeas dos rios, também podia ser no imenso território da caatinga, espalhando-se por todo o Agreste e pelo Sertão paraibano. Esse produto fazia parte da pequena agricultura, ou seja, requeria propriedades menores de terra para seu cultivo e menos mão-de-obra no trabalho, diferente da produção do açúcar. Nesse período [meados do século XIX], seu cultivo frequentemente se espalhava também nas propriedades dos engenhos e utilizava mão-de-obra escrava, pois os senhores de engenho o viam como um produto

promissor, deixando muitas vezes de lado a produção de açúcar para dar lugar à de algodão".[5]

Importante realização do período imperial relacionada com essas indústrias foi a Estrada de Ferro Conde d'Eu, concessão do governo, de 1871, para dois políticos paraibanos, objetivando a conexão da capital aos principais centros produtores de açúcar e algodão, ou seja, ligando João Pessoa a Independência e a Pilar. Foram instaladas quatorze estações, com os trilhos somando 121,5 km de extensão.[6] Uma autora informa que essa Estrada contribuiu para a expansão do capitalismo industrial na província paraibana, permitindo a "provincialização do comércio regional". Ademais, serviu para alterar a malha urbana preexistente, dando origem a novas povoações (onde foram instaladas as estações) ou aprimorando povoados já existentes, que acabaram sofrendo positivamente com os anseios de modernização de parte da elite imperial e regional. A pesquisadora identificou cinco núcleos surgidos ou aprimorados a partir das esplanadas das estações, que colocou em oposição às tradicionais povoações brasileiras, desenvolvidas ao redor de um templo religioso e sua praça: cidade da Paraíba do Norte (atual João Pessoa), povoações de Santa Rita e Mulungu, e vilas de Independência e Pilar.[7]

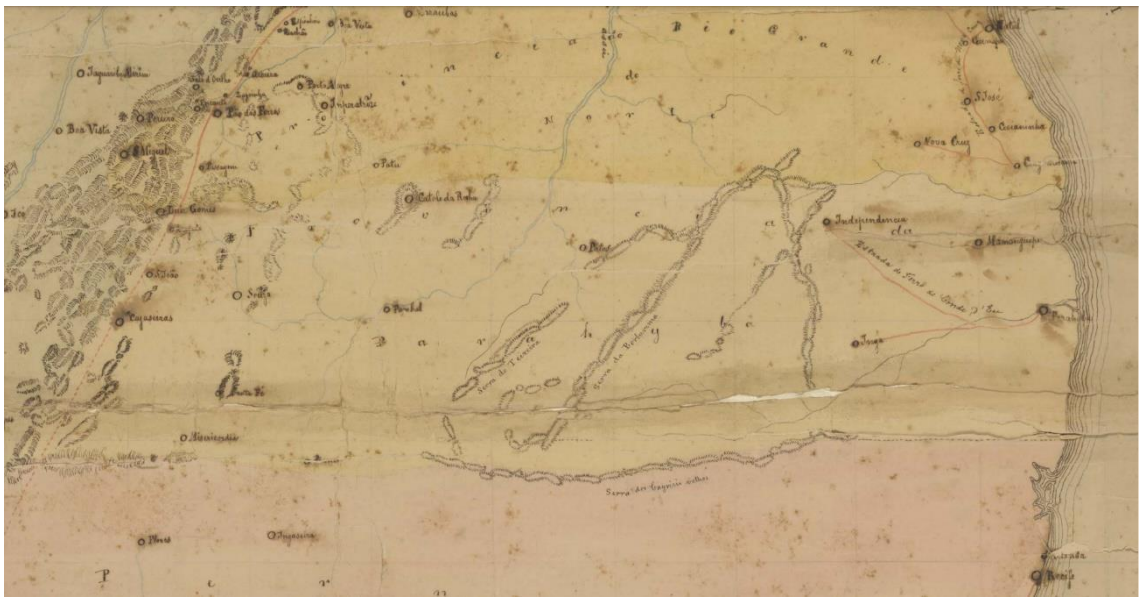


Figura 3.7 - Planta demonstrando o trecho da Estrada de Ferro Conde d'Eu (1871), ligando as cidades de João Pessoa, Independência e Ingá
Fonte: Planta geral da Estrada de Ferro de Mossoró a Cabrobó. Século XIX. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro, Fundo Ministério da Indústria, Viação e Obras Públicas – BR RJANRIO 4Q.0.MAP.795.

Segundo a autora:

[5] Não foram encontrados pela autora dados estatísticos ou de localização das plantações de algodão para o mesmo período. SOARES, op. cit., 2018, p. 45-46.
[6] Desses, somente 13 km estão em operação atualmente, todo o restante tendo sido abandonado ao serem desativados na década de 1980.
[7] SOARES, op. cit., 2018.

> "No que se refere à industrialização, mesmo que timidamente, a instalação da Estrada de Ferro favoreceu a formação de duas indústrias diretamente relacionadas a ela através de desvios e paradas: a Fábrica de tecidos Tibiry (1891) em Santa Rita, [...] e o Engenho Central (1888) [...].
>
> Os engenhos centrais foram implementados pelo governo imperial com o objetivo de modernizar o setor açucareiro através da industrialização da produção canavieira nacional, foram instalados 'com raras exceções, pelo capital estrangeiro, em especial o inglês'. Na Província da Parahyba do Norte foi criado apenas um Engenho Central,[8] pela Empresa de Engenhos Centrais de Parahyba e Sergipe, inaugurado em 1888. Foi construído nas terras do engenho São João [...]".[9]

O desenvolvimento industrial atraído pela Estrada de Ferro, que trouxe prosperidade econômica principalmente para as localidades onde estavam as estações, melhorando os aparelhos urbanos, instalando serviços de correios e telégrafos, dentre outras modernidades, fez com que mais indústrias fossem atraídas para a Paraíba, interessadas na matéria-prima local, com foco nas fábricas de tecidos e nas usinas açucareiras, dois produtos presentes desde a época colonial, que chegariam ao século XX.

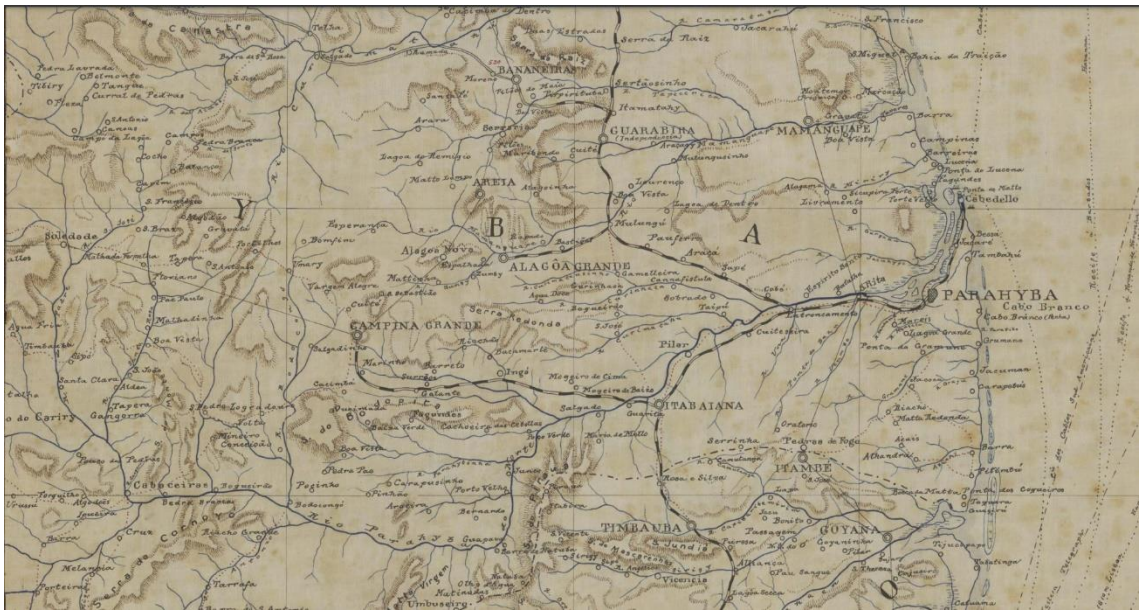


Figura 3.8 - Trecho de carta de fins do século XIX, demonstrando a intensificação da ocupação do território em direção ao interior
Fonte: PEREIRA, J. Thymes. Carta parcial do Extremo Nordeste do Brasil. Século XIX. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro, Fundo Francisco Bhering – BR RJANRIO F4.0.MAP.70

Com relação ao final do século XIX, destaca-se também a participação da Paraíba na Grande Seca de 1877, que atingiu a todo Nordeste brasileiro como um todo, matando milhares de

[8] Um vídeo atual (2021), demonstrando as ruínas do Engenho Central, na localidade de Santa Rita, pode ser acessado em: https://www.youtube.com/watch?v=cTV_fVVoLwE.
[9] SOARES, op. cit., 2018, p. 188.

pessoas e motivando um grande êxodo em direção ao litoral paraibano ou a outras províncias do império. A economia da região foi devastada, com grande mortandade de plantas e animais, provocando miséria e fome que atingiram tanto a ricos como a pobres.[10]

A Paraíba, até a segunda metade do século XX, permanece tendo como base econômica a agricultura. É no período republicano que se vê a consolidação dos grandes proprietários rurais, os "Coronéis", que expressavam "poder de mando, de guarda, de força política e econômica, e de dominação da terra e de quem dela sobrevive e vive".[11]

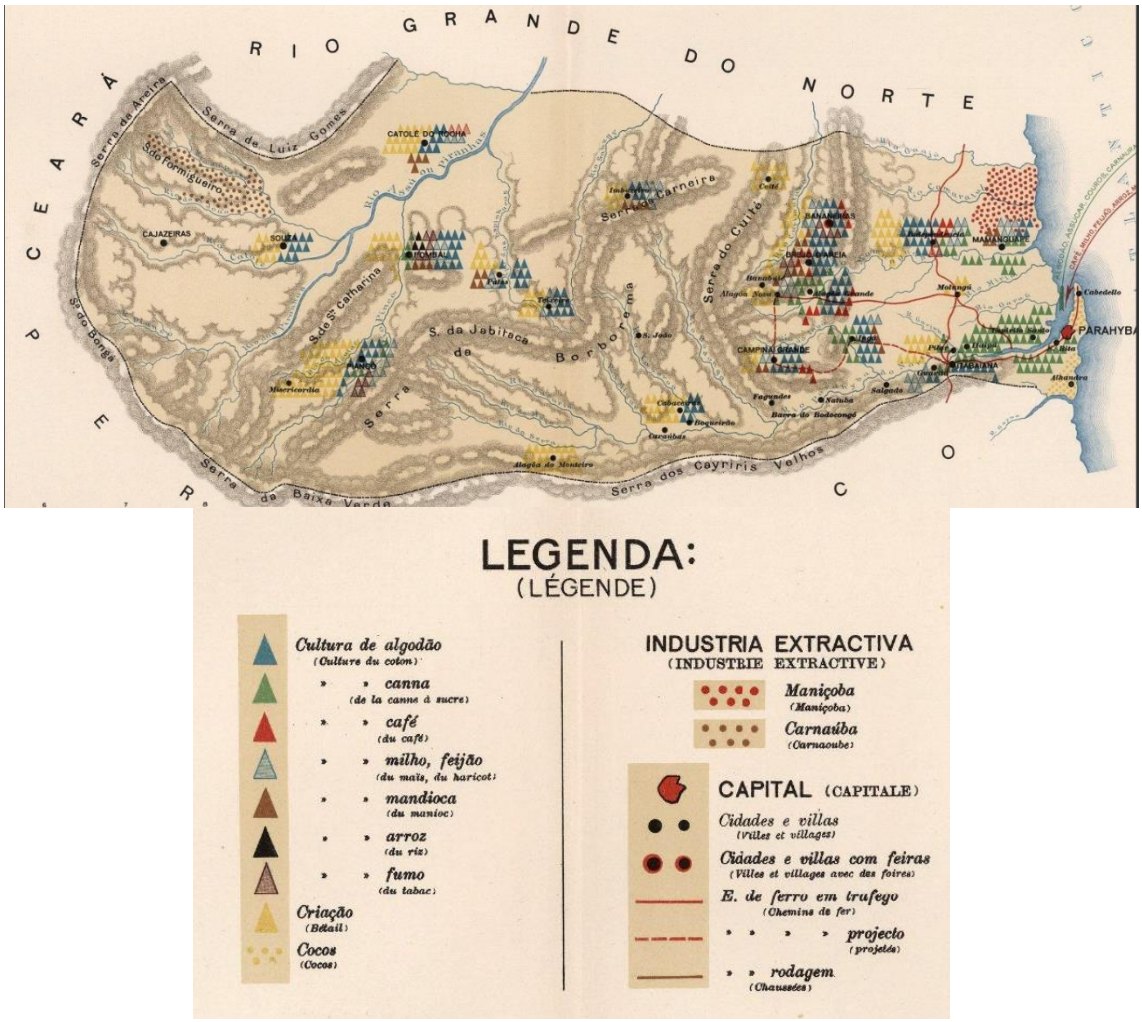


Figura 3.9 - Detalhe de mapa agrícola do início do século XX, mostrando os principais cultivos do estado da Paraíba e a sua distribuição regional
Fonte: SILK, D. Wenaslin; CAVALCANTI, Manoel Paulino. **Estado da Parahyba do Norte: Mappa agrícola**. São Paulo: Sociedade Nacional de Agricultura, 1908. David Rumsey Map Collection.

[10] SANTOS, Julio César Pereira dos. A "Grande Seca" de 1877-1879 na Província da Parahyba do Norte: Debates do deputado Cardoso Vieira. Disponível em: http://uece.br/eventos/gthpanpuh/anais/trabalhos_completos/298-45077-01052017-132426.docx.

[11] OLIVEIRA, Liélia Barbosa. Problemas sociais na Paraíba da Primeira República: uma análise a partir dos governos de Venâncio Neiva e Álvaro Machado (1889-1895). **Anais do XVII Encontro Estadual de História – ANPUH-PB**. João Pessoa, v. 17, n. 1, p. 972-981, 2016. Disponível em: http://www.ufpb.br/evento/index.php/xviieeh/xviieeh/paper/viewFile/3445/2653.

O algodão era um dos principais produtos agrícolas do estado, e sua economia enfrentará crise com a Primeira Guerra Mundial, com o conflito afetando os principais países importadores.[12] Apesar disso, é nesta época que surge, na Paraíba, a Companhia de Tecidos Rio Tinto.

Figura 3.10 - Trecho de atlas da Paraíba do início do século XX
Fonte: HOMEM DE MELLO, Francisco; HOMEM DE MELLO, Francisco Inácio Marcondes. Atlas do Brasil. Rio de Janeiro: F. Briguiet & Cia. Editores, 1909. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro, BN RJANRIO EP.0.MAP.1.

Figura 3.11 - Trecho de cartografia do início do século XX, mostrando a dispersão das localidades com relação à malha hidrográfica e com o relevo
Fonte: WILLIAMS, Horace. Mappa dos Estados do Ceara, Rio Grande do Norte e Parahyba... pelo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil... São Paulo, 1910. Bibliothèque Nationale de France

[12] O mapa agrícola apresentado na Figura acima indica os produtos de exportação da Paraíba no momento: Algodão, açúcar, couros, carnaúba, borracha e madeiras. Cf. SILK & CAVALCANTI, op. cit, 1908.

A família Lundgren, de origem sueca, já estava envolvida no ramo dos negócios têxteis desde o século XIX, com fábricas em Recife e Olinda. Com o falecimento do fundador, seus filhos, visando a expansão dos negócios, adquiriram propriedade do fazendeiro Alberto de Albuquerque, um terreno de 601 km², às margens do rio Tinto, habitado então por pequenos agricultores e por indígenas da nação Potiguara. Nele, deram início à construção de uma grande fábrica, com vila-operária, um complexo intrincado que daria origem à cidade de Rio Tinto. Em acordo com o Governo do Estado, recebem conceção de 25 anos de impostos, sendo, em contrapartida, os proprietários encarregados da construção de escolas, hospitais, e da segurança pública da nova "cidade":[13]

> "Estavam lá técnicos de toda parte, brasileiros, ingleses, suecos, alemães, austríacos e até famílias japonesas haviam sido contratadas para o cultivo racional do solo, visando à horticultura e à plantação de arroz. Plantavam-se árvores frutíferas, ordenadamente. Os primeiros arruamentos das casas populares, em semicírculo, em torno da fábrica, já davam noção da futura vila de Rio Tinto. Novas edificações eram erguidas, com maior capricho, nos pontos mais altos. Não se construía apenas uma fábrica, mas uma verdadeira cidade".[14]

Além de:

> "O empreendimento industrial dos Lundgren caracterizou-se por buscar um funcionamento autárquico, instalando-se em terras distantes e de difícil acesso, de modo a evitar interferências externas de cunho oficial ou sindical sobre as relações de trabalho e de mando nos seus domínios. [...] dado o isolamento da região, todos os demais insumos dependiam de iniciativas da própria empresa para serem produzidos. Dessa forma, empreendimentos subsidiários foram gerados: olarias, pedreiras, usina geradora de energia, fornos de cal, redes de transporte fluvial e ferroviário, oficinas de manutenção de maquinário e vasta área de exploração agrícola e madeireira. As matas nativas, depois de derrubadas, foram substituídas por plantios de eucaliptos".[15]

[13] SANTOS, Letícia de Carvalho. Pesquisa etnográfica e histórica: o caso das mulheres operárias da Companhia de Tecidos Rio Tinto. Disponível em: http://www.ufpb.br/evento/index.php/18redor/18redor/paper/viewFile/738/749.
[14] GÓES, 1936 *apud* SANTOS, op. cit., 2014, p. 1952.
[15] PALITOT, Estevão Martins. Os Potiguara de Monte-Mór e a cidade de Rio Tinto: a mobilização indígena como reescrita da história. **REIA – Revista de Estudos e Investigações Antropológicas**, Recife, vol. Esp. II, p. 191-215, 2017. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/reia/article/view/230057/28987.

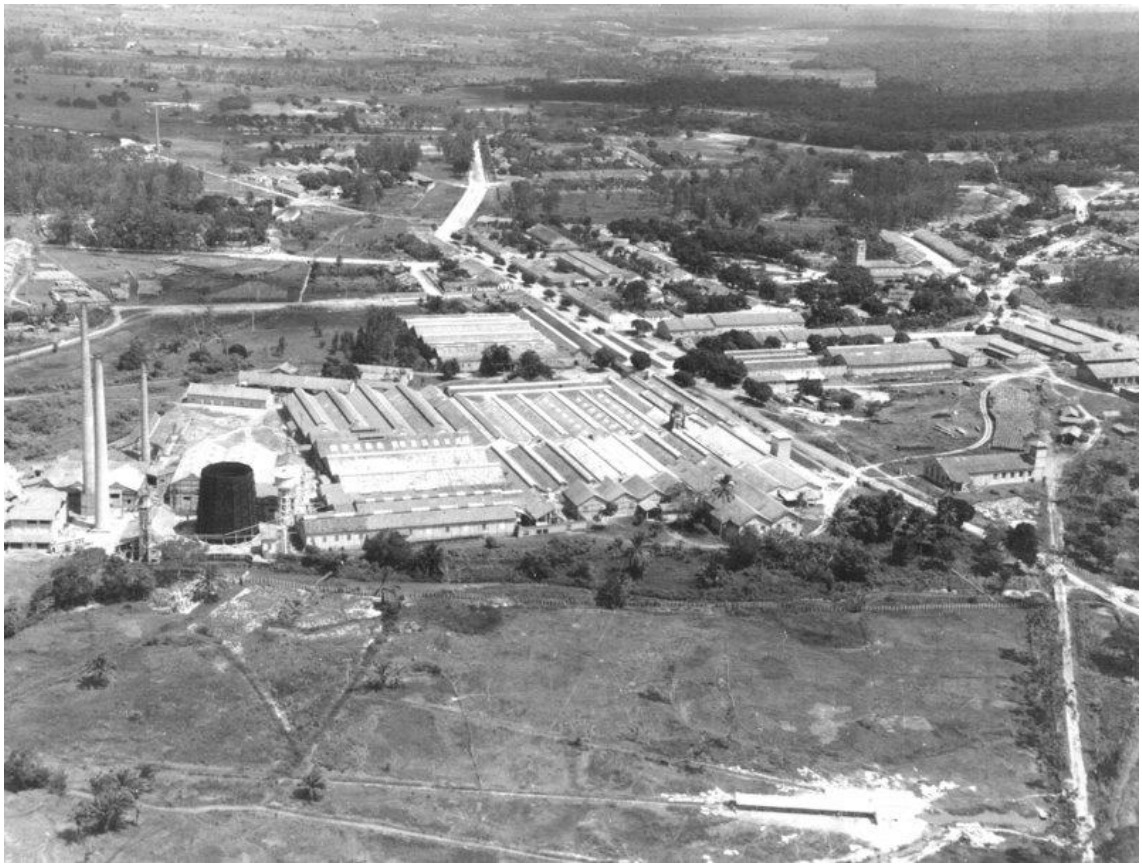


Figura 3.12 - Vista aérea do complexo fabril
Autoria desconhecida, sem data.

Embora nos textos memorialísticos da fábrica apareça um tom de detentores do progresso, como se a família Lundgren tivesse erguido nova "cidade" onde antes tudo era mato, a localidade onde surgiria Rio Tinto era bastante antiga, e já marcada por conflitos sociais:

> "Moroso e cheio de curvas, o rio Mamanguape desce dos contrafortes orientais da serra da Borborema, recebendo as águas de riachos quase secos pela ausência de chuvas e atravessando uma das zonas de colonização mais antigas da Paraíba. Terras de engenhos e currais de gado, de matas outrora imponentes e de pequenas lavouras de mandioca e macaxeira. Próximo à sua foz, o rio banha a cidade homônima. Mamanguape, velha cidade do açúcar na Paraíba, como Santa Rita, Pilar e Areia. Suas igrejas centenárias testemunham o tempo do poder dos senhores de engenho e da escravidão, assim como a sua matriz de São Pedro e São Paulo lembra o primeiro aldeamento missionário de índios na região, ainda no século XVII. Um aldeamento cujos catecúmenos foram obrigados a deslocar-se para os altos do rio da Preguiça em virtude dos conflitos com os senhores de engenho que aí se estabeleciam no correr do seiscentos".[16]

A empresa foi inaugurada em 1924, vindo à falência em 1980. Deteve o posto de um dos maiores complexos têxteis da América do Sul, e é permeada por uma série de lendas locais,

[16] PALITOT, op. cit., 2005, p. 96.

sugerindo a presença ou o interesse nazista na Paraíba.[17] Presença essa que divide a opinião dos populares e dos pesquisadores locais.

Muito mais real é a relação das comunidades tradicionais ribeirinhas com a fábrica. A aquisição das terras pelos Lundgren forçou a retirada dos caboclos e potiguaras daquela área, dando início a uma tentativa de retomada de posse que segue até os dias de hoje (TI Potiguara de Monte-Mor).

A fábrica começou a decair na década de 1960, e como a vila do entorno dependia dela, o mesmo se deu com ela. Na década seguinte, a cana de açúcar começou a ser cultivada comercialmente, e já representava em 1971 o produto mais rentável da produção agrícola. E na década de 1980, com a falência da fábrica de tecidos, "as terras da região foram transferidas para usinas de cana-de-açúcar, que passaram a ocupar as terras disponíveis com esse monocultivo comercial". Tanto que o atual conflito da TI Monte-Mór se dá com a empresa Miriri Alimentos e Bioenergia S.A., que alega ser proprietária da maior parte da área demarcada para os indígenas.[18] Além da contestação da posse das terras, as comunidades indígenas sofrem com a poluição dos rios, causada pelo despejo dos subprodutos das usinas nas águas.[19]

3.1.1 População indígena

A análise da população indígena da bacia do Litoral Norte é importante não apenas pelo aspecto social, mas para atendimento à CONAMA 357/2005, que define a Classe 1 para o enquadramento das águas nas Terras Indígenas.

Existem atualmente demarcadas três terras indígenas (TI) na Paraíba, todas na Bacia Litoral Norte, a oeste da Baía da Traição: TI Potiguara (21.238 hectares),[20] TI Jacaré de São Domingos (5.032 ha),[21] e TI Potiguara de Monte-Mor (7.487 ha),[22] todas habitadas pelo grupo étnico Potiguara:

---

[17] REDAÇÃO. Vestígios do nazismo na PB ainda persistem. **PBVale**. On-line, 28 abr. 2015. Disponível em: https://pbvale.com.br/paraiba/vestigios-do-nazismo-na-pb-ainda-persistem/; Palacete dos Lundgren. **Paraíba Criativa**. On-line, 9 jul. 2020. Disponível em: https://www.paraibacriativa.com.br/artista/palacete-dos-lundgren/; Ôxente Hitler: arquivos e documentos mostram que os nazistas estiveram... **ClickPB**. On-line, 13 maio 2006. Disponível em: https://www.clickpb.com.br/paraiba/oxente-hitler-arquivos-e-documentos-mostram-que-os-nazistas-estiveram-7153.html.

[18] PALITOT, op. cit., 2017, p. 192.

[19] http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/pb-povo-potiguara-sofre-com-a-contaminacao-de-seus-rios-com-a-vulgarizacao-de-sua-producao-artesanal-para-o-turismo-e-com-a-convivencia-de-criancas-com-lixao-municipal/.

[20] Homologada pelo Decreto nº 267, de 29 de outubro de 1991.

[21] Homologada pelo Decreto de 01 de outubro de 1993.

[22] Declarada pela Portaria 2.135 de 17 de dezembro de 2007. Esta TI, que ainda necessita ser homologada, pretende retomar áreas ocupadas pela Companhia de Tecidos Rio Tinto e por usinas de açúcar.

"Seus domínios fazem parte da restrita e privilegiada lista de demarcações de terras indígenas localizadas na costa do país. Ocupam um espaço de 33.757 hectares, distribuídos em três áreas contíguas, nos municípios de Baía da Traição, Rio Tinto e Marcação. As 32 aldeias abrigam, atualmente, cerca de vinte mil indivíduos, número que vem crescendo, mas que já chegou a atingir apenas dez mil, em 2004.

[...] Os Potiguara (termo tupi que significa comedores de camarão) fazem parte da família linguística Tupi Guarani e habitavam toda a costa da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Maranhão. Estima-se que sua população chegava a cem mil pessoas, até a aparição dos portugueses, em 1500. No começo, os conflitos eram raros; mas, com o tempo, os indígenas sentiram o usufruto das suas terras ameaçado e reagiram com força".[23]

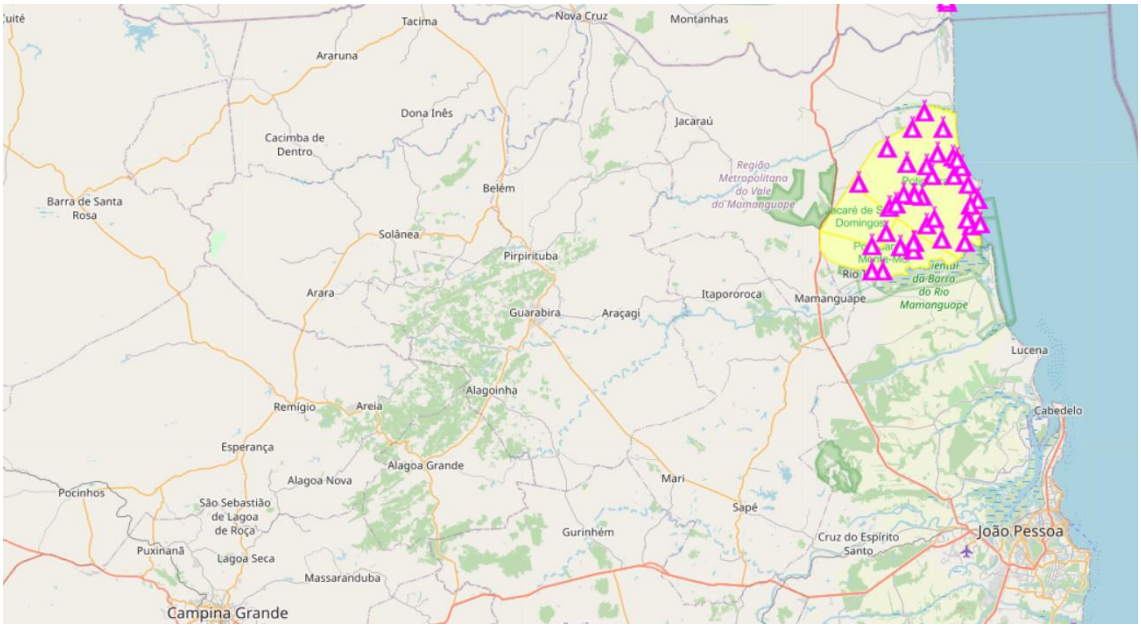


Figura 3.13 - Detalhe do Mapa Interativo de Terras Indígenas do Centro de Monitoramento Remoto da FUNAI
São apresentadas as três terras indígenas paraibanas (em amarelo claro), com a demarcação das sedes de aldeias (triângulos rosas)

Segundo o sociólogo Estevão Palitot:

"O território dos Potiguara situa-se no litoral norte da Paraíba, nas terras que dividem as bacias hidrográficas dos rios Mamanguape e Camaratuba. [...] Além dos rios Mamanguape e Camaratuba, com seus pequenos afluentes, destaca-se um complexo hidrográfico de rios e riachos que se complementam nascendo e desaguando exclusivamente dentro do território indígena: o riacho do Silva, o rio Grupiúna, o rio da Estiva, o rio Jacaré, o rio Sinimbu e o riacho São Francisco articulam-se num sistema que lança suas águas próximas ao estuário do rio Mamanguape, enquanto o rio Tinto (ou rio Vermelho) é um afluente mais interior deste rio maior. As nascentes desses cursos d'água localizam-se quase sempre nos terrenos chamados de *tabuleiro*, nas partes

[23] FREIRE, Josafá. Território Potiguara. *In*: **Trilhas dos Potiguaras**, on-line, s. d. Disponível em: http://trilhasdospotiguaras.pb.gov.br/pt-br/territorio-potiguara/.

> mais altas onde os índices de pluviosidade são menores, enquanto as partes baixas de seus cursos ficam em terrenos alagadiços denominados de *paúl*".[24]

De acordo com dados do IBGE de 2010, a população indígena da Paraíba naquele ano era de 25.043 pessoas, sendo 18.296 em terras indígenas e 6.747 fora delas.[25]

Com relação às atividades econômicas dentro das TIs:

> "Os potiguaras desenvolvem agricultura de subsistência de culturas como o milho, feijão, mandioca, macaxeira e inhame; a pesca artesanal, no mar e nos manguezais; o extrativismo vegetal da mangaba, dendê, caju e batiputá; e a criação de galinhas, patos, cabras, bovinos e cavalos. O turismo de base comunitária é incipiente, mas merece atenção destacada, por se mostrar uma forma da população indígena, ter um controle sobre seu desenvolvimento econômico em que os benefícios permanecem dentro das aldeias".[26]

De acordo com a FUNAI, tanto a agricultura de subsistência como a pesca artesanal, praticadas por esses indígenas, encontram-se em risco devido a outras atividades econômicas (legais ou ilegais) praticadas no entorno das aldeias, se destacando:

> "Os Potiguara de Monte-Mor detêm um amplo conhecimento do seu território tradicional e praticam uma agricultura (extensiva e itinerante) que necessita das faixas de terra hoje em poder dos usineiros e fazendeiros. Arisco, paul, tabuleiros, matas remanescentes, rios e cursos d'água são imprescindíveis para a autossustentação (produção / consumo domésticos e alternativas de renda) das famílias indígenas. A ocupação das terras de arisco e a destruição de porções remanescentes de mata atlântica, causadas pela ampliação das plantações de cana, empurram os Potiguara a exercerem pressão — estabelecendo lavouras nos baixios e extraindo madeira — sobre áreas cujo equilíbrio ecológico ainda não foi fortemente abalado, como o mangue. Esta é outra fonte de recursos naturais essenciais para a subsistência indígena e deve ser protegida da ação devastadora dos canaviais — assim como todo o ecossistema do vale do Mamanguape. A monocultura canavieira é um empreendimento altamente impactante sobre o meio ambiente localizado à sua volta e ameaça a economia familiar Potiguara, constituída do uso combinado das diferentes fontes de recursos naturais disponíveis no Vale do Mamanguape. Tem provocado a retração e fragmentação das florestas e tabuleiros costeiros, perda de biodiversidade, redução de habitats, substituição de vegetação e empobrecimento dos solos
>
> [...] As áreas de mata atlântica foram muito devastadas em virtude da difusão dos canaviais, a partir da década de 80, incentivada pelo Programa PROÁLCOOL

[24] PALITOT, Estevão Martins. **Os Potiguara da Baía da Traição e Monte-Mór:** história, etnicidade e cultura. 2005. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005, p. IV-V.

[25] Foram os dados mais atuais encontrados. Conforme mapa em: https://www.gov.br/funai/pt-br/arquivos/conteudo/ascom/2013/img/12-dez/encarte-censo-indigena-02-b.pdf.

[26] Os Potiguaras do Século XXI. **Trilhas dos Potiguaras**, on-line, s. d. Disponível em: http://trilhasdospotiguaras.pb.gov.br/pt-br/historia/os-potiguaras-do-seculo-xxi/.

implantado pelo governo federal. A poluição e assoreamento dos rios causada pelas plantações de cana também afetou mangues e tabuleiros, ameaçando os ecossistemas fluviais e estuarinos. A rede de drenagem é constituída por pequenas bacias hidrográficas restritas aos tabuleiros, que se desenvolvem no sentido oeste-leste (bacia do rio Estiva), intercalada pela bacia do rio Mamanguape, proveniente da Chapada da Borborema e que obedece ao mesmo direcionamento".[27]

Reforça-se também que:

"Além disso, os manguezais sofrem com os esgotos das cidades e os efluentes das usinas de cana da região que despejam sazonalmente a *calda* (vinhoto) nos rios, matando a fauna estuarina e prejudicando diretamente a população das aldeias de Jaraguá, Monte-Mór, Três Rios, Brejinho, Tramataia, Camurupim e Cumaru. Uma outra atividade que vem exercendo enorme impacto sobre essas áreas é o cultivo de camarões em viveiros construídos dentro do mangue, devastando a vegetação e degradando a qualidade das águas. Estes empreendimentos são financiados por empresas de fora da região e incidem diretamente na Área de Proteção Ambiental [da Barra] do Rio Mamanguape, que é sobreposta a parte das terras indígenas".[28]

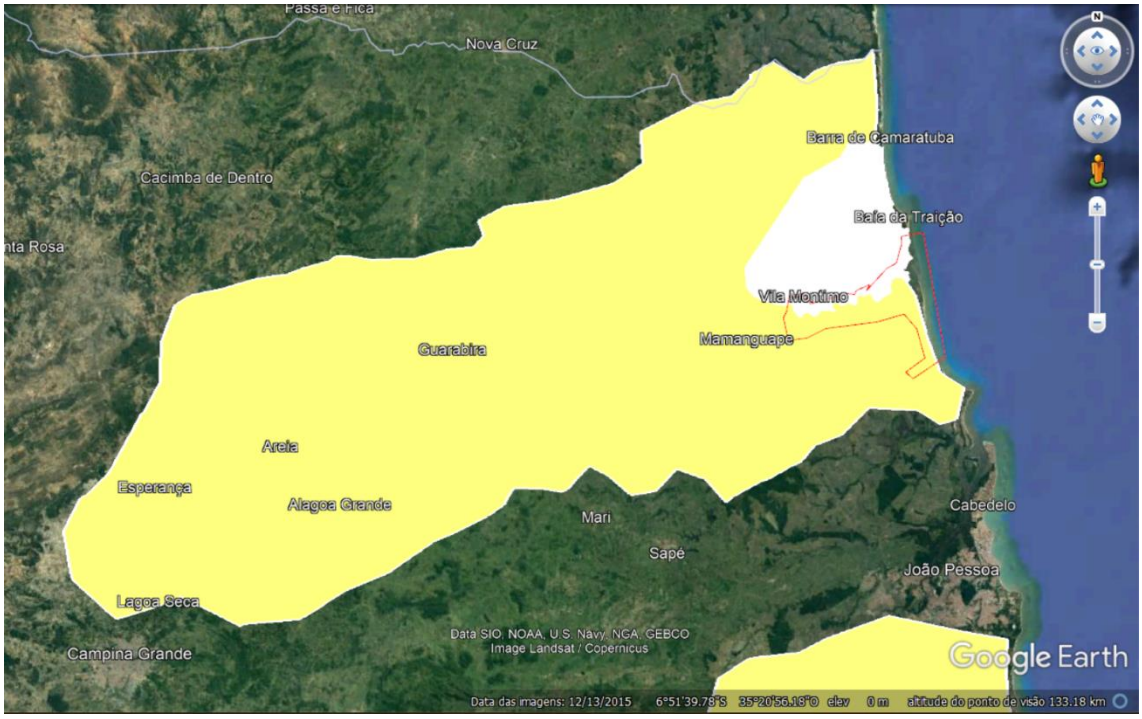


Figura 3.14 - Delimitação da APA da Barra do Rio Mamanguape (tracejado em vermelho) com relação à TI Potiguara (em branco) e a Bacia do Litoral Norte (em amarelo)
Dados sobrepostos no software Google Earth pelo autor.[29]

[27] Terra Indígena Potiguara. **Gestão Ambiental e Territorial de Terras Indígenas**, on-line, s. d. Disponível em: http://cggamgati.funai.gov.br/index.php/experiencias-em-gestao/terra-indigena-potiguara/.
[28] PALITOT, op. cit., 2005, p. VII.
[29] O arquivo KML das Terras Indígenas foi desenvolvido pela Funai e está disponível em: https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas, enquanto que os dados para a APA são de autoria do ICMBio, disponíveis em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-da-barra-do-rio-mamanguape.

Com relação à prática da pesca artesanal nas Terras Indígenas paraibanas, destacam alguns antropólogos que:

> "Em Baía da Traição, assim como grande parte do litoral norte da Paraíba, há todo o tipo de técnicas de pesca, utilizam desde a rede, passando pelo mergulho, a cova, o anzol, dentre outras. Geralmente um mesmo pescador está habilitado para transitar nesses diferentes conhecimentos e conforme a ocasião e a conjuntura do meio ambiente local ativam essa ou aquela técnica pesqueira.
>
> Em nossa breve incursão a campo, pudemos constatar que a pesca artesanal em Baía da Traição tem dinâmicas que acabam envolvendo grande parte da comunidade praiana local. São famílias e grupos de vizinhos que se encontram ao longo de todo o dia, desde as primeiras horas da manhã até o início da noite, para tratar de assuntos de suas realidades domésticas e políticas e, como não poderia deixar de ser, para pescar. Concentram-se especialmente em uma localidade praiana chamada por muitos de
>
> "prainha". É uma atividade predominantemente masculina. Organizam-se em uma colônia de pescadores que não é tão atuante quanto à maioria dos pescadores afirma desejar".[30]

3.1.2 Sítios arqueológicos

O histórico da ocupação do território paraibano no período pós 1500 está intimamente ligado aos aspectos econômicos e do uso da terra. Segundo alguns autores, a formação histórica do território paraibano após a invasão portuguesa nas Américas ocorre, não somente com o intuito de consolidar a posse territorial e proteger o espaço dos piratas franceses, mas também como aproveitamento dos recursos hídricos que a capitania oferecia, aproveitando-se o "avanço da cana-de-açúcar vinda de Pernambuco".[31] Assim, as motivações para o surgimento da Paraíba passariam, invariavelmente, pelo açúcar, o "ouro branco" americano: apenas cinquenta anos separam a introdução da planta da cana no Brasil – em 1532 – da fundação da vila de Nossa Senhora das Neves – em 1585, antecessora da atual João Pessoa.[32]

Se o indígena, nativo da terra, nos primeiros anos de ocupação, teve uma relação relativamente pacífica com o europeu, auxiliando no corte do pau-brasil, trocado por produtos diversos, é com

[30] BRAGA, Mirella de Almeida; BRAGA, Emanuel Oliveira. Indígenas, camponeses e urbanos na pesca como ela é: os pescadores artesanais de Baía da Traição/PB. **InterScientia**, João Pessoa, v. 5, n. 1, p. 7-17, dez. 2017. Disponível em: https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/356/405.

[31] BARBOSA, José Luciano Albino. **Engenho de cana-de-açúcar na Paraíba:** por uma sociologia da cachaça. Campina Grande: EDUEPB, 2014, p. 71-72. Disponível em: https://static.scielo.org/scielobooks/gr7y8/pdf/barbosa-9788578793302.pdf.

[32] É Gilberto Freyre quem aponta que o introdutor da cana-de-açúcar no território brasileiro foi Martim Afonso de Souza, no engenho de São Vicente (SP). Cf. FREYRE, Gilberto. Prefácio à 3ª edição. *In*: FREYRE, Gilberto. **Açúcar:** Uma sociologia do doce, com receitas de bolos e doces do Nordeste do Brasil. 5ª edição revista. São Paulo: Global Editora, 2007, p. 22.

o início do plantio de cana que surge a escravização do nativo, e "a história da luta pela terra na Paraíba".[33]

As populações indígenas que habitavam o nordeste brasileiro e em especial do território paraibano antes da chegada dos portugueses e outros europeus têm uma origem ainda controversa. A cronologia do povoamento humano nas Américas e as rotas utilizadas pelos primeiros hominídeos que aqui chegaram ainda são matéria de grandes debates científicos, opondo principalmente pesquisadores norte-americanos, que afirmam que a cultura Clóvis, habitante da região dos Grandes Lagos, seria a primeira da América (modelo *Clovis First*); enquanto que pesquisadores sul-americanos (Brasil e Argentina), apresentando sítios igualmente antigos, e propõem rotas alternativas de colonização do continente.

A arqueologia científica brasileira, existente desde os anos 1960/1970, registrou e analisou até o presente momento várias centenas de sítios arqueológicos, que permitem suportar com relativa segurança algumas dessas posições. Por exemplo, na área da Serra da Capivara (PI), "um importante conjunto de dados sobre os primeiros períodos da pré-história brasileira foi revelado [...] desde os anos 1990".[34] Esses dados apontam para a presença humana na região desde 30.000 anos antes do presente, podendo chegar a 50.000 anos de acordo com alguns pesquisadores. A região da Serra da Capivara contém a maior concentração de sítios americanos pré-UMG (Último Máximo Glacial, aproximadamente 20.000 anos antes do presente) conhecidos até hoje.

Entretanto, "esses sítios pré-UMG são alvo de críticas. Nas sínteses continentais, os sítios da Serra da Capivara são, na maioria dos casos, simplesmente ignorados". Ainda de acordo com Antoine Lourdeau:

> "A queda do modelo *Clovis first* deixou espaço para uma reorganização da maneira de pensar os povoamentos americanos na pré-história. A hipótese predominante atualmente, a de um povoamento pré-Clovis, mas pós-UMG – idade induzida pelos estudos genéticos, via a costa pacífica [...]. Em vez de cristalizar os estudos do povoamento americano de novo em um modelo fechado, uma outra atitude dos pesquisadores poderia ser de deixar as interpretações em aberto, considerando a viabilidade de várias hipóteses. [...] Nossa posição aqui é de considerar como válidas as ocupações pleistocênicas atestadas pelos sítios da Serra da Capivara. Como apresentado anteriormente, subsistem dúvidas quanto a alguns casos. As datas mais antigas, ao redor

[33] BARBOSA, op. cit., 2014, p. 72.
[34] LOURDEAU, Antoine. A Serra da Capivara e os primeiros povoamentos sul-americanos: uma revisão bibliográfica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 14, n. 2, p. 367-398, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981.81222019000200007.

> de 100.000 anos, não apresentam, por enquanto, fiabilidade suficiente para serem levadas em consideração".[35]

Para outros autores:

> "El indio penetró en el actual territorio brasileño hace más de 30.000 años, a través de los corredores andinos y siguiendo el curso de los ríos que nacen en la cordillera. La ocupación, al parecer, se realizó del Oeste para el Este y de Norte a Sur.
>
> Las dos grandes cuencas hidrográficas de América del Sur, la amazónica y la platina, fueron los caminos naturales de penetración. La relativa proximidad de algunas de las fuentes más altas de ambas cuencas, explica, en parte, la semejanza entre culturas pertenecientes a grupos humanos que, después, encontraremos separados por miles de quilometros.
>
> [...] Las vías de población humana en la Prehistoria del Nordeste semiárido brasileño, nos son todavía desconocidas, pues el estado actual de la investigación aún no nos permite afirmaciones con bases científicas seguras; sin embargo, los primeros indicios parecen apuntar a las tierras altas de tipo sabana de Goiás y a los valles de los ríos São Francisco y Parnaíba, que cortan verdaderos desiertos. Habría que aceptar, también, migraciones costeras de Norte a Sur y viceversa, pero el rebajamiento natural de la costa atlántica de América del Sur debe haber destruido los posibles indicios de migraciones muy antiguas, de forma que no es posible señalar ocupaciones prehistóricas en las costas del Nordeste con anterioridad a 3.000 años a.C.".[36]

Quanto à relação desses primeiros grupos humanos com os indígenas encontrados em 1500, existem algumas hipóteses. Embora sejam poucos os restos humanos associados a essas datações mais antigas, os vestígios encontrados, e sua análise genética e morfológica, apontam para um único grande momento de entrada no continente durante a época pré-histórica, com esses restos associados às populações ameríndias atuais.[37] A essas ossadas estão associados principalmente vestígios líticos (ferramentas de pedra). E, embora sejam mais difíceis de se datar, também se encontram associados aos enterramentos, diversos painéis com pinturas rupestres, dos quais os da Serra da Capivara são os exemplos mais famosos.

"Na arqueologia brasileira, a arte rupestre tem sido considerada elemento de grande destaque entre os vestígios arqueológicos e, no caso do Estado da Paraíba, ganha uma visibilidade maior em função do volume de achados encontrados", nos informa o pesquisador Carlos de Azevedo

[35] LOURDEAU, 2019, op. cit.
[36] MARTIN, Gabriela. Prehistoria del Nordeste de Brasil: Estado actual de la investigacion. **Archivo de Prehistoria Levantina**. Valencià, v. XVIII, tomo II, p. 49-82, 1988. Disponível em: http://www.museuprehistoriavalencia.es/web_mupreva_dedalo/publicaciones/18/es.
[37] LOURDEAU, 2019, op. cit. Ver também: DA-GLORIA, Pedro. Ocupação inicial das Américas sob uma perspectiva bioarqueológica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 14, n. 2, p. 429-458, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981.81222019000200009.

Netto.[38] Segundo a bibliografia especializada, os litoglifos ("desenhos de pedra", em tradução livre) do Rio Araçagi, na Serra da Copaoba, configuram no primeiro exemplo de arte rupestre descrito na história do país. A colônia brasileira não contava com um século desde o seu achamento por Cabral quando, em 1598, o capitão-mor Feliciano Coelho de Carvalho, em andanças pela Capitania do Rio Paraíba, se deparou com as inscrições. As impressões deste capitão-mor são narradas em livro de 1618, de autoria de Ambrósio Fernandes Brandão:

> "[...] aos 29 dias do mês de dezembro do ano de 1598, se achara junto a um rio chamado Arasoagipe, que, por ir então seco, demonstrava somente alguns poços de água, que o calor do verão não tinha ainda gastado, e que alguns soldados, que foram por ele abaixo, toparam nas suas fraldas com uma cova, da banda do poente, composta de três pedras, que estavam conjuntas umas com outras, capaz de se poderem recolher dentro quinze homens; a qual cova tinha de alto, para a banda do nascente, de sete a oito palmos, e da banda do poente, treze até quatorze palmos; e ali por toda a redondeza que fazia na face da pedra, se achavam umas molduras, que demonstravam na sua composição serem feitas artificialmente".[39]

Em seguida no relato o autor passa a descrever as figuras, usando termos como "moças", "rosas", "cruzes" e "caveiras", comparando o conjunto a um retábulo de Nossa Senhora do Rosário.[40] A localização exata dessas gravuras foi verificada pela arqueóloga pioneira Ruth Trindade de Almeida, como sendo o atual sítio Itacoatiara Engenho das Pinturas.[41]

A respeito das pesquisas de Ruth de Almeida na Paraíba e dos sítios pictóricos deste Estado, escreveu Suzana Monzon:

> "No Estado de Paraíba, R. T. de Almeida realizou um inventário dos sítios de arte rupestre localizados na região de Cariris Velhos e Cariris da Paraíba. Foram encontrados

[38] AZEVEDO NETTO, Carlos Xavier de. Andanças pelo Cariri paraibano: a arqueologia pioneira de Ruth Trindade de Almeida. **Revista Raízes**. Campina Grande, v. 40, n. 2, p. 175-190, jul./dez. 2020. Disponível em: http://raizes.revistas.ufcg.edu.br/index.php/raizes/article/view/649/605.

[39] BRANDÃO, Ambrósio Fernandes. **Diálogos das grandezas do Brasil**. Segundo a edição da Academia Brasileira, corrigida e aumentada com numerosas notas de Rodolfo Garcia e introdução de Jaime Cortesão. Brasília: Senado Federal, 2010. Diálogo primeiro, p. 70.

[40] Para uma interpretação antiquada desses desenhos, ver: PEREIRA JUNIOR, José Anthero. Algumas itacoatiaras paraibanas. **Revista do Arquivo Municipal**. São Paulo, ano XII, v. CIII, p. 135-182, jun./jul. 1945. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=eYenP68jadMC&hl=pt-BR&pg=PA4#v=onepage&q&f=false; PEREIRA JUNIOR, José Anthero. Algumas notas sobre os litóglifos do Rio Araçuagipe, na zona da Serra de Cupaoba, e outros apontamentos. **Revista do Arquivo Municipal**. São Paulo, ano XII, v. CIV, p. 81-91, ago./set. 1945. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=eYenP68jadMC&hl=pt-BR&pg=PA4#v=onepage&q&f=false.

[41] De acordo com a autora: "No Município de Pilões, às margens do Araçaji foi localizado, no Engenho Pinturas (Pinturas de Baixo), sítio rupestre que se aproxima demasiadamente da descrição do cronista, feita há 380 anos". ALMEIDA, Ruth Trindade de. Um sítio arqueológico histórico. **Clio Revista de Pesquisa Histórica**. Recife, v. 3, n. 1, p. 61-63, 1980. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaclio/article/view/24654/19928. De acordo com a Base de Dados do IPHAN, as coordenadas deste sítio são: UTM 25M E 208242 N 9238121. Cf. **Sítios Arqueológicos registrados no SICG**. Disponível em: https://www.gov.br/iphan/pt-br/patrimonio-cultural/patrimonio-arqueologico.

> 49 sítios, entre os quais 34 só com pinturas e 2 com pinturas e gravuras. As figuras pintadas são naturalistas e geométricas. R. T. de Almeida (1975)[42] afirma que há numerosos antropomorfos.
>
> As figuras humanas, esquemáticas, têm o corpo retangular ou oval e os membros, esticados ou flexionados, em diferentes posições. São representados de frente e o movimento dos braços e das pernas lhes empresta um certo dinamismo. Uma grande figura rodeada de mãos pintadas, situada no sítio Balanço (município de Sumé) diferencia-se um pouco das outras. Ela está desenhada de frente, com os pés de perfil; tem sexo masculino e seu braço direito termina em quatro dedos.
>
> Os motivos de Cariris Velhos são geralmente vermelhos e amarelos. Os brancos e os pretos são menos frequentes. A cabeça e o corpo são preenchidos e os membros executados com traços. O conjunto de figuras que aparece no sítio Castanho (município de Queimada) parece representar uma cena. A organização dos personagens em cenas não deve ser frequente nesta região, pois R. T. de Almeida não a menciona.
>
> As figuras humanas de Cariris Velhos parecem não ser muito variadas do ponto de vista morfológico e técnico [...]".[43]

As gravuras e pinturas rupestres da Paraíba foram classificadas pelos arqueólogos como pertencentes à Tradição Itacoatiara ("pedra pintada", em Tupi):[44]

> "São exclusivamente sítios gravados nas imediações dos rios, e particularmente de cachoeiras, onde aproveitam o afloramento de rochas duras. Muitos dos blocos gravados costumam ser submersos pelas enchentes, fato este certamente desejado pelos autores pré-históricos.
>
> [...] Na famosa 'pedra lavrada' de Ingá (PB), destacam-se sobretudo curvilineares de feição muito bonita".[45]

Esse estilo de trabalho rupestre, por sua associação com sítios líticos, é mais comumente associado aos grupos caçadores-coletores do que com os ceramistas/agricultores.

---

[42] As informações a respeito das gravuras do rio Araçaí provavelmente se encontram no livro de Almeida, *A Arte Rupestre nos Cariris Velhos*, publicado em 1979 pela editora da UFPB. Não consegui localizar o trabalho para conferir se lá existe a localização exata deste sítio arqueológico. Atualmente, existem registrados pelo IPHAN uma grande quantidade de sítios arqueológicos pré-coloniais com gravuras rupestres na Paraíba, como se verá neste relatório.

[43] MONZON, Susana. A representação humana na arte rupestre do Piauí: comparações com outras áreas. **Revista do Museu Paulista**. São Paulo, v. XXVIII, p. 401-422, 1981/1982. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Amonzon-1982-representacao/Monzon_1982_ARepresentHumanaArteRupestrePiaui.pdf.

[44] Uma tradição seria uma grande unidade regional de certo estilo artefactual. Cf. SANTOS, Juvandi de Souza. **Estudos da Tradição Itacoatiara na Paraíba:** Subtradição Ingá? Campina Grande: Cópias & Papéis, 2014. Disponível em: http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/13373/1/SANTOS_Juvandi_de_Souza_Estudos_da_Tradicao_Itacoatiara_na_Paraiba_Subtradicao_Inga_isbn978-85-912404-6-3%20%282%29.pdf.

[45] PROUS, André. **Arqueologia Brasileira**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1992. Capítulo XIV, p. 515.

De acordo com a Base de Dados de Sítios Arqueológicos do IPHAN, existem atualmente registrados para o estado da Paraíba 296 sítios arqueológicos, entre pré-coloniais e históricos, dispersados por 76 municípios. Desses, 23 são localizados na Bacia do Litoral Norte:

Tabela 3.1 - Síntese dos 38 sítios arqueológicos das bacias Litoral Norte registrados no IPHAN

Nome do sítio	Município	Bacia	Síntese do bem	Classificação
Lagoa do Caju	Araçagi	Litoral Norte		Sem classificação
MV10	Areial	Litoral Norte		Sem classificação
Ruínas de São Miguel Arcanjo	Baía da Traição	Litoral Norte	Ruínas da Igreja de São Miguel Arcanjo, construída entre meados dos séculos XVII e XVIII.	Histórico
Gruta dos Morcegos	Bananeiras	Litoral Norte		Sem classificação
Umari	Bananeiras	Litoral Norte		Sem classificação
MV11	Esperança	Litoral Norte		Sem classificação
Pedra da Viola	Guarabira	Litoral Norte		Sem classificação
Amaragi	Lagoa Seca	Litoral Norte	Bloco com gravuras rupestres bastante desgastadas devido à ação fluvial, por estar localizado à margem do Rio Mamanguape.	Pré-colonial
CECA 17	Lagoa Seca	Litoral Norte		Sem classificação
MV09	Lagoa Seca	Litoral Norte		Sem classificação
MV8A	Lagoa Seca	Litoral Norte		Sem classificação
Camaratuba	Mamanguape	Litoral Norte	Sítio cerâmico pré-colonial e colonial, com fragmentos distribuídos de forma esparsa a céu aberto.	Pré-colonial e histórico
Curimatá - KM 234	Mamanguape	Litoral Norte		Sem classificação
Ocorrência 10 - KM 218	Mamanguape	Litoral Norte		Sem classificação
Ocorrência 11 - KM 231	Mamanguape	Litoral Norte		Sem classificação
Ocorrência 12 - KM 243	Mamanguape	Litoral Norte		Sem classificação
PB 0035 LA/UFPE	Mamanguape	Litoral Norte		Sem classificação
PB 0017 LA/UFPE	Mataraca	Litoral Norte		Sem classificação
PB 0018 LA/UFPE	Mataraca	Litoral Norte		Sem classificação
Itacoatiara Engenho das Pinturas	Pilões	Litoral Norte	Gravuras rupestres localizadas em blocos rochosos alocados no leito do Rio Araçagi.	Pré-colonial
CECA 20	Remígio	Litoral Norte		Sem classificação
Aldeia indígena Silva	Rio Tinto	Litoral Norte	Foram identificados fragmentos de cerâmica decorada.	Histórico e indígena

Nome do sítio	Município	Bacia	Síntese do bem	Classificação
Loca da Nega	Serra da Raiz	Litoral Norte		Sem classificação

A localização de sítios arqueológicos se dá de acordo com uma série de fatores, dos quais se salientam as verbas para pesquisas existentes em instituições museológicas e de ensino superior, bem como a presença de profissionais qualificados e, mais recentemente, das exigências próprias da arqueologia de contrato. Portanto, esta breve quantificação de 38 sítios, de um universo de 269, não representa a totalidade do material arqueológico existente atualmente nas áreas em questão, mas sim apenas do que foi registrado até o momento. Destes 38, três são relacionados com pinturas e gravuras rupestres, e outros 2 com material cerâmico associado a indígenas agricultores da tradição Tupi-Guarani.[46]

Se a bibliografia sobre a história indígena pré-colonial da Paraíba é rica em material sobre as pinturas e gravuras rupestres, o mesmo não pode ser tipo a respeito das tradições ceramistas, produzidas por indígenas agricultores principalmente do Tronco Linguístico Tupi-Guarani.

O Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuentajú, produzido nos anos 1940, registra os seguintes grupos linguísticos ameríndios para o estado: no litoral, as famílias linguísticas Potiguara e Tobajara, do tronco Tupi; a língua isolada Sukuru;[47] e o povo extinto Kipéa-Kariri.[48]

[46] Até o momento não foram registrados sítios sambaquis na Paraíba, lacuna destacada por alguns pesquisadores. Cfe. BRITO, Vanderley de; OLIVEIRA, Thomas Bruno. Cultura sambaquieira: uma lacuna na arqueologia paraibana. **Tarairiú – Revista Eletrônica do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB**. Campina Grande, ano III, v. 1, n. 5, p. 100-111, set./out. 2012.

[47] Sobre os Sukuru, também conhecidos como Xukuru, ver: https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Xukuru.

[48] De acordo com Carlos de Azevedo Netto: "A região dos Cariris recebeu esta denominação devido aos índios da nação Cariri que viviam naquela área desde tempos remotos até o início do século XVII. As informações sobre essas populações indígenas, consideradas "bárbaras" pelo elemento português, foram obtidas através de relatos de cronistas e missionários religiosos. Cariri é um termo de origem tupi, com variação do Kiri´ri, que significa "silencioso", "deserto", "ermo"; ou ainda "caatinga pouco áspera" [...]. Os Cariris foram ocupando aquela área a partir da bacia do rio Paraíba e de seus afluentes. Nestes locais foi desenvolvida a cultura do algodão de fibras longas. As práticas agrícolas desses povos já demonstravam ser predatórias da fauna e flora locais, pois as queimadas eram comuns no cultivo da roça de mandioca e/ou milho". Cf. AZEVEDO NETTO, Carlos Xavier de. Fragmentação da informação arqueológica no Estado da Paraíba: situação atual e perspectivas. *In*: AGUIAR, Rodrigo Luiz Simas de; OLIVEIRA, Jorge Eremites de; PEREIRA, Levi Marques (org.). **Arqueologia, Etnologia e Etno-história em Iberoamérica:** Fronteiras, Cosmologia, Antropologia em Aplicação. Dourados: Editora da UFGD, 2010. p. 319-351. Disponível em: https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/1016/1/arqueologia-etnologia-e-etno-historia-em-iberoamerica-fronteiras-cosmologia-antropologia-em-aplicacao.pdf.

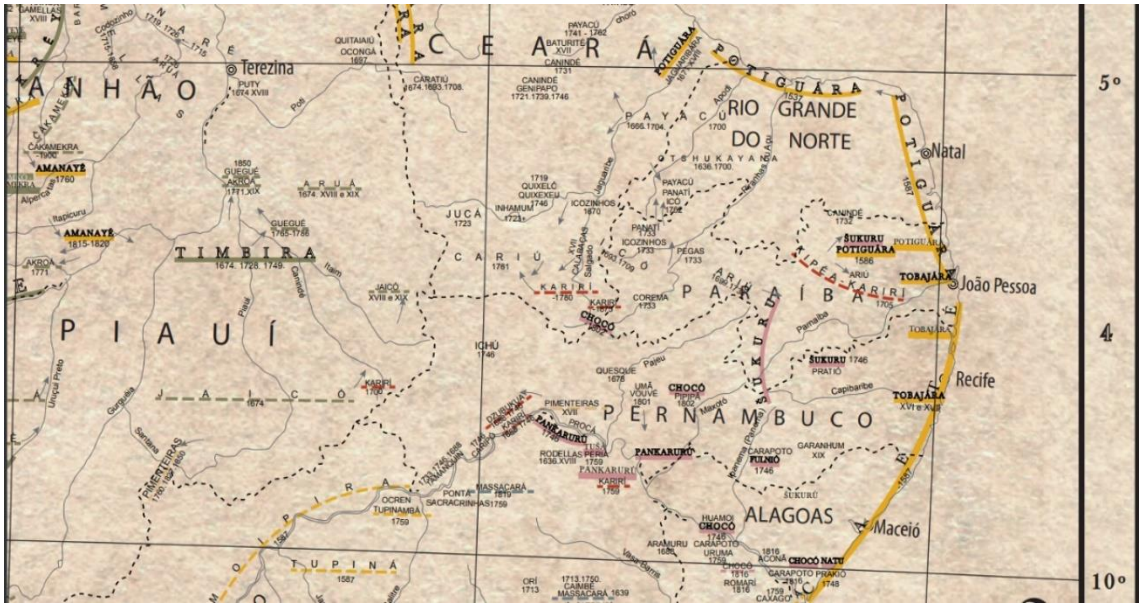


Figura 3.15 - Detalhe do Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuendaju.
Acervo Museu Paraense Emílio Goeldi

O mapa de Nimuendajú condensa relatos históricos com as pesquisas do próprio autor em meio aos povos indígenas naquela primeira metade do século XX. Foi um exercício analítico de Curt em tentar mapear, através da linguística, a distribuição espacial de diferentes grupos, tanto naquele momento, como desde o século XVI. As informações que o autor aponta devem ser lidas juntamente com pesquisas científicas e com os dados arqueológicos para atingirem sentido mais amplo.

Com relação aos grupos do litoral, especificamente dos Potiguara, impera a ausência de maiores informações já apontada:

> "Não abunda o interesse historiográfico pelos Potiguara – cujos últimos assumidos remanescentes provavelmente de um território cultural antes bem mais vasto vivem atualmente nos municípios de Baía da Traição, Marcação e Rio Tinto, no litoral setentrional da Paraíba – nem sobre os seus espaços, culturas e gentes. Não existindo mesmo qualquer história publicada, ainda que remota, sobre os Potiguara, uma revisão da literatura histórica disponível fica obrigada a tentar compulsar algumas esparsas referências aos nossos índios em histórias gerais da Paraíba, em monografias de temas e espaços locais, a que se somam, muito mais recentemente, algumas (poucas) dissertações académicas em sede de mestrados e doutoramentos estudando problemas e períodos da história paraibana".[49]

[49] SIMÕES, José Manuel da Silva. Espaço, história e memória: os Potiguara na Paraíba. **Saeculum – Revista de História**. João Pessoa, n. 35, p. 101-120, jul./dez. 2016. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/srh/article/view/31042/19593. Ver também: https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Potiguara.

No entanto, o povo Potiguara está intrinsecamente atrelado à história da Paraíba, existindo relatos históricos de sua presença no litoral desse estado desde os primórdios da invasão europeia. A própria origem do nome "Baía da Traição" estaria vinculada a essa etnia, dado pelos colonizadores em virtude de indígenas terem atraído marinheiros portugueses para a costa, consumindo-os em um ritual antropofágico.[50]

A toponímia da hidrografia do estado é fortemente marcada pela tradição indígena. Na região de estudo destacam-se:

- **Araçagi**: Araçá-g-y = rio dos araçás.[51]
- **Camará**: Plantas das famílias Solanáceas e Verbenáceas.[52]
- **Camaratuba**: "Corrupção de Camarâ-tyba, que s traduz camará abundante".[53]
- **Mamanguape**: Mamangûa = relativo à planta Fedegoso (*Cassia occidentalis*) + kûa = enseada + sufixo -pe = em = "na enseada dos mamanguás".[54]Ou: "Mongoagoape deriva-se de mõ-guáguá-pe que se traduz – onde se faz beber, no bebedouro".[55]
- **Mamuaba**: Mamuã = pirilampo, vagalume + aba = lugar de.[56]

[50] PALITOT, op. cit., 2005, p. 5-6. Ver também: MOONEN, Frans; MAIA, Luciano Mariz (org.). **História dos Índios Potiguara:** 1984-1992 (Relatórios e Documentos). 2ª edição digital. Recife: [s. d.], 2008. Disponível em: http://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/lucianomaia/moonen_1984_1992_indios_potiguaras.pdf.

[51] CARVALHO, Moacyr Ribeiro de. **Dicionário de Tupi (antigo) - Português**. Salvador: [S. d.], 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.

[52] BARBOSA, A. Lemos. **Pequeno Vocabulário Tupi-Português**. Rio de Janeiro: Livraria São José, 1951. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Abarbosa-1951-pequeno/barbosa_1951_tupi-portugues.pdf.

[53] HERCKMAN, Elias. As Etymologias Indigenas. **Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano**, Recife, tomo XI, n. 60, p. 30-36, dez. 1903. Disponível em: https://archive.org/details/revistadoinstit05perngoog/page/32/mode/2up?view=theater.

[54] CARV--ALHO, Moacyr Ribeiro de. **Dicionário de Tupi (antigo) - Português**. Salvador: [S. d.], 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.

[55] HERCKMAN, Elias. As Etymologias Indigenas. **Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano**, Recife, tomo XI, n. 60, p. 30-36, dez. 1903. Disponível em: https://archive.org/details/revistadoinstit05perngoog/page/32/mode/2up?view=theater.

[56] CARVALHO, Moacyr Ribeiro de. **Dicionário de Tupi (antigo) - Português**. Salvador: [S. d.], 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.

- **Miriri**: Mirî = pequeno, miúdo.[57]. Ou: "Admite duas interpretações: ou é corrupção de mbirer-y que quer dizer – rio dos couros, ou é alteração de miri-r-y, que significa – rio dos piris ou miris ou juncos".[58]
- **Parahyba**: Para+hyba = "rio ruim" ou "impraticável", de difícil navegação.[59]
- **Pirpirituba**: "Corrupção de Piri-piri-tyba, juncal, junco abundante".[60]
- **Tauá**: De Taguá = variedade de barro amarelo, argila.[61]

A denominação de Rio Tinto tem uma explicação diversa:

> "As terras do antigo Engenho Preguiça logo receberam o nome de Nova Descoberta, mas não seria esse o nome que as identificariam permanentemente no futuro. Quando a fábrica de tecidos Nova Descoberta começou a funcionar, chegou o pessoal treinado e apto para o serviço de tecelagem vindo dos estados de Alagoas e Sergipe, cedido ao coronel Frederico Lundgren pelo também pioneiro Delmiro Gouveia. Os recém-chegados estranharam a água de beber que lhes era oferecida. Segundo Fernandes (1971), os novos operários não consumiam a água de que os nativos tão bem se serviam. Veio, então, um sanitarista de Recife que constatou que as águas nascentes das cabeceiras do Rio Vermelho, que atravessava Nova Descoberta, eram realmente de cor muito avermelhada. Deve-se a isso o fato de o local, a partir de então, ter passado a se chamar Rio Tinto". [62]

[57] CARVALHO, Moacyr Ribeiro de. **Dicionário de Tupi (antigo) - Português**. Salvador: [S. d.], 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.

[58] HERCKMAN, Elias. As Etymologias Indigenas. **Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano**, Recife, tomo XI, n. 60, p. 30-36, dez. 1903. Disponível em: https://archive.org/details/revistadoinstit05perngoog/page/32/mode/2up?view=theater.

[59] HERCKMAN, Elias. As Etymologias Indigenas. **Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano**, Recife, tomo XI, n. 60, p. 30-36, dez. 1903. Disponível em: https://archive.org/details/revistadoinstit05perngoog/page/32/mode/2up?view=theater.

[60] HERCKMAN, Elias. As Etymologias Indigenas. **Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano**, Recife, tomo XI, n. 60, p. 30-36, dez. 1903. Disponível em: https://archive.org/details/revistadoinstit05perngoog/page/32/mode/2up?view=theater.

[61] CARVALHO, Moacyr Ribeiro de. **Dicionário de Tupi (antigo) - Português**. Salvador: [S. d.], 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.

[62] DANTAS, Anna Aline Roque Santana. Rio Tinto, impacto do declínio econômico na organização espacial. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009, p. 39. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5578/1/arquivototal.pdf.

3.2 Aspectos demográficos

3.2.1 Evolução dos municípios paraibanos

As Bacias do Litoral Norte ocupam parte ou totalmente o território de 51 municípios. Em 1920, apenas oito destes municípios existiam. O grande aumento do número de municípios ocorreu entre 1960 e 1980.

Tabela 3.2 - Progressão do aumento de municípios paraibanos

Ano de referência	1920	1950	1960	1980	2000
Número de municípios novos		2	16	16	9
Número acumulado de municípios	8	10	26	42	51

O município de Mamanguape é o que gerou o maior número de municípios, dez, seguido de Guarabira, com 6, e Campina Grande, com 4.

Tabela 3.3 - Municípios e suas origens

Município	Ano criação	Município de origem
Alagoa Grande	1864	Areia
Alagoa Nova	1904	Campina Grande
Alagoinha	1953	Guarabira
Algodão de Jandaíra	1994	Remígio
Araçagi	1959	Guarabira
Arara	1961	Serraria
Areia	1846	Mamanguape
Areial	1961	Esperança
Baía da Traição	1962	Mamanguape
Bananeiras	1832	Mamanguape
Belém	1957	Caiçara
Borborema	1959	Bananeiras
Capim	1994	Mamanguape
Casserengue	1994	Solânea
Cuité de Mamanguape	1994	Mamanguape
Cuitegi	1961	Guarabira
Curral de Cima	1994	Mamanguape
Duas Estradas	1961	Serra da Raíz
Esperança	1925	Alagoa Nova
Guarabira	1837	
Gurinhém	1958	Pilar
Itapororoca	1961	Mamanguape
Jacaraú	1961	Mamanguape
Juarez Távora	1959	Alagoa Grande
Lagoa de Dentro	1961	Caiçara
Lagoa Seca	1964	Campina Grande
Lucena	1961	Santa Rita
Mamanguape	1855	
Marcação	1994	Rio Tinto
Mari	1958	Sapé
Massaranduba	1965	Campina Grande
Mataraca	1963	Mamanguape
Matinhas	1994	Alagoa Nova
Montadas	1963	Esperança
Mulungu	1959	Guarabira
Pedro Régis	1994	Jacaraú
Pilões	1953	Serraria

Município	Ano criação	Município de origem
Pilõezinhos	1963	Guarabira
Pirpirituba	1953	Guarabira
Pocinhos	1953	Campina Grande
Puxinanã	1961	Pocinhos
Remígio	1957	Areia
Rio Tinto	1956	Mamanguape
Santa Rita	1890	João Pessoa
São Sebastião de Lagoa de Roça	1961	Alagoa Nova
Sapé	1925	Cruz do Espírito Santo
Serra da Raiz	1959	Caiçara
Serra Redonda	1953	Ingá
Serraria	1893	Bananeiras
Sertãozinho	1994	Duas Estradas
Solânea	1953	Bananeiras

3.2.2 Evolução da população

Os dados censitários do IBGE permitem avaliar esse cenário da distribuição da população entre o meio urbano e rural. Até o censo de 1980, a população rural era superior à urbana, mas a partir dessa data as taxas de crescimento da população rural passam a ser nula ou negativas, ficando muito abaixo das taxas da população urbana.

Tabela 3.4 - População urbana e rural do estado da Paraíba - Dados censitários do IBGE

Indicador	1960	1970	1980	1991	2.000	2.010
População urbana	695.805	1.002.420	1.449.206	2.052.066	2.447.212	2.838.678
População rural	1.295.340	1.380.043	1.321.140	1.149.048	996.613	927.850
População total	1.991.145	2.382.463	2.770.346	3.201.114	3.443.825	3.766.528
Taxa urbanização	35%	42%	52%	64%	71%	75%
Taxa anual crescimento população urbana		4%	8%	10%	15%	15%
Taxa anual crescimento população rural		1%	0%	-1%	-3%	-3%
Taxa anual crescimento população total		2%	3%	4%	6%	7%

3.2.3 População nas BHLN

Para a avaliação dos aspectos demográficos das BHLN foram utilizados os dados dos Censos Demográficos de 2000 e 2010. A estimativa do número total de pessoas residentes nas bacias considerou 100% da população urbana nos municípios com sede dentro da bacia, somada à porcentagem referente a sua área de contribuição na bacia, proporcional à população rural total do município. Já as estimativas de crescimento da população foram realizadas pelo método geométrico, considerando os valores calculados da população residente nos municípios inseridos nas bacias.

A **Tabela 3.5** apresenta a estimativa da projeção populacional para as BHLN no horizonte do Plano (20 anos), considerando a metodologia descrita acima. Estima-se que no ano de 2022, 51,6% da população da UPH Rio Camaratuba seja rural e 48,4% urbana. Na UPH Rio Mamanguape, a população rural representa 29,1% do total, enquanto a urbana representa 70,9%. No que concerne à UPH Rio Miriri, estima-se que 41,6% da população seja rural e 58,4% urbana. Para o horizonte de longo prazo dos PRHBHL, a estimativa é que na UPH Rio Camaratuba, a população rural represente 40,4% do total, enquanto a urbana deve representar 59,6%. Já na UPH Rio Mamanguape, a rural deverá representar 26,2% do total, e a urbana 73,8%. Por fim, a UPH Rio Miriri tem projeções de ter 51,4% da sua população situada em zonas rurais, e 48,6% da população em zona urbana.

Desse modo, nota-se que os municípios das bacias hidrográficas do Litoral Norte, majoritariamente, registraram um processo de urbanização crescente e em trajetória similar ao verificado no país. Certamente, um processo associado a crise na produção agropecuária e sua mecanização, fatores que interferem negativamente no número de empregos na zona rural promovendo o êxodo em direção à zona urbana. A tendência é que este movimento continue acontecendo. No entanto, nota-se um processo de ruralização da população na UPH Rio Miriri.

Tabela 3.5 - Projeção populacional das BHLN

Município	Sede Municipal inserida na UPH?	Ano 2000		Ano 2010		Taxa de Crescimento		Ano 2022		Ano 2042	
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Rio Camaratuba											
Araçagi	Não	31	0	26	0	-1,54%	0,00%	22	0	16	0
Baía da Traição	Não	467	0	654	0	3,43%	0,00%	981	0	1.926	0
Curral de Cima	Sim	3.481	444	3.379	473	-0,30%	0,63%	3.261	510	3.072	579
Duas Estradas	Sim	1.009	2.766	766	2.839	-2,71%	0,26%	551	2.929	318	3.086
Itapororoca	Não	3	0	3	0	-0,45%	0,00%	3	0	2	0
Jacaraú	Não	2.838	0	2.394	0	-1,68%	0,00%	1.953	0	1.391	0
Lagoa de Dentro	Sim	2.460	3.347	2.234	3.975	-0,96%	1,73%	1.989	4.886	1.640	6.892
Mamanguape	Não	4.169	0	4.196	0	0,06%	0,00%	4.228	0	4.282	0
Mataraca	Sim	148	4.818	186	6.548	2,33%	3,12%	245	9.462	389	17.478
Pedro Régis	Não	2.741	0	2.826	0	0,30%	0,00%	2.930	0	3.113	0
Pirpirituba	Não	12	0	11	0	-0,97%	0,00%	10	0	8	0
Rio Tinto	Não	1.296	0	1.424	0	0,95%	0,00%	1.594	0	1.925	0
Serra da Raiz	Não	517	0	455	0	-1,26%	0,00%	391	0	303	0
Sertãozinho	Não	1.006	0	891	0	-1,20%	0,00%	770	0	605	0
Total		20.177	11.375	19.445	13.835	-	-	18.928	17.788	18.990	28.034
Rio Mamanguape											
Alagoa Grande	Sim	11.620	16.847	10.324	17.531	-1,18%	0,40%	8.958	18.389	7.072	19.912
Alagoa Nova	Sim	10.274	8.301	9.887	9.794	-0,38%	1,67%	9.442	11.944	8.744	16.627
Alagoinha	Sim	4.044	7.789	4.542	9.034	1,17%	1,49%	5.221	10.793	6.586	14.520
Algodão de Jandaíra	Não	29	0	24	0	-1,67%	0,00%	20	0	14	0
Araçagi	Sim	12.125	5.921	10.378	6.804	-1,54%	1,40%	8.611	8.039	6.308	10.616
Arara	Sim	3.943	7.587	3.729	8.924	-0,56%	1,64%	3.487	10.843	3.119	15.001
Areia	Sim	12.660	13.471	9.231	14.598	-3,11%	0,81%	6.319	16.076	3.359	18.878
Areial	Sim	2.083	3.715	1.676	4.600	-2,15%	2,16%	1.291	5.945	836	9.114
Baía da Traição	Sim	3.041	2.972	4.261	3.092	3,43%	0,40%	6.388	3.242	12.544	3.510
Bananeiras	Sim	3.915	7.590	3.630	8.668	-0,75%	1,34%	3.315	10.166	2.849	13.258
Belém	Não	927	0	812	0	-1,32%	0,00%	692	0	530	0
Borborema	Sim	1.693	3.037	1.379	3.732	-2,03%	2,08%	1.078	4.779	715	7.217
Capim	Não	314	0	896	0	11,05%	0,00%	3.151	0	25.652	0
Casserengue	Não	587	0	528	0	-1,05%	0,00%	465	0	376	0
Cuité de Mamanguape	Sim	4.214	1.519	3.782	2.069	-1,08%	3,14%	3.321	2.998	2.675	5.562

Município	Sede Municipal inserida na UPH?	Ano 2000		Ano 2010		Taxa de Crescimento		Ano 2022		Ano 2042	
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Rio Mamanguape											
Cuitegi	Sim	1.576	5.678	1.281	5.608	-2,05%	-0,12%	999	5.525	660	5.390
Curral de Cima	Não	1.387	0	1.346	0	-0,30%	0,00%	1.299	0	1.224	0
Duas Estradas	Não	23	0	18	0	-2,71%	0,00%	13	0	7	0
Esperança	Sim	6.369	18.520	6.248	21.631	-0,19%	1,56%	6.107	26.061	5.879	35.553
Guarabira	Sim	7.414	44.068	6.366	48.960	-1,51%	1,06%	5.302	55.552	3.909	68.571
Gurinhém	Não	94	0	99	0	0,56%	0,00%	106	0	118	0
Itapororoca	Sim	6.423	8.206	6.138	10.856	-0,45%	2,84%	5.811	15.189	5.306	26.582
Juarez Távora	Não	77	0	67	0	-1,42%	0,00%	56	0	42	0
Lagoa de Dentro	Não	0	0	0	0	-0,96%	0,00%	0	0	0	0
Lagoa Seca	Não	9.962	0	9.520	0	-0,45%	0,00%	9.015	0	8.232	0
Mamanguape	Sim	3.653	30.754	3.676	34.234	0,06%	1,08%	3.704	38.934	3.751	48.243
Marcação	Sim	3.254	2.948	4.758	2.849	3,87%	-0,34%	7.508	2.735	16.056	2.554
Mari	Não	295	0	338	0	1,38%	0,00%	399	0	525	0
Massaranduba	Sim	2.340	3.511	2.406	4.484	0,28%	2,48%	2.488	6.014	2.631	9.809
Matinhas	Sim	3.477	609	3.639	682	0,46%	1,14%	3.843	781	4.210	980
Montadas	Sim	1.322	1.966	1.210	3.156	-0,88%	4,85%	1.089	5.569	913	14.352
Mulungu	Sim	4.561	4.137	4.454	4.536	-0,24%	0,92%	4.328	5.066	4.127	6.090
Pilões	Sim	5.007	2.793	3.646	3.332	-3,12%	1,78%	2.492	4.118	1.321	5.860
Pilõezinhos	Sim	3.132	2.298	2.408	2.747	-2,59%	1,80%	1.757	3.403	1.038	4.863
Pirpirituba	Sim	2.669	7.518	2.422	7.894	-0,97%	0,49%	2.156	8.370	1.775	9.228
Pocinhos	Não	5	0	5	0	0,12%	0,00%	5	0	5	0
Puxinanã	Não	777	0	767	0	-0,13%	0,00%	755	0	735	0
Remígio	Sim	2.932	10.196	2.876	12.953	-0,19%	2,42%	2.810	17.262	2.704	27.860
Rio Tinto	Sim	5.494	13.284	6.037	13.057	0,95%	-0,17%	6.760	12.790	8.162	12.356
São Seb. de L. de Roça	Sim	6.250	3.776	6.382	4.659	0,21%	2,12%	6.544	5.995	6.823	9.127
Sapé	Não	1	0	1	0	0,14%	0,00%	1	0	1	0
Serra da Raiz	Não	455	0	401	0	-1,26%	0,00%	344	0	267	0
Serra Redonda	Não	1.231	0	1.013	0	-1,93%	0,00%	802	0	543	0
Serraria	Sim	3.513	3.165	2.771	3.467	-2,34%	0,92%	2.084	3.868	1.297	4.641
Sertãozinho	Sim	333	2.112	295	3.215	-1,20%	4,29%	255	5.323	200	12.335
Solânea	Sim	5.182	17.834	2.975	19.332	-5,40%	0,81%	1.528	21.297	503	25.025
Total		160.675	262.122	148.640	296.498	-	-	142.119	347.065	164.347	463.632

Município	Sede Municipal inserida na UPH?	Ano 2000		Ano 2010		Taxa de Crescimento		Ano 2022		Ano 2042	
		Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Rio Miriri											
Araçagi	Não	14	0	12	0	-1,54%	0,00%	10	0	7	0
Capim	Sim	211	3.656	601	4.106	11,05%	1,17%	2.116	4.720	17.220	5.953
Cuité de Mamanguape	Não	395	0	354	0	-1,08%	0,00%	311	0	251	0
Lucena	Sim	1.208	8.027	1.103	10.152	-0,90%	2,38%	989	13.457	825	21.525
Mari	Não	452	0	519	0	1,38%	0,00%	612	0	806	0
Rio Tinto	Não	2.232	0	2.453	0	0,95%	0,00%	2.747	0	3.316	0
Santa Rita	Não	2.174	0	2.347	0	0,77%	0,00%	2.573	0	2.999	0
Sapé	Não	3.472	0	3.521	0	0,14%	0,00%	3.580	0	3.680	0
	Não	14	0	12	0	-1,54%	0,00%	10	0	7	0
Total		10.159	11.683	10.911	14.258			12.938	18.177	29.105	27.478

Fonte: Elaborado a partir dos Censos Demográficos IBGE 2000 e 2010

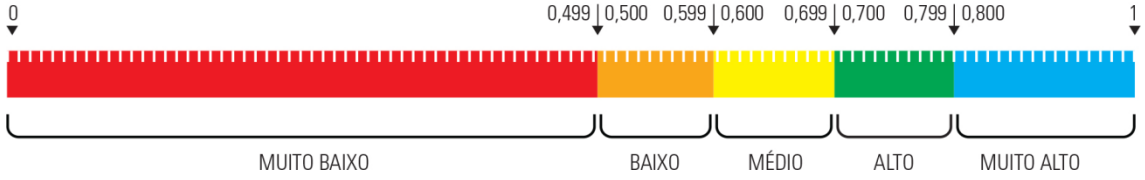
3.3 Desenvolvimento humano

A utilização de indicadores de desenvolvimento humano, a fim de avaliar as condições de vida da população que habita os municípios da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte, é fundamental para o conhecimento acerca da situação encontrada pela população local. O indicador mais comum utilizado é o "Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M", que apresenta de forma simplificada informações de renda, longevidade e educação da população.

Publicado pela primeira vez em 1990 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a partir da perspectiva de Amartya Sem e Mahbub ul Haq de que as pessoas são a verdadeira "riqueza das nações", o IDH foi criado como alternativa às avaliações centradas em agregados macroeconômicos como Valor Adicionado, Produto Interno Bruto, Impostos e Subsídios etc. Dessa forma, o IDH coloca o ser humano como foco central, sem desprezar as variáveis econômicas, servindo como referência para o nível de desenvolvimento humano de determinado local.

Assim, o IDH sintetiza as informações sobre uma população em um número, através de um índice que varia entre 0 (valor mínimo) e 1 (valor máximo), sendo dividido em faixas que, como mostra a **Figura 3.16**, quanto mais alto o valor, maior é o desenvolvimento humano do local. A partir da faixa de IDH encontrada para o local, é possível fomentar políticas públicas que visam melhorar a situação encontrada pela população.

Figura 3.16- Faixas de IDH



Fonte: PNUD, 2013.

Na sua composição o IDHM resulta da média geométrica dos indicadores nas dimensões analisadas pelo PNUD, a saber: Renda (IDHM-R), obtido a partir da renda per capita da população, refletindo as possibilidades de desfrute de uma padrão de vida digno; Educação (IDHM-E), obtido a partir da frequência escolar de crianças e jovens e grau de alfabetização os adultos evidenciando assim as condições de acesso ao conhecimento e; Longevidade (IDHM-L), obtido a partir da Esperança de Vida ao nascer que revela a possibilidade de vida longa e saudável da população (PNUD, 2013).

O IDH dos 5.565 municípios brasileiros e suas agregações em Estados e Grandes Regiões foi publicado no Atlas de Desenvolvimento Humano em 2012, com a participação do IBGE, da Fundação José Pinheiro e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Para isso, foram utilizados os dados do Censo de 2010, e aplicada a mesma metodologia para recalcular os IDH-M dos dois anos censitários anteriores (1991 e 2000), através de compatibilizações de áreas municipais a fim de respeitar as divisões ocorridas no período. Em função da inexistência de dados mais atualizados, os municípios que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte da Paraíba terão seus dados de desenvolvimento humano apresentados de forma comparativa entre os anos de 1991, 2000 e 2010.

O Estado da Paraíba no ano de 2010 ocupou a 23ª posição no ranking do IDHM, apenas a frente dos Estados do Pará, Piauí, Maranhão e Alagoas. Analisando as dimensões específicas, o Estado da Paraíba ocupa a 22ª colocação tanto em Longevidade como em Renda, enquanto em Escolaridade sua posição é a 24ª. Os valores apresentados para o Estado da Paraíba apresentam um cenário de preocupação, visto que o Estado ocupa posições baixas em todas as dimensões em relação aos demais estados brasileiros. A dimensão mais preocupante é a de Educação, onde o Estado ocupa a faixa de “Baixo”, já que em Renda e Longevidade as faixas encontradas são “Médio” e “Alto”, respectivamente.

Em relação aos municípios que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte, de forma geral, os valores de IDHM diferem de forma significativa dos valores do Estado da Paraíba, a não ser a IDHM-L, onde em 86% dos municípios (45) é possível encontrar a faixa de “Alto”. Já para a IDHM-E, existe uma discrepância entre os municípios da BHLN e do Estado da Paraíba, já que 75% dos municípios (39) estão na faixa de “Muito baixo” e o Estado está na faixa de “Médio”. Por último, a IDHM-R também difere de forma significativa, visto que o Estado está na faixa de “Alto” e 90% dos municípios (47) estão na faixa de “Baixo”. A **Figura 3.17** apresenta as quantidades totais dos municípios nas faixas de IDHM por dimensão, enquanto a **Tabela 3.6** apresenta os valores individuais de cada município da BHLN.

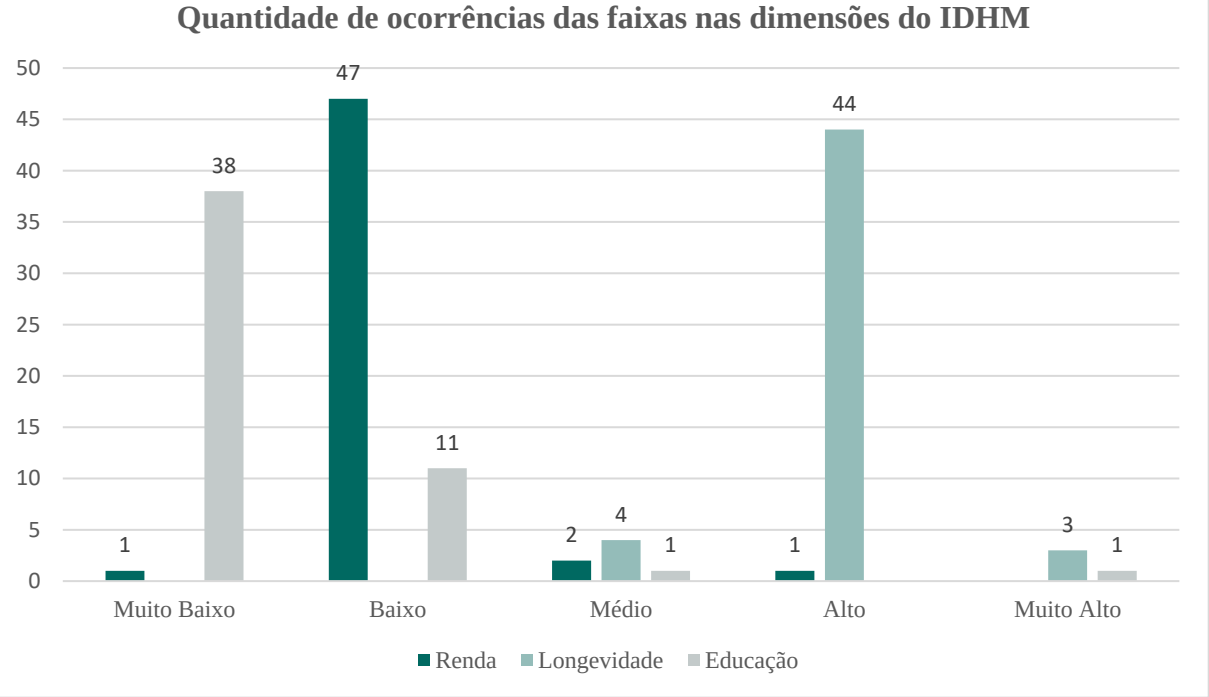


Figura 3.17 - Ocorrências das faixas nas dimensões do IDHM dos municípios da BHLN
Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil

Tabela 3.6 - Indicadores de desenvolvimento humano dos municípios da BHLN

Município	IDHM			Posição IDH PB 2010	Dimensões IDHM 2010		
	1991	2000	2010		Renda	Longevidade	Educação
Brasil	0,493	0,612	0,727	-	0,739	0,816	0,637
Paraíba	0,382	0,506	0,658	23°	0,656	0,783	0,555
Alagoa Grande	0,322	0,426	0,582	117°	0,576	0,797	0,43
Alagoa Nova	0,306	0,389	0,576	135°	0,567	0,749	0,451
Alagoinha	0,257	0,411	0,595	81°	0,574	0,795	0,462
Algodão de Jandaíra	0,182	0,313	0,548	201°	0,532	0,749	0,413
Araçagi	0,26	0,389	0,549	200°	0,54	0,745	0,412
Arara	0,282	0,387	0,548	202°	0,569	0,712	0,407
Areia	0,332	0,425	0,594	86°	0,593	0,756	0,467
Areial	0,338	0,448	0,608	54°	0,573	0,779	0,503
Baía da Traição	0,329	0,413	0,581	119°	0,541	0,731	0,495
Bananeiras	0,281	0,401	0,568	156°	0,555	0,766	0,43
Belém	0,562	0,644	0,746	92°	0,751	0,822	0,673
Borborema	0,285	0,428	0,558	185°	0,544	0,75	0,426
Capim	0,175	0,33	0,533	218°	0,52	0,728	0,4
Casserengue	0,147	0,305	0,514	231°	0,492	0,73	0,379
Cuité de Mamanguape	0,217	0,328	0,524	227°	0,529	0,683	0,398
Cuitegi	0,293	0,408	0,57	150°	0,563	0,732	0,45
Curral de Cima	0,131	0,308	0,529	221°	0,528	0,715	0,392
Duas Estradas	0,266	0,409	0,603	67°	0,565	0,795	0,488
Esperança	0,35	0,474	0,623	29°	0,598	0,767	0,526
Guarabira	0,396	0,516	0,673	230°	0,641	0,812	0,586
Gurinhém	0,225	0,371	0,556	189°	0,544	0,728	0,435
Itapororoca	0,281	0,394	0,564	173°	0,543	0,757	0,437
Jacaraú	0,242	0,367	0,558	186°	0,554	0,72	0,435
Juarez Távora	0,304	0,412	0,579	127°	0,544	0,768	0,465

Município	IDHM			Posição IDH PB 2010	Dimensões IDHM 2010		
	1991	2000	2010		Renda	Longevidade	Educação
Lagoa de Dentro	0,291	0,418	0,57	152°	0,539	0,772	0,444
Lagoa Seca	0,339	0,461	0,627	258°	0,621	0,769	0,516
Lucena	0,267	0,391	0,583	116°	0,577	0,734	0,469
Mamanguape	0,309	0,424	0,585	111°	0,585	0,756	0,453
Marcação	0,217	0,341	0,529	222°	0,525	0,691	0,408
Mari	0,268	0,394	0,548	205°	0,553	0,692	0,429
Massaranduba	0,288	0,408	0,567	164°	0,552	0,747	0,441
Mataraca	0,277	0,385	0,536	216°	0,533	0,675	0,427
Matinhas	0,258	0,397	0,541	213°	0,531	0,747	0,4
Montadas	0,266	0,449	0,59	101°	0,545	0,748	0,505
Mulungu	0,342	0,48	0,607	169°	0,551	0,759	0,534
Pedro Régis	0,215	0,319	0,542	212°	0,529	0,754	0,399
Pilões	0,332	0,443	0,614	182°	0,566	0,777	0,527
Pilõezinhos	0,27	0,405	0,564	174°	0,532	0,802	0,421
Pirpirituba	0,315	0,46	0,595	84°	0,566	0,745	0,499
Pocinhos	0,318	0,426	0,591	99°	0,556	0,779	0,477
Puxinanã	0,317	0,436	0,617	41°	0,574	0,754	0,542
Remígio	0,319	0,436	0,607	60°	0,592	0,797	0,474
Rio Tinto	0,345	0,447	0,585	112°	0,562	0,742	0,48
Santa Rita	0,312	0,446	0,609	251°	0,553	0,743	0,551
São Sebastião de Lagoa de Roça	0,277	0,443	0,594	90°	0,561	0,795	0,471
Sapé	0,296	0,406	0,569	155°	0,563	0,711	0,461
Serra da Raiz	0,274	0,455	0,626	263°	0,57	0,792	0,544
Serra Redonda	0,279	0,407	0,57	154°	0,565	0,772	0,424
Serraria	0,262	0,383	0,547	208°	0,536	0,779	0,392
Sertãozinho	0,309	0,434	0,621	290°	0,554	0,769	0,561
Solânea	0,322	0,428	0,595	85°	0,592	0,762	0,468

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil

Como a IDHM-R utiliza para o seu cálculo apenas dados da renda per capita da população, os Índice de Gini e o de Theil-L surgem como possibilidades de compreender a distribuição de renda da população, de modo a evidenciar as desigualdades presentes e os impactos da pobreza no município. Assim, o Índice de Gini indica a diferença entre os mais pobres e os mais ricos de uma população, através de um índice que varia entre 0 (perfeita distribuição de renda) e 1 (total concentração de renda, ou apenas um indivíduo com toda a renda). Já o Índice de Theil-L indica a desordem da distribuição de renda entre os grupos da população, através do cálculo do logaritmo neperiano entre as médias aritméticas e geométricas das rendas, excluindo as rendas nulas. Além disso, o Índice de Theil-L varia entre 0 (perfeita distribuição de renda) e infinito, aumentando o valor à medida que ocorre o aumento da desigualdade.

Analisando o período de 1991 a 2010 através do Índice de Gini, 45% dos municípios (23) apresentaram aumento de desigualdade, sendo que o município de Lucena foi o que mais apresentou aumento (41%) e o município de Curral de Cima o que apresentou o maior

decréscimo (37%). Já em relação ao período de 2000 a 2010, apenas em 24% dos municípios (12) houve aumento de desigualdade, com destaque negativo para Pilões, onde ocorreu o maior aumento (26%), e destaque positivo para São Sebastião de Lagoa de Roça, onde ocorreu o maior decréscimo (25%).

Observando os valores do Índice de Theil, é possível confirmar as conclusões obtidas com o Índice de Gini. Exemplo disso é o município de Curral de Cima, que apresentou um importante decréscimo de desigualdade observado em ambos os índices. A **Tabela 3.7** apresenta os resultados dos valores do Índice de Gini e do Índice de Theil para os municípios da BHLN.

Tabela 3.7 - Indicadores de distribuição de renda dos municípios da BHLN

Municípios	Índice de Theil-L			Índice de Gini		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	0,78	0,76	0,68	0,63	0,64	0,6
Paraíba	0,46	0,48	0,48	0,51	0,53	0,50
Alagoa Grande	0,66	0,54	0,53	0,6	0,55	0,53
Alagoa Nova	0,45	0,59	0,55	0,52	0,6	0,54
Alagoinha	0,38	0,48	0,5	0,47	0,53	0,52
Algodão de Jandaíra	0,25	0,33	0,41	0,37	0,45	0,47
Araçagi	0,34	0,42	0,54	0,46	0,51	0,53
Arara	0,53	0,47	0,58	0,56	0,51	0,54
Areia	0,58	0,6	0,55	0,57	0,6	0,55
Areial	0,64	0,45	0,47	0,6	0,53	0,49
Baía da Traição	0,44	0,46	0,64	0,5	0,57	0,58
Bananeiras	0,61	0,62	0,67	0,59	0,59	0,59
Belém	0,41	0,55	0,48	0,49	0,54	0,49
Borborema	0,51	0,57	0,48	0,54	0,6	0,5
Capim	0,21	0,28	0,46	0,38	0,44	0,48
Casserengue	0,39	0,43	0,63	0,48	0,49	0,57
Cuité de Mamanguape	0,37	0,41	0,44	0,51	0,54	0,48
Cuitegi	0,3	0,57	0,44	0,41	0,53	0,49
Curral de Cima	1,42	0,34	0,51	0,83	0,5	0,52
Duas Estradas	0,36	0,54	0,54	0,46	0,55	0,51
Esperança	0,59	0,55	0,55	0,57	0,57	0,54
Guarabira	0,57	0,48	0,51	0,57	0,52	0,53
Gurinhém	0,32	0,41	0,39	0,43	0,49	0,45
Itapororoca	0,37	0,43	0,43	0,47	0,5	0,48
Jacaraú	0,48	0,51	0,56	0,54	0,56	0,54
Juarez Távora	0,41	0,34	0,43	0,49	0,46	0,48
Lagoa de Dentro	0,68	0,39	0,54	0,64	0,49	0,52
Lagoa Seca	0,68	0,46	0,56	0,62	0,53	0,54
Lucena	0,26	0,48	0,55	0,39	0,55	0,55
Mamanguape	0,4	0,47	0,52	0,5	0,54	0,52

Municípios	Índice de Theil-L			Índice de Gini		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Marcação	0,37	0,41	0,51	0,47	0,57	0,51
Mari	0,31	0,46	0,4	0,42	0,52	0,46
Massaranduba	0,41	0,46	0,4	0,5	0,6	0,46
Mataraca	0,32	0,39	0,44	0,44	0,5	0,48
Matinhas	0,37	0,41	0,33	0,49	0,48	0,44
Montadas	0,5	0,49	0,44	0,52	0,54	0,47
Mulungu	0,36	0,38	0,44	0,47	0,51	0,49
Pedro Régis	0,45	0,41	0,51	0,55	0,52	0,51
Pilões	0,49	0,4	0,64	0,53	0,47	0,59
Pilõezinhos	0,29	0,62	0,34	0,41	0,59	0,43
Pirpirituba	0,32	0,51	0,51	0,44	0,55	0,52
Pocinhos	0,46	0,38	0,4	0,52	0,51	0,46
Puxinanã	0,48	0,46	0,38	0,53	0,55	0,45
Remígio	0,58	0,53	0,58	0,57	0,56	0,55
Rio Tinto	0,39	0,46	0,48	0,47	0,54	0,5
Santa Rita	0,38	0,38	0,38	0,47	0,48	0,46
São Sebastião de Lagoa de Roça	0,51	0,68	0,44	0,59	0,64	0,48
Sapé	0,4	0,4	0,45	0,49	0,51	0,5
Serra da Raiz	-	-	-	-	-	-
Serra Redonda	0,4	0,42	0,47	0,49	0,48	0,48
Serraria	0,56	0,56	0,5	0,57	0,57	0,5
Sertãozinho	0,22	0,41	0,43	0,36	0,47	0,46
Solânea	0,72	0,62	0,6	0,63	0,61	0,56

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil

3.4 Atividades econômicas

De acordo com o Banco do Nordeste [63] a economia paraibana desenvolveu-se com base numa matriz primário-exportadora, seja quando se considera o painel das trocas internacionais seja no quadro inter-regional. Os dados apresentados na **Tabela 3.10**, em Reais do ano de 2000, confirmam esta configuração econômica estadual.

Tabela 3.8 - Paraíba: Valor adicionado* por setores produtivos (1960 / 1990) (Em mil R$)

	Agropecuária		Indústria		Serviços e comércio		Total	
Ano	R$	%	R$	%	R$	%	R$	%
1960	1.096.700,65	56,8	173.769,49	9,0	661.833,23	34,3	1.932 303,36	100
1969	925.724,46	46,7	180.577,71	9,1	877.181,57	44,2	1.983.483,73	100
1975	932.869,52	27,7	764.560,11	22,7	1.667.696,73	49,6	3.365.126,35	100
1980	880.502,27	17,7	1.318.514,15	26,5	2.767.851,55	55,7	4.966.867,97	100
1985	1.220.325,26	20,9	1.609.861,34	27,6	3.005.013,71	51,5	5.835.200,31	100
1990	1.124.015,23	15,3	1.875.437,63	25,6	4.336.024,93	59,1	7.335.477,80	100

[63] TARGINO, Ivan *et al*. Desempenho da Economia Paraibana no Início do Século XXI. Revista Conjuntura Econômica – Edição especial de 15 anos. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. Disponível em www.bnb.gov.br

Pelos dados, observa-se a perda relativa da agropecuária, embora os valores tenham se mantido com uma certa estabilidade, variando no torno de um bilhão de reais (base do valor: ano 2000). As atividades econômicas com características predominantemente urbanas (indústria e serviços e comércio) por outro lado aumentaram significativamente o valor e a participação. A indústria teve um aumento de dez vezes no período avaliado, enquanto os serviços e comércio aumentaram sete vezes o valor adicionado.

Na evolução da economia entre 2002 e 2016, o mesmo estudo conclui que:

a) o setor industrial foi o que apresentou o melhor dinamismo, tendo concorrido, para tanto, a política mais agressiva do Governo Estadual, como já frisado anteriormente, bem como o dinamismo do segmento da construção civil estimulado pelo Programa Minha Casa Minha Vida, implantado pelo Governo Federal;

b) o setor terciário definiu a trajetória do VAB estadual, mostrando, no entanto, uma evolução mais modesta, influenciada pelo menor dinamismo da administração pública cujo VAB cresceu apenas 29% no período;

c) o setor agropecuário, desde 2011, registrou uma redução na sua contribuição para a economia estadual, reflexo da longa e severa seca que se abateu sobre o território estadual.

Os dados do IPEADATA permitem atualizar os dados até 2019, com os Valores Adicionados Brutos por setor desde 2015. Com esses dados pode-se avaliar que a economia paraibana representa entre 5% e 6% da economia da região Nordeste, sendo que essa participação é um pouco maior no setor terciário, com quase 7% de participação regional.

Tabela 3.9 - Setores econômicos

Setor econômico	Abrangência	2015	2016	2017	2018	2019
Agropecuária	Nordeste	29.783.587	27.489.454	30.366.659	31.757.626	30.683.982
	Paraíba	1.088.088	1.147.421	1.058.357	1.090.784	1.014.753
		3,65%	4,17%	3,49%	3,43%	3,31%
Indústria	Nordeste	102.301.870	98.056.249	96.934.162	98.575.144	96.395.187
	Paraíba	5.902.640	5.215.444	5.164.376	5.244.674	5.266.588
	PB/NE	5,77%	5,32%	5,33%	5,32%	5,46%
Comércio e serviços	Nordeste	70.984.605	69.197.108	71.135.396	69.678.300	69.182.522
	Paraíba	4.916.336	4.976.639	4.451.410	4.508.946	5.128.955
	PB/NE	6,93%	7,19%	6,26%	6,47%	7,41%
Total	Nordeste	203.070.062	194.742.811	198.436.217	200.011.070	196.261.691
	Paraíba	11.907.064	11.339.504	10.674.143	10.844.405	11.410.296
	PB/NE	5,86%	5,82%	5,38%	5,42%	5,81%

Neste período de análise, ao contrário do período anterior (2002 a 2016), a indústria perde importância e a agricultura variou entre 9 e 10% da economia estadual.

Setor	2015	2016	2017	2018	2019
Agropecuária	9,1%	10,1%	9,9%	10,1%	8,9%
Indústria	49,6%	46,0%	48,4%	48,4%	46,2%
Comércio e serviços	41,3%	43,9%	41,7%	41,6%	45,0%

O crescimento da indústria no período foi negativo. Os valores permitem verificar que o ano de 2015 representa um ponto de inflexão no crescimento, pois os valores de 2016 a 2019 sobre 2015 são sempre menores de 100%, enquanto os outros setores, revelando o impacto da crise econômica do período e a seca que teve em 2015 um ano crítico, na média oscilam entre estabilidade, no caso da agropecuária, e uma leve queda, no caso do setor de comércio e serviços.

Tabela 3.10 - Crescimento dos setores econômicos

Setor	2016	2017	2018	2019
Agropecuária	105,45%	97,27%	100,25%	93,26%
Indústria	88,36%	87,49%	88,85%	89,22%
Comércio e serviços	101,23%	90,54%	91,71%	104,32%

Assim, a agropecuária teve uma redução significativa entre 1960 e 2019, passando de cerca de 60% para menos de 10% em 2019; a indústria passa de 9% para quase 50% no mesmo período e o setor terciário é o que teve menor variação na participação estadual, entre 34% e 46%, mas com redução de importância entre 1990 e 2019.

Esses valores significam que a análise dos usos de água deve considerar os usos industriais com uma metodologia robusta, pois a participação deste setor na atividade econômica pode ter uma representação significativa. Em termos de exportação, de acordo com o BNB, a indústria é a que responde pelo maior valor: Calçados de borracha ou plásticos, com parte superior em tiras ou correias (36,8%), Álcool etílico não desnaturado com volume de teor alcoólico => 80% (13,1%), outros sucos de abacaxi, não fermentados (7,8%).

Do ponto de vista da agropecuária, as culturas temporárias são as mais importantes e, dentre elas, a cana-de-açúcar representa mais da metade do valor adicionado bruto, seguida do abacaxi. O grupo de culturas abacaxi, batata-doce, cana-de-açúcar, feijão, mandioca e milho soma quase 98% do VAB do setor agropecuário.

A pecuária, especialmente a bovinocultura, foi fortemente incentivada pela SUDENE nas décadas de 60 e 80, atingindo um pico em 1989, com quase 1,5 milhões de cabeças de bovinos.

Nos últimos anos vem experimentando uma queda, sendo fortemente afetada pelos períodos de seca. Os bovinos têm maior importância na região de clima semiárido, sendo componente do sistema gado-algodão no Sertão e do sistema policultura-gado-algodão no Agreste. A baixa presença de bovinos nas regiões da Mata Paraibana e na Borborema está relacionada com a presença maior do setor canavieiro e das condições climáticas, respectivamente.

Tabela 3.11 - Valor das principais culturas temporárias, com base na Produção Agrícola Municipal de 2017 (fonte: Targino, et al., 2019)

Ano	Principais culturas temporárias – Participação (%)							
	Total (1.000 R$ de 2016)	**Abacaxi**	**Batata-doce**	**Cana-de-açúcar**	**Feijão**	**Mandioca**	**Milho**	**% Total**
2000	1.078.389	20,96	2,94	33,40	17,81	5,81	8,47	89,39
2001	909.454	36,93	1,74	50,16	3,64	2,97	0,65	96,10
2002	965.409	25,96	2,32	38,21	13,68	6,20	7,27	93,63
2003	1.259.759	18,9	2,2	38,6	14,8	8,0	9,8	92,30
2004	1.132.756	22,94	3,26	39,35	12,60	7,46	4,43	90,05
2005	1.039.141	29,02	3,66	36,12	12,03	7,45	4,13	92,41
2006	1.272.114	21,94	2,79	37,60	16,74	5,07	8,68	92,82
2007	990.826	26,66	3,31	38,03	12,48	6,97	5,51	92,96
2008	1.104.276	21,57	3,60	30,10	18,77	8,06	8,09	90,19
2009	1.197.918	28,71	3,22	39,92	9,10	6,80	5,25	93,00
2010	951.634	35,39	3,73	45,24	2,82	8,00	0,84	96,02
2011	1.322.372	29,03	3,24	45,90	8,16	4,62	3,65	94,60
2012	1.084.288	38,47	2,21	48,81	0,97	6,18	0,55	97,19
2013	1.141.382	35,14	2,96	41,66	5,46	7,65	1,89	94,75
2014	1.094.274	33,56	2,94	47,49	3,46	6,74	1,91	96,10
2015	967.751	36,71	3,68	46,85	1,60	6,90	0,79	96,53
2016	1.159.164	27,70	3,21	55,98	2,83	6,83	0,99	97,55

Então, em relação ao setor primário, a bovinocultura terá maior importância nos municípios do Agreste paraibano e as culturas irrigadas de cana-de-açúcar e abacaxi, sendo que a primeira pode ser irrigada também com vinhoto, o que pode distorcer os dados censitários que não distinguem a irrigação com água ou efluente industrial.

3.4.1 Polarização regional

As cidades brasileiras e as suas relações com áreas urbanas próximas podem ser classificadas de acordo com os critérios apresentados pelo estudo do IBGE *Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil*, de 2005. Os Arranjos Populacionais são definidos pela existência de movimentos pendulares para trabalho e estudo e/ou pela contiguidade da mancha urbanizada. No Estado da Paraíba, são apontados onze arranjos populacionais:

- Alagoa Nova/PB (Alagoa Nova, Matinhas);
- Caiçara – Logradouro (Caiçara, Logradouro);

- Campina Grande (Campina Grande, Lagoa Seca, Massaranduba, Puxinanã, Queimadas);
- Cuité - Nova Floresta (Cuité, Nova Floresta);
- Duas Estradas - Serra da Raiz (Duas Estradas, Serra da Raiz);
- Guarabira (Cuitegi, Guarabira, Pilõezinhos);
- Itambé/PE - Pedras de Fogo (Juripiranga, Pedras de Fogo, Camutanga (PE), Itambé (PE));
- Jacaraú (Jacaraú, Pedro Régis);
- João Pessoa (Bayeux, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Lucena, Santa Rita);
- Mamanguape - Rio Tinto (Mamanguape, 9 Rio Tinto);
- Patos (Patos, Quixabá, Pombal, Pombal, São Domingos);
- Solânea – Bananeiras (Bananeiras, Solânea).

A pesquisa *Regiões de influência das cidades 2018* publicada pelo IBGE em 2020 apresenta a divisão das cidades brasileiras a partir das funções de gestão que exercem sobre outras cidades. Essas funções de gestão referem-se a atividades empresariais e gestão pública, determinando um grau de atratividade de algumas cidades sobre outras, permitindo definir uma zona de atratividade, que pode ou não ultrapassar os limites estaduais e regionais.

No primeiro nível da hierarquia encontram-se as regiões de influência das 15 Metrópoles. Essas são divididas em Grande Metrópole Nacional, papel que se restringe a São Paulo, e em Metrópole Nacional. No caso do estado da Paraíba, a metrópole nacional é Recife, Pernambuco.

O segundo nível são as Capitais Regionais, centros urbanos com alta concentração de atividades de gestão, mas com alcance menor em termos de região de influência em comparação com as Metrópoles. Em todo o País, 97 Cidades foram classificadas como Capitais Regionais. Essa categoria apresenta três subdivisões: a) Capital Regional A - apresentam contingente populacional próximo entre si, variando de 800 mil a 1,4 milhão de habitantes em 2018. Todas se relacionam diretamente a Metrópoles; b) Capital Regional B - reúne 24 Cidades, geralmente, centralidades de referência no interior dos Estados, caracterizam-se por possuírem, em média, cerca de meio milhão de habitantes; e c) Capital Regional C - possui 64 Cidades, com média nacional de população das cidades dessa categoria é de 300 mil habitantes em 2018.

No terceiro nível estão os Centros Sub-Regionais, que soma 352 Cidades que possuem atividades de gestão menos complexas, com áreas de influência de menor extensão que as das

Capitais Regionais. São também Cidades de menor porte populacional, com média nacional de 85 mil habitantes. Este nível divide-se em dois grupos: a) Centro Sub-Regional A - composto por 96 Cidades com média populacional de 120 mil habitantes; e b) Centro Sub-Regional B - formado por 256 Cidades, apresenta média nacional de 70 mil habitantes.

Os Centros de Zona são o quarto nível da hierarquia. Caracterizam-se por menores níveis de atividades de gestão, polarizando um número inferior de Cidades vizinhas em virtude da atração direta da população por comércio e serviços baseada nas relações de proximidade. São 398 Cidades com média populacional de 30 mil habitantes, subdivididas em dois conjuntos: a) Centro de Zona A - formado por 147 Cidades com cerca de 40 mil pessoas. Em termos de gestão do território, foram classificadas, em sua maioria, nos níveis 3 e 4; e b) Centro de Zona B - este subnível soma 251 Cidades, todas classificadas nos níveis 4 e 5 de gestão territorial. São de menor porte populacional que os Centros de Zona A (média inferior a 25 mil habitantes). Os Centros de Zona B são mais numerosos na Região Nordeste, onde localizam-se 100 das 251 Cidades nesta classificação.

Centros Locais compõem o último nível hierárquico. São Cidades que exercem influência restrita aos seus próprios limites territoriais, podendo atrair alguma população moradora de outras Cidades para temas específicos, mas não sendo destino principal de nenhuma outra Cidade. Simultaneamente, os Centros Locais apresentam fraca centralidade em suas atividades empresariais e de gestão pública, geralmente tendo outros centros urbanos de maior hierarquia como referência para atividades cotidianas de compras e serviços de sua população, bem como acesso a atividades do poder público e dinâmica empresarial. São a maioria das Cidades do País, totalizando 4 037 centros urbanos – o equivalente a 82,4% das unidades urbanas analisadas na presente pesquisa. A média populacional dos Centros Locais é de apenas 12,5 mil habitantes.

Recife é a região metropolitana nacional de interesse. Caracteriza-se por ser uma das redes mais populosas – com 24 milhões de habitantes, sendo a segunda maior após a rede de São Paulo, totalizando 11,3% da população do País – e com grande número de Cidades – ao todo, 720 centros urbanos, segundo maior número após a rede de Belo Horizonte. Abrange uma profusão de centros de hierarquia intermediária, localizados desde o Estado do Rio Grande do Norte até Sergipe e a porção norte da Bahia, estendendo sua entrada a Cidades limítrofes do Estado do Ceará e Piauí, já no contato com a rede de Fortaleza.

A atração direta de Recife restringe-se às Cidades próximas e às Capitais Regionais como os Arranjos Populacionais de Natal/RN, João Pessoa/PB, Aracaju/SE e Petrolina/PE - Juazeiro/BA e dos Municípios de Caruaru (PE) e Garanhuns (PE).

Na Paraíba, os vínculos dos níveis intermediários se dão, em geral, para João Pessoa, e estas, em seguida, conectam-se com Recife. João Pessoa é caracterizada como Capital Regional B, enquanto Campina Grande é uma Capital Regional C.

Os Centros Sub-regionais paraibanos são Patos e Cajazeiras, no nível A, e Sousa e Guarabira, no nível B. Destes, só interessa o de Guarabira.

Por fim, o Centro de Zona A de interesse é o AP Mamanguape - Rio Tinto/PB e o Centro de Zona B é o AP Solânea - Bananeiras/PB.

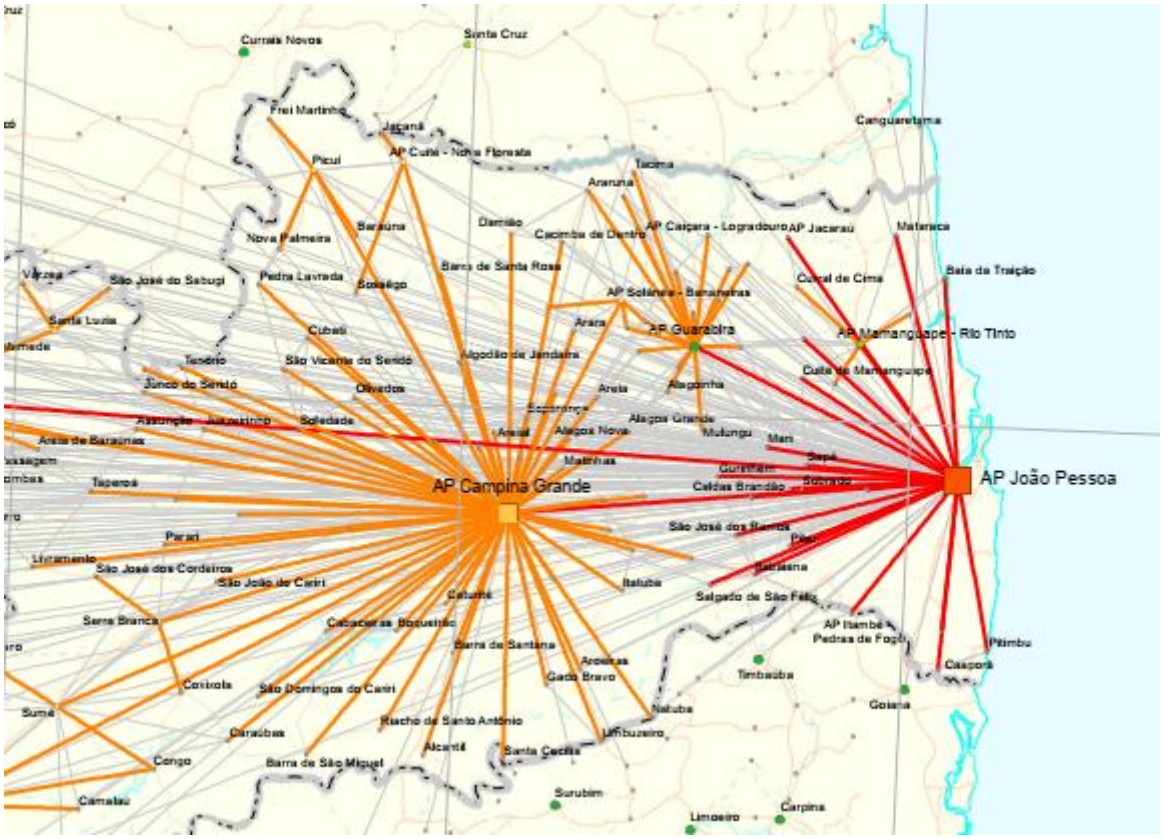


Figura 3.18 - Regiões de influência das cidades
Fonte: IBGE

No entanto, de acordo com pesquisa de Lívia Miranda[64] entre 2003 e 2013, foram criadas, por lei estadual ou decreto, treze "regiões metropolitanas" no estado da Paraíba. Destas, cinco apresentam Agrupamentos Populacionais: João Pessoa, Campina Grande, Mamanguape, Guarabira e Patos:

1. João Pessoa - 723.515 habitantes
2. Campina Grande - 385.213 habitantes
3. Barra de Santa Rosa - 14.157 habitantes

[64] AS REGIÕES METROPOLITANAS DA PARAÍBA: CONTRADIÇÕES E INCONSISTÊNCIAS ENTRE INSTITUCIONALIDADES E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL Lívia Izabel Bezerra de Miranda. artigo_liviamiranda_2015.pdf (observatoriodasmetropoles.net.br)

4. Guarabira - 55.326 habitantes
5. Patos - 100.674 habitantes
6. Cajazeiras - 58.446 habitantes
7. Esperança - 31.095 habitantes
8. Piancó - 15.465 habitantes
9. Araruna - 18.879 habitantes
10. Itabaiana - 24.481 habitantes
11. Mamanguape - 42.303 habitantes
12. Sousa - 65.803 habitantes
13. São Bento - 30.879 habitantes

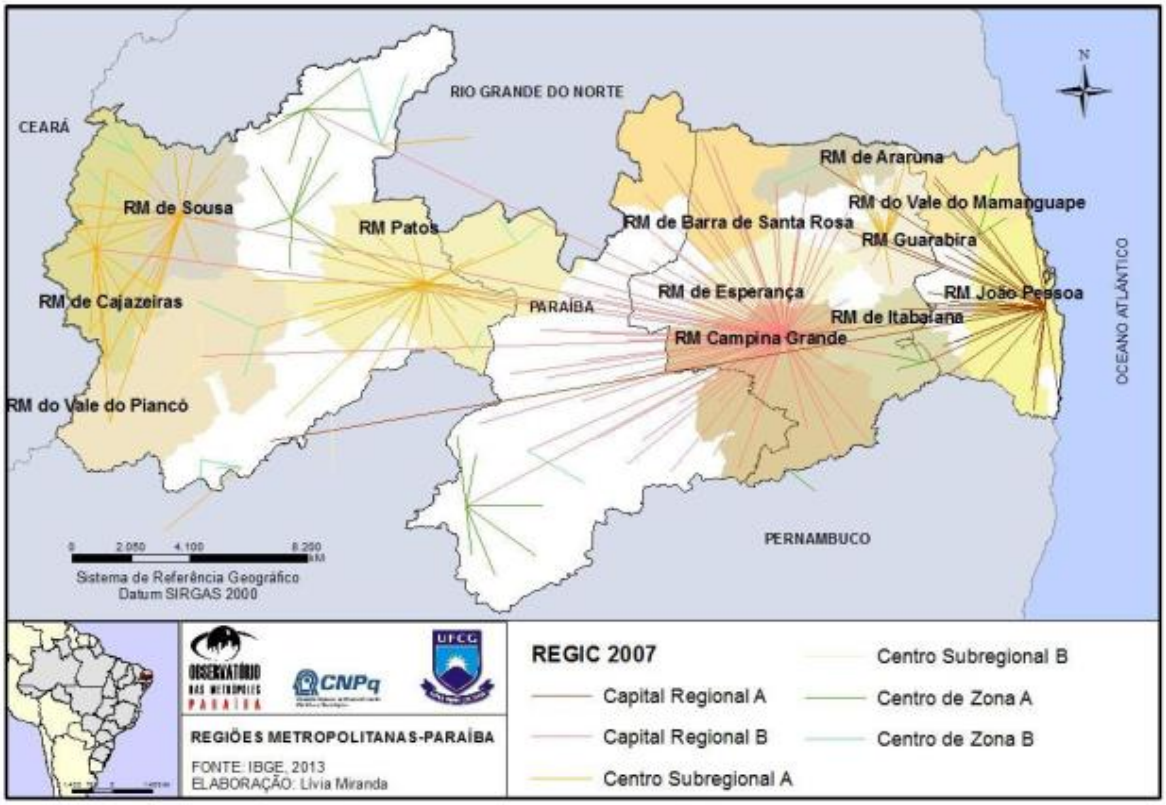


Figura 3.19 - Regiões metropolitanas criadas por leis estaduais na Paraíba[65]

Destas, interessam as seguintes “Regiões Metropolitanas”:

- RM de João Pessoa – criada pela Lei LC nº 59 de 30 de dezembro de 2003, alterada pelas LC n º 90 de 23 de setembro de 2009 nº 93 de 11 de dezembro de 2011 2003, por

[65] **REGIÕES METROPOLITANAS NA PARAÍBA: INSTITUCIONALIDADES DISTANTES DAS FUNÇÕES PUBLICAS DE INTERESSE COMUM.** Lívia Izabel Bezerra de Miranda, Caroline Medeiros, Emizael Marcus da Silva. Universidade Federal de Campina Grande. Encontro Nacional da Rede de Observatório das Metrópoles. Natal, 2017.

iniciativa do Governador Cássio Cunha Lima. Abrange os municípios de João Pessoa (sede), Pedras de Fogo, Bayeux, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, Lucena, Mamanguape, Rio Tinto, Santa Rita, Alhandra, Caaporã e Pitimbu. Segundo o IBGE seria uma Capital Regional A e comporia um Arranjo Populacional;

- RM de Guarabira – criada pela Lei nº 102 de 12 de julho de 2011, de autoria da Deputada Léa Toscano. Abrange os municípios de Guarabira (sede), Alagoinha, Araçagi, Belém, Borborema, Caiçara, Mulungu, Pilões, Pilõezinhos, Pirpirituba, Serra da Raiz, Sertõezinhos e Serreira. De acordo com o IBGE seria um Centro Sub-regional A e comporia um Arranjo Populacional;
- RM de Esperança – criada pela Lei LC nº 106 de 08 de junho de 2012, de autoria do Deputado Arnaldo Monteiro. Envolve os municípios de Esperança (sede), São Sebastião de Lagoa de Roça, Alagoa Nova, Areial, Montadas, Poçinhos, Algodão de Jandaíra, Remígio e Areia. Pelo IBGE seria um Centro de Zona B.
- RM do Vale do Mamanguape – criada pela Lei LC nº 116 de 21 de janeiro de 2013, de autoria da Deputada Léa Toscano. Engloba os municípios de Mamanguape (sede), Baia da Traição, Marcação, Mataraca, Cuité de Mamanguape, Curral de Cima, Pedro Régis, Jacaraú e Itapororoca. Pelo IBGE caracteriza-se como Centro de Zona A e possui um Arranjo Populacional; e
- RM de Itabaiana – criada pela Lei LC nº 118 de 21 de janeiro de 2013, de autoria do Deputado João Gonçalves. Apresenta Itabaiana como sede e os municípios de Juarez Távora, Juripiranga, Gurinhém, Salgado de São Félix, Mogeiro, São José dos Ramos, São José de Taipú, Pilar, Caldas Brandão, Ingá e Riachão do Bacamarte. Pelo IBEGE, seria um Centro de Zona A.

Esse processo de "criação de Regiões Metropolitanas" cessou após a promulgação do Estatuto da Metrópole (Lei Nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015), já que a maioria dessas treze regiões metropolitanas não apresenta características de metrópoles, sendo a designação legal de pouca ou nenhuma influência no cotidiano ou nos investimentos desses agrupamentos de municípios.

Por outro lado, para um Plano de Recursos Hídricos, as RM indicam, pela sede, quais são as cidades de interesse para a realização das audiências públicas de maior interesse, já que, mesmo que pequeno, são cidades que apresentam uma situação destacada em relação aos outros.

3.4.2 Área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas

Neste item, será apresentado um estudo relacionado à área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas, sendo esta a principal obra de infraestrutura hídrica da região. Outras informações acerca dessa obra são apresentadas no Capítulo 6.

Para dar suporte ao desenvolvimento das atividades agrícolas nesta região inserida dominantemente no semiárido e visando complementar alternativas de exploração agrícolas da região, foi avaliado o potencial das terras sob manejo irrigado. A avaliação do potencial de terras para irrigação e o desenvolvimento de um método para realizar esta avaliação constituíram o principal foco do estudo "Zoneamento pedoclimático da área de influência do canal das vertentes litorâneas da Paraíba: potencial de terras para irrigação" (Araújo Filho et al., 2021), que abrangeu uma área de 5.144 km^2 e incluiu 33 municípios. A **Tabela 3.12** apresenta os municípios inseridos na Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas.

Tabela 3.12 - Municípios inseridos na Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas

Número	Município	Área (km²)
1	Alagoa Grande*	320,91
2	Alagoinha*	97,09
3	Araçagi*	231,41
4	Caldas Brandão	55,92
5	Capim*	78,87
6	Cruz do Espírito Santo	191,31
7	Cuité de Mamanguape*	108,57
8	Cuitegi*	39,35
9	Curral de Cima*	85,19
10	Duas Estradas*	26,29
11	Guarabira*	165,93
12	Gurinhém*	346,44
13	Ingá	267,92
14	Itapororoca*	146,23
15	Juarez Távora*	70,92
16	Lagoa de Dentro*	84,60
17	Mamanguape*	340,85
18	Mari*	154,99
19	Mataraca*	184,39
20	Mogeiro	214,54
21	Mulungu*	195,53
22	Pedro Régis*	73,64
23	Pilar	102,51
24	Riachão do Poço	39,95
25	Salgado de São Félix	202,08
26	São Miguel de Taipu	92,63
27	Sapé*	315,88
28	Sertãozinho*	32,83
29	Sobrado	61,81
30	Jacaraú*	253,29
31	Itabaiana	219,09

Número	Município	Área (km²)
32	Itatuba	244,48
33	São José dos Ramos	98,34
TOTAL		**5.144,00**

* Municípios inseridos nas BHLN
Fonte: Araújo Filho *et al*., 2021

Na presente avaliação do potencial para irrigação foi considerada uma faixa de três quilômetros de distância do Canal das Vertentes Litorâneas, onde considerou-se ser viável a irrigação a partir das águas do canal. O estudo supracitado foi obtido por meio de regras de decisão levando em conta as proporções das diferentes classes de terra nas unidades de mapeamento de solos.

A metodologia do SiBCTI (AMARAL, 2011) define seis classes de terra para irrigação. São elas:

- Classe 1: terra que, explorada em alto nível tecnológico, para determinada cultura, em determinado sistema de irrigação, apresenta a mais alta produtividade sustentável e baixo custo de produção. É considerada a "situação de referência" em relação às demais classes;
- Classe 2: terra que, explorada em alto nível tecnológico, para determinada cultura, em determinado sistema de irrigação, apresenta um ou mais fatores que afetam os custos de desenvolvimento e/ou produção sustentável, de tal modo que a produtividade média corresponda aproximadamente a 90% da situação de referência;
- Classe 3: terra que, explorada em alto nível tecnológico, para determinada cultura, em determinado sistema de irrigação, apresenta um ou mais fatores que afetam os custos de desenvolvimento e/ou produção sustentável, de tal modo que a produtividade média corresponda aproximadamente a 75% da situação de referência;
- Classe 4: terra que, explorada em alto nível tecnológico, para determinada cultura, em determinado sistema de irrigação, apresenta um ou mais fatores que afetam os custos de desenvolvimento e/ou produção sustentável, de tal modo que a produtividade média corresponda aproximadamente a 50% da situação de referência;
- Classe 5: terra que, explorada em alto nível tecnológico, para determinada cultura, em determinado sistema de irrigação, apresenta um ou mais fatores que afetam os custos de desenvolvimento e/ou produção sustentável, de tal modo que a produtividade média corresponda aproximadamente a 25% da situação de referência. São terras que requerem estudos complementares para avaliação de seu aproveitamento sustentável sob irrigação;

- Classe 6: terra que, mesmo explorada em alto nível tecnológico, para determinada cultura, em determinado sistema de irrigação, apresenta um ou mais fatores que implicam em uma produção não sustentável e/ou gravosa, correspondendo a uma produtividade média equivalente a 10% da situação de referência.

O SiBCTI avalia a interação "solo x sistema de irrigação x cultura específica x qualidade e custo da água" para determinar uma classe de aptidão de terra para irrigação. No contexto desta interação são comparados: (a) 18 parâmetros de solo e seus valores estratificados em camadas, com diferentes espessuras, conforme a natureza do parâmetro; (b) 7 parâmetros de água; (c) 3 sistemas de irrigação (localizada, aspersão e superfície); e (d) a distribuição categorizada destes parâmetros em 6 classes de terra conforme as exigências específicas de cada cultura em cada sistema de irrigação. Uma vez que o volume de informações é relativamente grande, envolvendo muitas variáveis e tabelas para comparação, exigindo um grande esforço por parte do usuário, o sistema utiliza um software de domínio público para executar tal operação.

A partir das classes de aptidão para irrigação dos diversos componentes das unidades de mapeamento de solo foi avaliada o potencial para irrigação de cada unidade de mapeamento, conforme critérios constantes na **Tabela 3.13**, a partir do qual foram elaborados mapas na escala 1:50.000 com o potencial geral de terras para irrigação (sem especificar cultura e/ou sistema de irrigação).

Tabela 3.13 - Regras de decisão para o estabelecimento do potencial de terras para irrigação de unidades de mapeamento de solos (UM)*

Classe de Potencial	Descrição	Legenda de Cor (RGB)
Muito alto	Ambientes (UM) com classes de terra para irrigação atendendo a condição: classe 1 + classe 2 ≥ 75%.	R = 38 G = 115 B = 0
Alto	Ambientes (UM) com classes de terra para irrigação atendendo a condição: classe 1 + classe 2 ≥ 50% e <75%.	R = 152 G = 230 B = 0
Médio	Ambientes (UM) com classes de terra para irrigação atendendo a condição: classe 1 + classe 2 + classe 3 ≥ 40%.	R = 255 G = 170 B = 0
Baixo	Ambientes (UM) com classes de terra para irrigação atendendo as condições: classe 1 + classe 2 + classe 3 ≥ 20 % e <40%; ou classe 4 ≥ 50%.	R = 255 G = 255 B = 115

Classe de Potencial	Descrição	Legenda de Cor (RGB)
Muito baixo	Ambientes (UM) com classes de terra para irrigação atendendo a condição: ausência das classes 1, 2 e 3; e classe 4 <50%.	R = 255 G = 0 B = 0

*O enquadramento dos ambientes (UM) nas classes de potencial para irrigação é feito de forma descendente, partindo daquele de maior potencial (muito alto) para o de menor potencial (muito baixo), ou seja, o enquadramento nos potenciais mais baixos acontece por exclusão das classes de potencial mais altos. Assim, se uma UM se enquadrar no potencial "Muito Alto", automaticamente não mais se enquadrará nas classes de potencial inferior (Alto, Médio, Baixo ou Muito Baixo) e assim sucessivamente.

O potencial geral para irrigação considerado nesta avaliação foi feito na porção da área de influência do Canal das Vertentes que está inserida na Bacia do Norte. Para tanto, foi considerada a classificação do potencial geral para irrigação de cada unidade de mapeamento de solos (**Anexo III** - Atributos das unidades de mapeamento de solos, classes de terra e o respectivo potencial geral para irrigação da área de influência do Canal das Vertentes) e gerado mapa usando software de geoprocessamento. Foi recortado do mapa original de potencial geral para irrigação as áreas ocorrentes a menos de três quilômetros do canal. Posteriormente foi feita a caracterização e quantificação das áreas estratificando-se a área pela distância de (zero a 1km, de 1km a de 2km e 2km a 3km) e pela declividade do terreno (áreas com mais ou menos que 15% de declividade). A partir dos mapas gerados foram quantificadas as áreas com diferentes combinações de potencial geral para irrigação e declividade dentro de cada UPH.

A **Figura 3.20** mostra o mapa de aptidão geral para irrigação na faixa de até 3 km de distância do canal dentro da área de influência do Canal das Vertentes e dentro da Bacia do Norte.

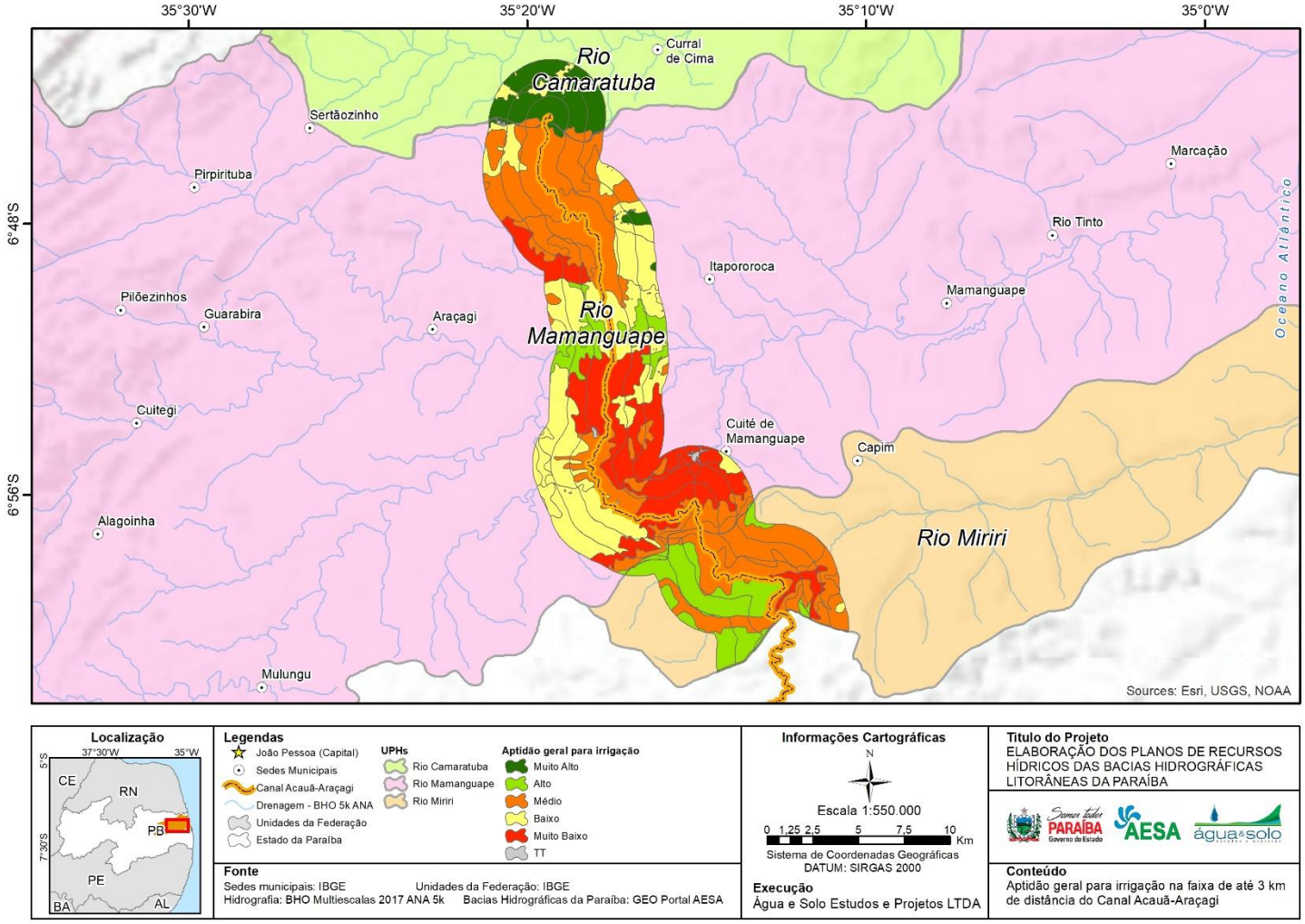


Figura 3.20 - Aptidão geral para irrigação na faixa de até 3 km de distância do Canal das Vertentes Litorâneas e dentro da Bacia do Norte e sua distribuição dentro de cada UPH.

A **Tabela 3.14** mostra por UPH, dentro de uma distância de 3km do canal, as terras pertencentes a cada classe de distância, declividade e potencial geral para irrigação.

Tabela 3.14 - Caracterização das terras numa faixa de três quilômetros do Canal das Vertentes dentro BHLN quanto à classes de distância do canal, classes de declividade e classes de potencial geral para irrigação

Característica	Miriri		Camaratuba		Mamanguape		Total	
Distância	**Área (ha)**	**Área (%)**	**Área (ha)**	**Área (%)**	**Área (ha)**	**Área (%)**	**Área (ha)**	**Área (%)**
Até 1km	1.939,5	35,2	322,1	16,6	6.227,3	35,3	8.540,7	33,7
De 1km a 2km	1.750,4	31,8	679,2	35,0	5.801,1	32,8	8.297,5	32,8
De 2k a 3km	1.819,5	33,0	941,3	48,5	5.632,2	31,9	8.474,5	33,5
Total	5.509,4	100,0	1.942,6	100,0	17.660,6	100,0	25.312,6	100,0
Declividade								
<15%	5.469,5	99,3	1.938,2	99,8	17.643,4	99,9	25.250,0	99,8
>15%	40,0	0,7	4,5	0,2	17,2	0,1	62,6	0,2
Total	5.509,4	100,0	1.942,6	100,0	17.660,6	100,0	25.312,6	100,0
Potencial para irrigação								
Muito alto	0,0	0,0	1.605,3	82,6	180,1	1,0	1.868,1	7,4
Alto	2.009,4	36,5		0,0	1.062,9	6,0	3.108,7	12,3
Médio	3.236,1	58,7	119,9	6,2	6.030,2	34,1	9.451,2	37,3
Baixo	22,3	0,4	217,4	11,2	5.760,9	32,6	6.012,2	23,8
Muito baixo	241,6	4,4	0,0	0,0	4.569,9	25,9	4.815,9	19,0
TT	0,0	0,0	0,0	0,0	56,6	0,3	56,6	0,2
Total	5.509,4	100,0	1.942,6	100,0	17.660,6	100,0	25.312,6	100,0

TT = tipos de terreno (Áreas urbanas e águas superficiais.)

A **Tabela 3.14** mostra que as áreas são igualmente distribuídas nas três faixas de distância do canal. As terras predominantemente possuem declividade menor que 15%, o que permite a irrigação. Predominam áreas com médio potencial para irrigação (37,3% da área), todavia o somatório de áreas com potencial para irrigação médio, alto e muito alto é de 57,0% da área.

Nas **Tabela 3.15**, **Tabela 3.16** e **Tabela 3.17** constam quantificações de áreas com diferentes potenciais gerais para irrigação com um maior detalhamento, mostrando as áreas com potencial para irrigação resultantes das diferentes combinações entre cada classe de distância com classes de declividade ocorrentes em cada UPH.

Tabela 3.15 - Potencial para irrigação da UPH Rio Miriri, considerando-se as combinações de cada classe de distância com classes de declividade.

Distância	Declividade (%)	Potencial para irrigação	Área (ha)	Área (%)
Até 1km	<15	alto	525,7	9,5
		médio	1.297,9	23,6
		baixo	0,0	0,0
		muito baixo	94,9	1,7
Até 1km	>15	alto	11,9	0,2
		médio	9,0	0,2
		baixo	0,0	0,0
		muito baixo	0,2	0,0
De 1km a 2km	<15	alto	805,9	14,6
		médio	809,5	14,7
		baixo	0,0	0,0
		muito baixo	124,3	2,3
De 1km a 2km	>15	alto	8,9	0,2
		médio	1,5	0,0
		baixo	0,0	0,0
		muito baixo	0,1	0,0
De 2km a 3km	<15	alto	651,4	11,8
		médio	1.115,6	20,3
		baixo	22,3	0,4
		muito baixo	22,0	0,4
De 2km a 3km	>15	alto	5,7	0,1
		médio	2,5	0,0
		baixo	0,0	0,0
		muito baixo	0,0	0,0
		Total	5.509,2	100,0

Na UPH Rio Miriri existem 1844,5 hectares de terras com aptidão para irrigação maior que média (33,5% da área da UPH) na faixa de até 1km de distância do canal, 1.625,8 hectares (15,05% da área da UPH) na faixa de um a dois quilômetros do canal e 1.775,3 hectares (32,2 % da área da UPH) na faixa de dois a três quilômetros de distância do canal, totalizando 5.245,5

ha de terras com aptidão igual ou melhor que aptidão média para irrigação (95,2% da área da UPH).

Tabela 3.16 - Potencial para irrigação da UPH Rio Camaratuba considerando-se as combinações de cada classe de distância com classes de declividade

Distância	Declividade (%)	Potencial para irrigação	Área (ha)	Área (%)
1km	<15	Muito alto	281,5	14,5
		Alto	0,0	0,0
		Médio	39,6	2,0
		Baixo	0,0	0,0
		Muito baixo	0,0	0,0
1km	>15	Muito alto	0,3	0,0
		Alto	0,0	0,0
		Médio	0,8	0,0
		Baixo	0,0	0,0
		Muito baixo	0,0	0,0
2km	<15	Muito alto	508,6	26,2
		Alto	0,0	0,0
		Médio	57,8	3,0
		Baixo	112,7	5,8
		Muito baixo	0,0	0,0
2km	>15	Muito alto	0,1	0,0
		Alto		0,0
		Médio		0,0
		Baixo		0,0
		Muito baixo		0,0
3km	<15	Muito alto	813,4	41,9
		Alto	0,0	0,0
		Médio	19,9	1,0
		Baixo	104,7	5,4
		Muito baixo		0,0
3km	>15	Muito alto	1,5	0,1
		Alto	0,0	0,0
		Médio	1,8	0,1
		Baixo	0,0	0,0
		Muito baixo		0,0

Distância	Declividade (%)	Potencial para irrigação	Área (ha)	Área (%)
		Total	1.942,6	100,0

Na UPH Rio Camaratuba existem 322,1 hectares de terras com aptidão para irrigação maior que média (16,6% da área da UPH) na faixa de até 1km de distância do canal, 566,5 hectares (29,2% da área da UPH) na faixa de um a dois quilômetros do canal e 836,6 hectares (43,1% da área da UPH) na faixa de dois a três quilômetros de distância do canal, totalizando 1.725,2 ha de terras com aptidão igual ou melhor que aptidão média para irrigação (88,8% da área da UPH).

Tabela 3.17 - Potencial para irrigação da UPH Rio Mamanguape considerando-se as combinações de cada classe de distância com classes de declividade

Distância	Declividade (%)	Potencial para irrigação	Área (ha)	Área (%)
1km	<15	muito alto	40,0	0,2
		alto	234,5	1,3
		médio	3.180,8	18,0
		baixo	1.189,0	6,7
		muito baixo	1.558,7	8,8
		TT	22,4	0,1
1km	>15	muito alto	0,0	0,0
		alto	0,0	0,0
		médio	1,1	0,0
		baixo	0,0	0,0
		muito baixo	0,8	0,0
2km	<15	muito alto	26,4	0,1
		alto	419,6	2,4
		médio	1.678,1	9,5
		baixo	1.994,8	11,3
		muito baixo	1.675,1	9,5
2km	>15	muito alto	0,0	0,0
		alto	0,0	0,0
		médio	0,6	0,0
		baixo	5,4	0,0
		muito baixo	1,1	0,0
3km	<15	muito alto	113,7	0,6
		alto	407,6	2,3
		médio	1.169,6	6,6
		baixo	2.567,7	14,5

Distância	Declividade (%)	Potencial para irrigação	Área (ha)	Área (%)
		muito baixo	1.332,2	7,5
		TT	34,2	0,2
3km	>15	muito alto	1,0	0,0
		alto	1,2	0,0
		médio	0,0	0,0
		baixo	4,1	0,0
		muito baixo	2,0	0,0
		Total	17.661,0	100,0

Na UPH Rio Mamanguape existem 3.456,4 hectares de terras com aptidão para irrigação maior que média (29,2% da área da UPH) na faixa de até 1km de distância do canal, 2.124,7 hectares (12,0% da área da UPH) na faixa de um a dois quilômetros do canal e 1.693,1 hectares (9,6% da área da UPH) na faixa de dois a três quilômetros de distância do canal, totalizando 7.274,2 ha de terras com aptidão igual ou melhor que aptidão média para irrigação (41,2% da área da UPH).

3.5 Saneamento básico e saúde pública

A caracterização do saneamento básico das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte engloba a análise dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana dos municípios das bacias. Os itens a seguir apresentam um diagnóstico geral dos sistemas e serviços associados aos quatro eixos do saneamento, procurando destacar as deficiências do cenário atual que acarretam alterações na qualidade e na quantidade de água disponível para uso. A análise dos eixos do saneamento básico discutida nos itens adiante apresenta informações por município, de forma que, a avaliação por bacia deve considerar a porcentagem da área de cada localidade inserida nas bacias e a existência de sede municipal dentro dos seus perímetros (**Tabela 3.18**). Nesse método foram desconsiderados os municípios que possuem apenas uma pequena parte inserida nos limites das bacias do Litoral Norte - aqui considerado 10% da sua área total e sede municipal fora.

Tabela 3.18 - Relação dos municípios considerados para análise do Saneamento Básico em cada bacia.

Bacia	Município	Área total do município (km²)	Percentual inserido na bacia (%)	Sede municipal na bacia?
Camaratuba	BAÍA DA TRAIÇÃO	10240,98	13,10%	Não
	CURRAL DE CIMA	8516,23	71,40%	Sim
	DUAS ESTRADAS	2628,63	96,00%	Sim
	JACARAÚ	25320,24	40,50%	Não
	LAGOA DE DENTRO	8458,35	65,90%	Sim

Bacia	Município	Área total do município (km²)	Percentual inserido na bacia (%)	Sede municipal na bacia?
	MAMANGUAPE	34073,96	52,10%	Não
	MATARACA	18438,52	21,60%	Sim
	PEDRO RÉGIS	7361,76	78,20%	Não
	RIO TINTO	46509,82	14,30%	Não
	SERRA DA RAIZ	2911,15	42,60%	Não
	SERTÃOZINHO	3283,04	75,60%	Não
Mamanguape	ALAGOA GRANDE	32096,34	94,40%	Sim
	ALAGOA NOVA	12243,98	100,00%	Sim
	ALAGOINHA	9708,86	100,00%	Sim
	ARAÇAGI	23135,81	99,70%	Sim
	ARARA	9925,60	100,00%	Sim
	AREIA	26987,43	100,00%	Sim
	AREIAL	3320,19	89,90%	Sim
	BAÍA DA TRAIÇÃO	10240,98	86,70%	Sim
	BANANEIRAS	25825,16	27,50%	Sim
	BELÉM	10026,27	27,30%	Não
	BORBOREMA	2601,11	100,00%	Sim
	CAPIM	7821,58	59,70%	Não
	CASSERENGUE	20171,31	14,70%	Não
	CUITÉ DE MAMANGUAPE	10852,80	91,60%	Sim
	CUITEGI	3934,56	100,00%	Sim
	CURRAL DE CIMA	8516,23	28,40%	Não
	ESPERANÇA	16406,39	65,40%	Sim
	GUARABIRA	16591,26	100,00%	Sim
	ITAPOROROCA	14617,60	100,00%	Sim
	LAGOA SECA	10777,05	62,20%	Não
	MAMANGUAPE	34073,96	45,50%	Sim
	MARCAÇÃO	12294,73	99,70%	Sim
	MASSARANDUBA	20626,53	28,60%	Sim
	MATINHAS	3818,15	100,00%	Sim
	MONTADAS	3164,51	66,20%	Sim
	MULUNGU	19550,48	90,40%	Sim
	PILÕES	6452,71	100,00%	Sim
	PILÕEZINHOS	4395,22	100,00%	Sim
	PIRPIRITUBA	7993,07	99,70%	Sim
	REMÍGIO	17829,37	62,90%	Sim
	RIO TINTO	46509,82	60,70%	Sim
	SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	5000,58	100,20%	Sim
	SERRA DA RAIZ	2911,15	37,50%	Não
	SERRA REDONDA	5598,04	29,50%	Não
	SERRARIA	6538,51	100,00%	Sim
	SERTÃOZINHO	3283,04	25,00%	Sim
	SOLÂNEA	23243,17	40,50%	Sim
Miriri	CAPIM	7821,58	40,50%	Sim
	LUCENA	8897,05	69,80%	Sim
	MARI	15494,74	14,00%	Não
	RIO TINTO	46509,82	24,90%	Não
	SAPÉ	31574,03	29,40%	Não

Fonte: Acervo próprio, 2022.

A fim de caracterizar os municípios da bacia quanto aos quatro eixos do saneamento básico foram cruzadas as informações obtidas das distintas fontes de dados elencadas a seguir, com

breve descrição apresentada nos parágrafos adiantes. Cabe ressaltar que todos os bancos de dados consultados são de abrangência nacional. Os Planos Municipais de Saneamento Básico que poderiam ser uma fonte de informações mais específicas dos locais em questão são inexistentes ou estavam em processo de elaboração para a grande maioria dos municípios das BHLN segundo IBGE (2017). Não foi possível ter acesso aos Planos dos municípios de Alagoa Grande e Serra da Raiz mesmo após solicitação direta. Ademais, entre os municípios considerados na análise (**Tabela 3.18**) somente Alagoa Grande, Guarabira, Lagoa de Dentro e Matinhas possuem Política Municipal de Saneamento Básico (IBGE, 2017).

- **Abastecimento de água**: SNIS Água e Esgoto (2020), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2017) e o Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (2021).
- **Esgotamento sanitário**: Censo Demográfico de 2010, SNIS Água e Esgoto (2020), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2017), Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017) e a Atualização da Base de Dados de Estações de Tratamento de Esgotos no Brasil (ANA, 2019).
- **Manejo de resíduos sólidos**: SNIS Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (2020) e o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba (SERHMACT, 2014).
- **Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas**: SNIS Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (2020).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento reúne dados e informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos, de manejo de resíduos sólidos urbanos e de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. O SNIS é vinculado ao Ministério das Cidades, e, dentro do Ministério, à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. O SNIS atualmente está dividido em três diagnósticos temáticos: Serviços de Água e Esgoto, Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Os Diagnósticos apresentam o cenário institucional do setor e informações concisas e visuais acerca dos serviços de saneamento no Brasil contemplando seus quatro componentes. As informações coletadas provêm de prestadores de serviços ou órgãos municipais encarregados da gestão dos serviços, sendo a base de dados totalmente pública. O último ano de referência com informações disponíveis até o presente momento é 2020, sendo esta a base utilizada para avaliação no presente documento.

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC, realizada pelo IBGE desde 1999 em todas as municipalidades do País, efetua um levantamento pormenorizado de informações sobre a estrutura, a dinâmica e o funcionamento das instituições públicas municipais, em especial a prefeitura, compreendendo também diferentes políticas e setores que envolvem essa esfera da administração. A pesquisa, usualmente, traz um caderno suplementar que investiga temas específicos de forma mais detalhada, tendo sido contemplados em sua 15ª edição do levantamento, aspectos da gestão do saneamento básico - objeto da publicação "Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico" (2017), bem como informações sobre a oferta dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, cujos resultados foram obtidos em atividade integrada de coleta com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB. A PNSB tem por objetivo investigar as condições de saneamento básico de todos os municípios brasileiros, através das atuações dos órgãos públicos e empresas privadas, permitindo uma avaliação sobre a oferta e a qualidade dos serviços prestados, além de possibilitar análises das condições ambientais e suas implicações diretas com a saúde e qualidade de vida da população.

Também sob responsabilidade execução e organização do IBGE, o Censo Demográfico reúne informações sobre os habitantes do território nacional a fim de identificar suas características e modo de vida. Tais dados servem como base para a formulação de políticas públicas e a tomada de decisões de investimentos da iniciativa privada ou de qualquer nível de governo. A coleta do Censo Demográfico é realizada em geral a cada 10 anos, por meio de entrevista presencial, aplicando-se o questionário ao máximo de pessoas possíveis, residentes no Brasil. O último Censo com dados disponíveis foi realizado em 2010, com um novo previsto para ocorrer em 2022. No presente trabalho, as informações do Censo foram usadas exclusivamente para caracterização da infraestrutura de esgotamento sanitário.

O Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano publicado em 2021 pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) apresenta a atualização e aprimoramento das informações do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água (2010), a partir de informações dos prestadores de serviço de abastecimento de água e parceiros institucionais. O Atlas Águas parte da avaliação de todos os mananciais e sistemas de abastecimento urbano de água e indica soluções para as demandas atuais e futuras para os municípios brasileiros, considerando o horizonte de 2035. Apresenta ainda os investimentos necessários para o atendimento de 100% da população urbana do país, tanto para o componente de produção de água, que abrange desde a captação ao tratamento, como para o de distribuição de água.

Outro trabalho desenvolvido pela ANA – em parceria com o Ministério das Cidades, Ministério do Desenvolvimento Regional e a colaboração de representantes de órgãos federais, estaduais e municipais - e que será utilizado como fonte de dados para caracterização dos serviços de esgotamento sanitário das BHLN é o Atlas Esgoto - Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017). A publicação contempla o diagnóstico da situação do esgotamento sanitário dos municípios brasileiros, com avaliação do impacto do lançamento das cargas efluentes nos corpos hídricos e proposta de ações na área, com foco no tratamento de esgotos, na proteção dos recursos hídricos, no seu uso sustentável para depuração de efluentes urbanos e na racionalização dos investimentos. Em 2019, diante da implantação e ampliação de diversos sistemas municipais de esgotamento sanitário no Brasil, foi publicada uma revisão do levantamento das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) municipais e a atualização dos índices de esgotamento sanitário (Atualização da Base de Dados de Estações De Tratamento de Esgotos no Brasil – ANA, 2019).

3.5.1 Abastecimento de água

Com base em SNIS AE (2020), a **Tabela 3.19** apresenta os percentuais de atendimento de água registrados nos municípios que integram as bacias do Litoral Norte. O índice de atendimento de água tem como base a população atendida pelo prestador do serviço de abastecimento em uma dada região e a sua respectiva população de referência registrada pelo IBGE. Considerando os municípios inseridos em cada bacia, os índices de atendimento médio total e urbano para as BHLN individualmente são apresentados no gráfico da **Figura 3.21**.

Tabela 3.19 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios das BHLN.

Município	Operadora oficial	Índice de atendimento urbano de água (%)	Índice de atendimento total de água (%)
ALAGOA GRANDE	CAGEPA	100,00	79,89
ALAGOA NOVA	CAGEPA	84,10	41,84
ALAGOINHA	SAAE Alagoinha	99,10	82,42
ARAÇAGI	CAGEPA	100,00	61,64
ARARA	CAGEPA	100,00	81,52
AREIA	CAGEPA	100,00	61,69
AREIAL	CAGEPA	0,00	0,00
BAÍA DA TRAIÇÃO	SAAE Baía da Traição	N.I.	N.I.
BANANEIRAS	CAGEPA	54,00	21,43
BELÉM	CAGEPA	100,00	91,34
BORBOREMA	Prefeitura Municipal	51,80	73,03
CAPIM	CAGEPA	23,40	17,16
CASSERENGUE	CAGEPA	75,70	37,07
CUITÉ DE MAMANGUAPE	CAGEPA	77,20	25,76
CUITEGI	CAGEPA	100,00	99,82
CURRAL DE CIMA	Prefeitura Municipal	N.I.	N.I.

Município	Operadora oficial	Índice de atendimento urbano de água (%)	Índice de atendimento total de água (%)
DUAS ESTRADAS	CAGEPA	100,00	99,66
ESPERANÇA	CAGEPA	0,00	0,00
GUARABIRA	CAGEPA	100,00	99,75
ITAPOROROCA	Prefeitura Municipal	99,20	63,33
JACARAÚ	CAGEPA	100,00	63,92
LAGOA DE DENTRO	CAGEPA	98,70	53,22
LAGOA SECA	CAGEPA	100,00	46,61
LUCENA	CAGEPA	100,00	99,69
MAMANGUAPE	CAGEPA	55,30	44,77
MARCAÇÃO	Dep. de Água Município de Marcação	93,30	89,40
MARI	CAGEPA	85,20	70,19
MASSARANDUBA	CAGEPA	100,00	55,34
MATARACA	Prefeitura Municipal	98,00	98,37
MATINHAS	CAGEPA	0,00	0,00
MONTADAS	CAGEPA	0,00	0,00
MULUNGU	CAGEPA	100,00	54,29
PEDRO RÉGIS	CAGEPA	100,00	39,68
PILÕES	CAGEPA	100,00	48,78
PILÕEZINHOS	CAGEPA	100,00	68,13
PIRPIRITUBA	CAGEPA	100,00	83,22
REMÍGIO	CAGEPA	0,00	0,00
RIO TINTO	CAGEPA	55,00	31,24
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	CAGEPA	100,00	51,13
SAPÉ	CAGEPA	87,30	66,38
SERRA DA RAIZ	CAGEPA	100,00	77,48
SERRA REDONDA	CAGEPA	0,00	0,00
SERRARIA	CAGEPA	100,00	69,43
SERTÃOZINHO	CAGEPA	100,00	93,44
SOLÂNEA	CAGEPA	98,30	71,17

Fonte: SNIS, 2020.

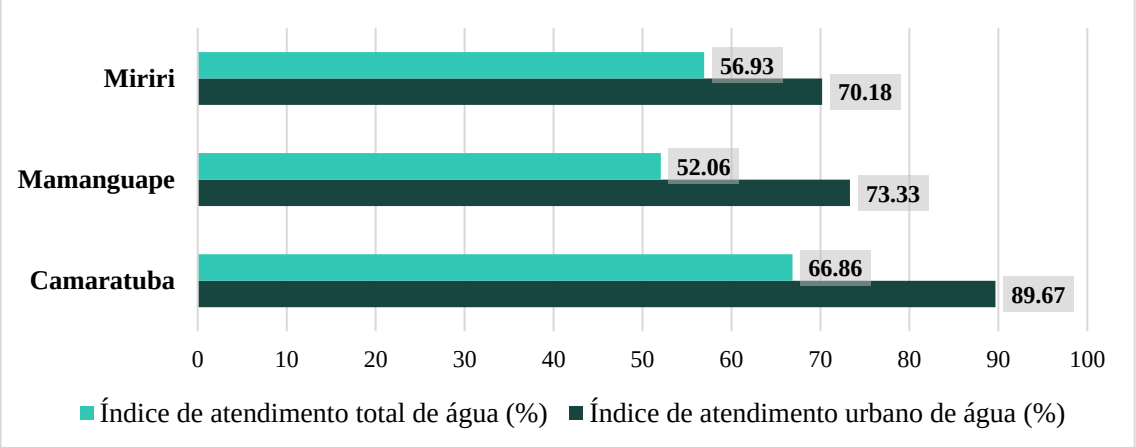


Figura 3.21 - Índices médios de atendimento total e urbano de água para as bacias do Litoral Norte.
Fonte: SNIS, 2020.

Os índices de atendimento urbano e total das bacias do Litoral Norte são inferiores à média do estado da Paraíba (92,41% e 82,98%, respectivamente) sendo estes valores também inferiores à média do Nordeste Brasileiro (89,66% e 74,94%, respectivamente) com a única exceção do

índice de atendimento total da bacia do Camaratuba que é superior. Vale destacar, no entanto, que os valores médios do índice para a bacia do rio Mamanguape em especial foram influenciados pelo valor de 0% de atendimento registrado para os municípios de Areial, Esperança, Matinhas, Montadas, Remígio e Serra Redonda – localizadas no alto rio Mamanguape na porção mais seca das bacias. Por tratar-se de informações auto coletadas pelos prestadores de serviço, esses valores podem estar sujeitos a erros.

Entre os municípios da bacia do Rio Camaratuba, Mataraca e Duas Estradas atendem aproximadamente 100% de sua população total enquanto os piores índices são registrados para Rio Tinto (31,24%), Pedro Régias (39,68%) e Mamanguape (44,77%). Para a bacia do rio Mamanguape cujos resultados apresentaram a pior média de atendimento total de água entre as três bacias, Guarabira e Cuitegi possuem os melhores resultados com atendimento da população próximo a 100%. Nesta mesma bacia, 17 dos 37 municípios possuem 100% de atendimento urbano. Para a bacia hidrográfica do rio Miriri, o município de Capim atende somente 17,16% da sua população urbana e 23,40% da população total, enquanto Lucena se destaca com 99,69% de atendimento total. Os municípios de Baía da Traição e Curral de Cima não responderam ao questionário dos SNIS.

Como complementação dos dados de atendimento, buscou-se analisar a seguir as informações de consumo médio per capita de água, da tarifa média de água, do índice de perdas na distribuição e da extensão da rede de água existente. Esses dados são apresentados por município na **Tabela 3.20**. e com os resultados médios por bacia na **Figura 3.22**.

Tabela 3.20 - Informações de consumo e tarifa médios de água e índice de perdas dos municípios da BHLN.

Município	Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	Tarifa média de água (R$/m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Extensão da rede de água (km)
ALAGOA GRANDE	101,10	4,48	29,00	64,82
ALAGOA NOVA	81,40	4,17	26,31	13,30
ALAGOINHA	98,00	1,54	14,18	54,57
ARAÇAGI	106,00	4,22	24,41	16,03
ARARA	126,90	3,92	20,96	19,27
AREIA	103,90	4,71	44,39	54,31
AREIAL	N.I.	N.I.	N.I.	9,47
BAÍA DA TRAIÇÃO	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
BANANEIRAS	84,50	4,44	43,26	17,63
BELÉM	89,90	4,23	24,03	29,38
BORBOREMA	35,50	N.I.	0,00	10,00
CAPIM	93,40	4,12	75,65	8,23
CASSERENGUE	64,50	3,74	19,02	5,12
CUITÉ DE MAMANGUAPE	106,70	4,20	61,52	14,20
CUITEGI	106,70	4,36	33,47	7,94
CURRAL DE CIMA	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
DUAS ESTRADAS	101,10	4,27	20,25	6,04
ESPERANÇA	0,00	N.I.	N.I.	33,17
GUARABIRA	115,80	4,55	35,06	136,02

Município	Consumo médio per capita de água (L/hab./dia)	Tarifa média de água (R$/m³)	Índice de perdas na distribuição (%)	Extensão da rede de água (km)
ITAPOROROCA	69,00	N.I.	1,96	351,00
JACARAÚ	113,20	4,38	16,93	12,80
LAGOA DE DENTRO	89,20	4,21	33,08	8,99
LAGOA SECA	97,50	4,52	55,59	18,83
LUCENA	91,90	4,47	69,46	23,29
MAMANGUAPE	97,10	4,79	48,54	56,87
MARCAÇÃO	33,00	0,26	71,38	20,00
MARI	87,50	4,15	30,93	45,93
MASSARANDUBA	93,70	4,09	4,51	36,40
MATARACA	81,50	N.I.	37,50	11,00
MATINHAS	0,00	N.I.	N.I.	1,40
MONTADAS	N.I.	N.I.	N.I.	4,40
MULUNGU	98,10	4,19	25,97	16,07
PEDRO RÉGIS	73,50	4,34	34,90	6,72
PILÕES	96,90	4,26	20,34	8,07
PILÕEZINHOS	84,20	4,01	41,92	5,27
PIRPIRITUBA	100,30	4,45	33,24	14,69
REMÍGIO	0,00	N.I.	N.I.	20,54
RIO TINTO	161,40	5,44	32,21	44,89
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	89,70	4,21	31,20	11,09
SAPÉ	94,10	4,35	38,38	89,05
SERRA DA RAIZ	91,70	4,25	23,90	4,74
SERRA REDONDA	0,00	N.I.	N.I.	6,52
SERRARIA	87,70	4,26	17,37	12,83
SERTÃOZINHO	90,30	3,94	25,02	6,92
SOLÂNEA	80,00	4,14	10,50	36,69

Fonte: SNIS, 2020.

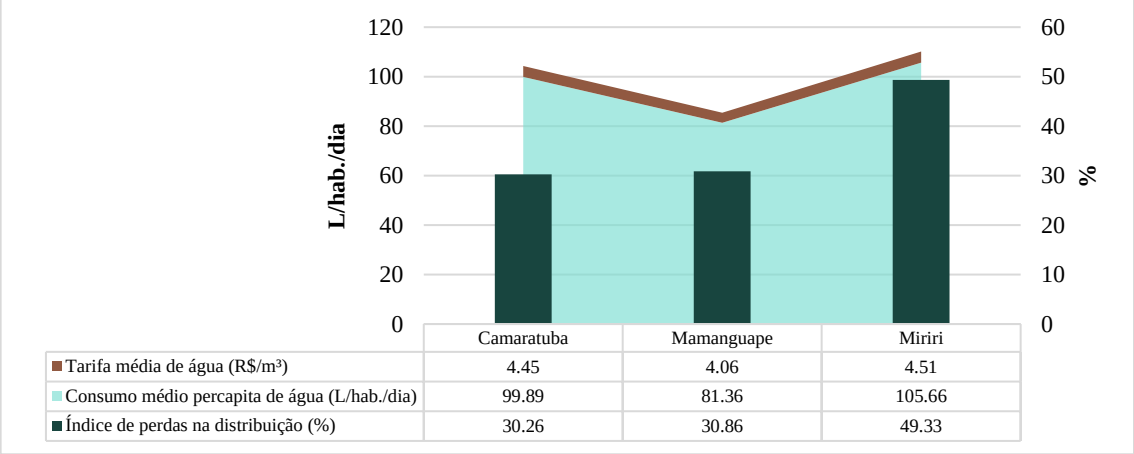


Figura 3.22 - Consumos médios per capita e perdas na distribuição de água registrados nos municípios da BHRM.
Fonte: SNIS, 2020.

O consumo médio per capita de água para as bacias rio Camaratuba, Mamanguape e Miriri foram iguais a, respectivamente, 99,89, 81,36 e 105,66 L/hab./dia. O menor consumo na bacia do rio Mamanguape se reflete tanto devido à menor disponibilidade água no alto da bacia com baixo registro de pluviosidade quanto ao registro de alguns municípios de 0 consumo (Serra Redonda, Remígio, Matinhas e Esperança). Com exceção do Miriri, os valores médios das bacias estão abaixo da média do estado de 102,36 L/hab./dia. O maior consumo foi registrado

para o município de Rio Tinto (161,40 L/hab./dia), com valor superior à média nacional, e o menor para Marcação (33,00 L/hab./dia). Areial não informou dados de consumo médio per capita assim como Curral de Cima e Baía da Traição que não responderam os questionários. O consumo médio de água por pessoa pode variar conforme a disponibilidade de água, a tarifa praticada, a eficiência dos equipamentos e das estruturas hidráulico-sanitárias, a administração do responsável pela prestação dos serviços, o nível socioeconômico da população, etc.

O munícipio de Marcação não somente possui o menor consumo per capita de água registrado entre os locais elencados como também tem a menor tarifa média de água, equivalente a 0,26 R$/m³. Rio Tinto e Mamanguape possuem as maiores tarifas sendo, respectivamente, 5,44 e 4,79 R$/m³. Cerca de 11 municípios não informaram os valores prestados. A tarifa média por bacia é igual a: 4,05 R$/m³ (Camaratuba), 4,06 R$/m³ (Mamanguape), 4,51 R$/m³ (Miriri). Estes valores são inferiores à média nacional (4,55 R$/m³) e à média do estado (4,61 R$/m³).

O índice de perda na distribuição é calculado com base na relação entre o somatório do volume de água produzido e importada subtraído o volume consumido e de serviço pela soma da água produzido e importada menos o consumo. O índice avalia em termos percentuais do volume de água produzido quanto é efetivamente consumido no sistema de abastecimento. Entre os municípios considerados, 28% destes possuem perdas superiores à média estadual, com Capim, Marcação e Lucena chegando a valores altos de 75,65%, 71,38% e 69,46% de perda. Nessas localidades com valores altos de perdas é essencial que seja desenvolvido um gerenciamento apropriado em prol de sua minimização, as quais representam desperdício de recursos naturais, operacionais e de receitas.

Os valores médios de perdas na distribuição por bacias são equivalentes a: 30,26% (Camaratuba), 30,86% (Mamanguape), 49,33% (Miriri). A média da bacia do rio Mamanguape foi influenciado por valores baixíssimos de perdas declaradas para Borborema (0%), Itapororoca (1,96%) e Massaranduba (4,51%). Valores muito baixos ou próximos a 0 podem ser oriundos de registros equivocadas, uma vez que, as perdas físicas de água na distribuição são inerentes a qualquer sistema de abastecimento. A responsabilidade do repasse correto dos dados primários recai sobre o prestador do serviço.

Para a extensão da rede de abastecimento em operação as médias para as bacias do rio Camaratuba, Mamanguape e Miriri foram, respectivamente, 17,66, 33,45 e 42,28 quilômetros. O município de Matinha, no alto do Mamanguape, registrou apenas 1,40 quilômetros de rede enquanto Itapororoca possui 3,51 quilômetros.

A Portaria 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. A **Tabela 3.21** exibe os resultados relativos aos padrões de potabilidade da água para os municípios das BHLN (conformidade, conformidade parcial ou não conforme) e relação entre as amostras analisadas e fora do padrão para Cloro Residual. Segundo a Portaria de Potabilidade, após a etapa de desinfecção a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre na rede de distribuição de 0,2 mg/L.

Tabela 3.21 - Potabilidade da água dos municípios das bacias do Litoral Norte e avaliação para Cloro Residual.

Município	Atendimento da Portaria de Qualidade da Água	Amostras analisadas para Cloro Residual (amostras/ano)	Amostras analisadas FORA DO PADRÃO para Cloro Residual (amostras/ano)
ALAGOA GRANDE	Atende integralmente	561	339
ALAGOA NOVA	Não atende	0	0
ALAGOINHA	N.I.	135	8
ARAÇAGI	Atende integralmente	292	272
ARARA	Atende integralmente	77	50
AREIA	Atende integralmente	137	8
AREIAL	Não atende	0	0
BAÍA DA TRAIÇÃO	N.I.	N.I.	N.I.
BANANEIRAS	Atende integralmente	284	166
BELÉM	Atende integralmente	619	522
BORBOREMA	N.I.	12	0
CAPIM	Atende integralmente	139	0
CASSERENGUE	Atende integralmente	168	130
CUITÉ DE MAMANGUAPE	Atende integralmente	180	0
CUITEGI	Atende integralmente	278	149
CURRAL DE CIMA	N.I.	N.I.	N.I.
DUAS ESTRADAS	Atende integralmente	247	177
ESPERANÇA	Não atende	0	0
GUARABIRA	Atende integralmente	1325	404
ITAPOROROCA	N.I.	210	210
JACARAÚ	Atende integralmente	186	46
LAGOA DE DENTRO	Atende integralmente	302	118
LAGOA SECA	Atende parcialmente	107	28
LUCENA	Atende integralmente	663	0
MAMANGUAPE	Atende integralmente	548	0
MARCAÇÃO	N.I.	1	0
MARI	Atende integralmente	471	298
MASSARANDUBA	Atende parcialmente	45	14
MATARACA	N.I.	0	0
MATINHAS	Não atende	0	0
MONTADAS	Não atende	0	0
MULUNGU	Atende integralmente	230	12
PEDRO RÉGIS	Atende integralmente	248	196
PILÕES	Atende integralmente	235	47
PILÕEZINHOS	Atende integralmente	390	94
PIRPIRITUBA	Atende integralmente	432	269
REMÍGIO	Não atende	0	0
RIO TINTO	Atende integralmente	397	0
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	Atende integralmente	111	62
SAPÉ	Atende integralmente	668	123
SERRA DA RAIZ	Atende integralmente	248	216
SERRA REDONDA	Atende parcialmente	28	15
SERRARIA	Atende integralmente	158	132

Município	Atendimento da Portaria de Qualidade da Água	Amostras analisadas para Cloro Residual (amostras/ano)	Amostras analisadas FORA DO PADRÃO para Cloro Residual (amostras/ano)
SERTÃOZINHO	Atende integralmente	263	171
SOLÂNEA	Atende integralmente	491	472

Fonte: SNIS, 2020.

Em síntese, para os resultados apresentados de potabilidade, 80% dos municípios que forneceram informações de atendimento à Portaria declararam ter atendido integralmente aos padrões exigidos. Entre os municípios que atenderam parcialmente ou não atenderam, todos estão inseridos na bacia do Mamanguape. Para as análises de cloro residual livre, de uma forma geral, os municípios com sede nas BHLN, apresentam desconformidades quanto ao exigido. Para a bacia do rio Camaratuba, das amostras analisadas, 39% estavam foram do padrão, enquanto esse valor é igual a 40% para Mamanguape e 16% para a bacia do Miriri.

O Atlas Águas (2021) elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) juntamente com os prestadores de serviços de abastecimento de água e parceiros institucionais, gerou, entre seus resultados, uma atualização do mapeamento dos mananciais e dos sistemas de abastecimento de água dos municípios brasileiros. Os sistemas são representados por meio de croquis que mostram o caminho da água dos mananciais (fontes de água como rios, reservatórios e poços) às cidades. Os croquis dos municípios integrantes das bacias do Litoral Norte pode ser verificados neste link.

Quanto aos mananciais estes podem ser classificados em superficiais (rios, represas, açudes) ou subterrâneos (minas, poços, bateria de poços). Dentro das bacias do Litoral Norte, de acordo com a ANA (2021) há 55 mananciais, dos quais 16 são subterrâneos e os demais superficiais. Os tipos de tratamento mais adotados para os mananciais superficiais é o convencional (coagulação/floculação, decantação, filtração e desinfecção) em 56% do todo, filtração ascendente (filtro russo) em 23% e filtração lenta ou direta com 10%. Para os pontos de captação de Barragenzinha (Borborema), Açude Laranjeiras e Riacho Laranjeiras (Curral de Cima) não é realizado nenhum tratamento da água. Para o ponto de captação no rio Camará do sistema Integrado Casserengue opera-se apenas com simples desinfecção com cloro, dióxido de cloro ou hipoclorito de sódio.

A avaliação da vulnerabilidade dos mananciais do Atlas Águas (2021) foi estabelecida com base na projeção populacional e de demanda urbana de água para o ano de 2035 (**Tabela 3.22**) e em eventos hidrológicos críticos ocorridos nos últimos anos. O detalhamento das alternativas técnicas de oferta de água permanece - assim desenvolvido no Atlas Abastecimento Urbano de Água (2010), com a indicação de intervenções em mananciais e sistemas de produção até 2035,

tendo sido agregadas estimativas de investimentos em distribuição de água, ações de controle de perdas e medidas voltadas à gestão.

A **Tabela 3.22** a seguir apresenta a demanda urbana atual (2020) e futura (projetado para 2035) de água para os municípios das BHLN, bem como a classificação dos mananciais dos municípios das BHLN com base em sua tipologia (superficial ou subterrâneo) e seu grau de vulnerabilidade (alta, média, baixa ou satisfatório). O grau de vulnerabilidade baseou-se na resiliência (dimensão do Índice de Segurança Hídrica), na relação demanda e disponibilidade (Grau de Atendimento à Demanda do manancial) e no porte do manancial. Na mesma tabela são mostrados ainda a classificação do sistema produtor no que diz respeito à avaliação da capacidade dos elementos principais do sistema para atendimento da demanda. A **Figura 3.23** exibe os pontos de captação das bacias e o grau de vulnerabilidade dos municípios inseridos na mesma.

Os resultados sintetizados expressam que apenas o município de Juarez Távora (ocupando uma porção pequena da bacia do Mamanguape) possui manancial e sistema produtor plenamente satisfatórios. No alto da bacia do Mamanguape alguns municípios (Lagoa Seca, Matinhas, São Sebastião de Lagoa de Roça e Alagoa Nova) detém de mananciais não vulneráveis, mas com necessidade de ampliação do sistema. Enquanto Pilõezinhos, Guarabira, Araçagi e Cuitegi necessitam da adequação do sistema produtor. Os demais municípios (41) possuem algum grau de vulnerabilidade dos seus mananciais para atendimento da demanda projetada de água de 2035 – 18 deles com alta vulnerabilidade (mais concentrados na porção litorânea das bacias), 12 com média e 11 com baixo grau de vulnerabilidade.

Tabela 3.22 - Demanda urbana atual (2020) e projetada (2035) de água e avaliação dos mananciais e sistemas produtores das BHLN.

Município	Demanda Urbana 2020 (L/s)	Demanda Urbana 2035 (L/s)	Manancial(is) de Abastecimento	Tipo Manancial(is)	Classificação Manancial	Classificação Sistema Produtor
ALAGOA GRANDE	33	38	Açude Acauã / Barragem do Quinze / Barragem Serra Grande	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
ALAGOA NOVA	16	19	Açude Epitácio Pessoa	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Ampliação do sistema
ALAGOINHA	22	24	Açude Sítio Tauá	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Satisfatório
ALGODÃO DE JANDAÍRA	2	3	Açude Algodão	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Satisfatório
ARAÇAGI	14	17	Açude Araçagi / Açude Tauá	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Adequação do Sistema
ARARA	14	16	Rio Camará / Subterrâneo	Superficial / Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
AREIA	41	40	Barragem Mazagão / Barragem Saulo Maia / Rio Riacho do Canto	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
AREIAL	12	11	Açude Covão	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
BAÍA DA TRAIÇÃO	6	6	Rio Simimbu	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Satisfatório
BANANEIRAS	12	14	Açude Canafístula II	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
BELÉM	26	28	Barragem Lagoa do Matias	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Satisfatório
BORBOREMA	9	10	Açude Barragenzinha / Açude Borborema / Subterrâneo	Superficial / Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
CAPIM	18	18	Açude Alagamar / Subterrâneo	Superficial / Subterrânea	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
CASSERENGUE	5	6	Rio Camará / Subterrâneo	Superficial / Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
CUITÉ DE MAMANGUAPE	8	11	Açude Alagamar	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
CUITEGI	10	10	Açude Araçagi / Açude Tauá	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Adequação do Sistema

Município	Demanda Urbana 2020 (L/s)	Demanda Urbana 2035 (L/s)	Manancial(is) de Abastecimento	Tipo Manancial(is)	Classificação Manancial	Classificação Sistema Produtor
CURRAL DE CIMA	2	3	Riacho Laranjeiras / Subterrâneo	Superficial / Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
DUAS ESTRADAS	6	6	Açude Duas Estradas / Açude Pirpirituba (Canafístula I) / Barragem Paredão (Suspiro)	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
ESPERANÇA	32	36	Açude Vaca Brava I / Açude Vaca Brava II	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
GUARABIRA	105	112	Açude Araçagi / Açude Tauá	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Adequação do Sistema
GURINHÉM	8	9	Açude Acauã / Açude São Salvador	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
ITAPOROROCA	22	25	Subterrâneo	Subterrânea	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
JACARAÚ	19	23	Barragem Nascença de Pitanga / Barragem Riacho Olho D´Água	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Satisfatório
JUAREZ TÁVORA	9	10	Açude Acauã / Barragem Brejinho	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Satisfatório
LAGOA DE DENTRO	7	8	Açude Duas Estradas / Açude Pirpirituba (Canafístula I) / Barragem Paredão (Suspiro)	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
LAGOA SECA	22	26	Açude Epitácio Pessoa	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Ampliação do sistema
LUCENA	69	53	Subterrâneo	Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
MAMANGUAPE	76	82	Barragem Jangada / Riacho da Pedra	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
MARCAÇÃO	11	7	Subterrâneo	Subterrânea	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
MARI	28	28	Açude São Salvador	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
MASSARANDUBA	15	20	Açude Massaranduba / Açude Sindô Ribeiro	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
MATARACA	11	12	Subterrâneo	Subterrânea	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema

Município	Demanda Urbana 2020 (L/s)	Demanda Urbana 2035 (L/s)	Manancial(is) de Abastecimento	Tipo Manancial(is)	Classificação Manancial	Classificação Sistema Produtor
MATINHAS	1	1	Açude Epitácio Pessoa	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Ampliação do sistema
MONTADAS	13	9	Barragem Emidio	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
MULUNGU	10	12	Açude São Salvador	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
PEDRO RÉGIS	6	7	Barragem Nascença de Pitanga / Barragem Riacho Olho D´Água	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Satisfatório
PILÕES	7	7	Barragem Engenho Poções / Barragem ND / Barragem Saulo Maia	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
PILÕEZINHOS	6	6	Açude Araçagi / Açude Tauá	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Adequação do Sistema
PIRPIRITUBA	17	18	Açude Duas Estradas / Açude Pirpirituba (Canafístula I) / Barragem Paredão (Suspiro)	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
POCINHOS	19	22	Açude Epitácio Pessoa	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Ampliação do sistema
PUXINANÃ	9	12	Açude Milhã (Evaldo Gonçalves)	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Satisfatório
REMÍGIO	24	26	Açude Vaca Brava I / Açude Vaca Brava II	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
RIO TINTO	29	25	Rio Vermelho	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
SANTA RITA	242	242	Rio Tibiri / Subterrâneo	Superficial / Subterrânea	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	7	9	Açude Epitácio Pessoa	Superficial	Manancial Não Vulnerável	Ampliação do sistema
SAPÉ	61	64	Açude São Salvador	Superficial	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
SERRA DA RAIZ	3	4	Açude Duas Estradas / Açude Pirpirituba (Canafístula I) / Barragem Paredão (Suspiro)	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema

Município	Demanda Urbana 2020 (L/s)	Demanda Urbana 2035 (L/s)	Manancial(is) de Abastecimento	Tipo Manancial(is)	Classificação Manancial	Classificação Sistema Produtor
SERRA REDONDA	8	9	Açude Chupadouro II / Açude Massaranduba	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
SERRARIA	6	6	Barragem de Nível Paulo Afonso	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Satisfatório
SERTÃOZINHO	9	10	Açude Duas Estradas / Açude Pirpirituba (Canafístula I) / Barragem Paredão (Suspiro)	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
SOLÂNEA	33	35	Açude Canafístula II	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Ampliação do sistema

Fonte: ANA, 2021.

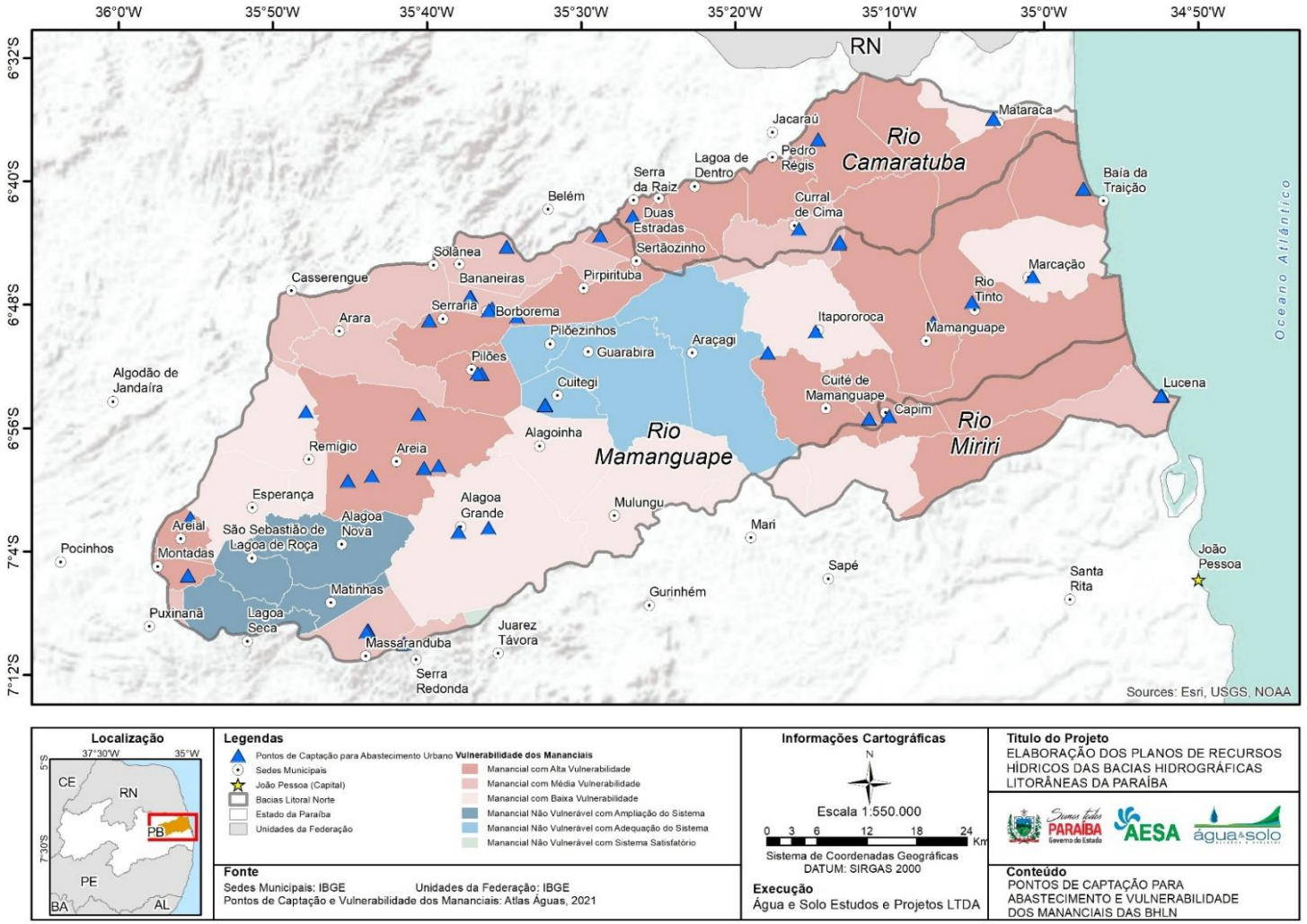


Figura 3.23 – Pontos de captação e classificação dos manancias BHLN quanto ao grau de vulnerabilidade.
Fonte: ANA, 2021.

Uma vez analisado os dados da ANA (2021) e dos SNIS (2020), faz-se necessário a avaliação da intermitência no abastecimento ou racionamento de água nos municípios da bacia, informação a qual foi extraída da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. A parada temporária na distribuição de água é uma condição relativamente frequente nos sistemas de abastecimento de água ocasionado por problemas estruturais, operacionais ou em situações de escassez de água. Esta condição produz efeitos adversos, como deterioração da rede de abastecimento de água, perdas de água na forma de vazamentos e adaptações dos usuários do sistema que devem procurar medidas alternativas para captação de água.

Segundo IBGE (2017), dos 53 municípios das BHLN considerados na análise 36 deles (68%) relataram problemas de intermitência no abastecimento ou necessidade de racionamento de água. Quando avaliado por bacia, a porcentagem é maior para o Mamanguape com 76% de seus municípios tendo relatado a ocorrência do problema. Na bacia do rio Miriri, apenas um município (Mari) teve intermitências ou racionamento. Grande parte dos municípios relaciona o problema à população flutuante ao longo do ano e consequente variação da demanda de água. Casserengue, Cuité de Mamanguape, Areial e Sertãozinho tiveram insuficiência de água no manancial enquanto Alagoa Grande e Mari passaram por problemas de seca ou estiagem que ocasionaram parada ou racionamento do fornecimento de água.

3.5.2 Esgotamento sanitário

De acordo com a Lei 14.026 de 2020 que atualiza o marco legal do saneamento básico, é possível definir esgotamento sanitário como constituído as atividades de disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente. Historicamente, durante muitos anos o Brasil destinou um baixo nível de investimentos em infraestrutura de esgotamento sanitário, gerando um déficit de coleta e tratamento ainda existente.

Diante desse cenário, na perspectiva das diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos - que busca garantir água em qualidade e quantidade adequadas ao usuário final - o déficit de coleta e tratamento de esgotos resulta em uma parcela significativa de carga poluidora chegando aos corpos d'água, causando implicações negativas aos usos múltiplos dos recursos hídricos. A situação para o estado da Paraíba é semelhante, com cerca de 44,58% de esgoto coletado (inferior à média nacional, porém superior ao resultado para a região Nordeste) e destes 71,78%

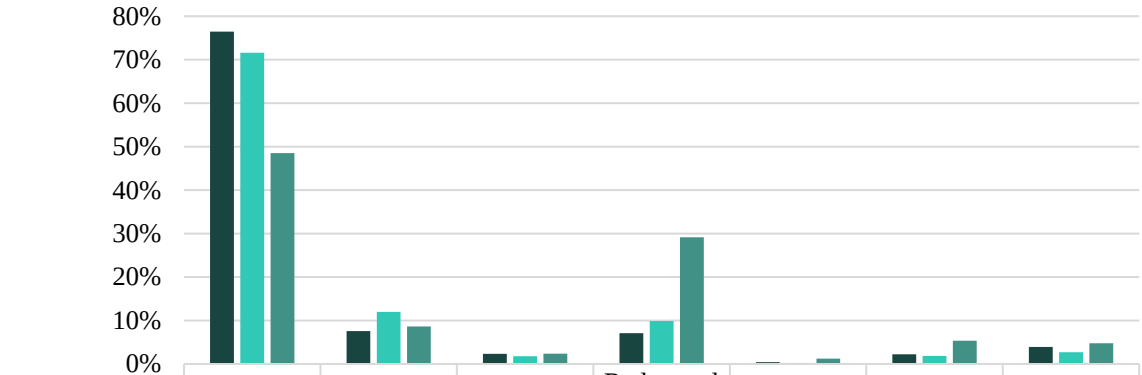
tratado. Para as bacias do Litoral Norte, o panorama dos serviços e infraestrutura de esgotamento sanitário será discutido com base nos dados oriundos de fontes distintas, tais quais: o Censo Demográfico de 2010, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2020), a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2017), e as publicação da ANA Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017) e Atualização da Base de Dados de Estações de Tratamento de Esgotos no Brasil (2019).

Em um primeiro momento, é necessário entender de maneira geral o destino dado aos esgotos sanitários gerados e se os mesmos atingem diretamente os corpos hídricos da região, com ou sem tratamento. Para isso, utilizou-se da informação do Censo Demográfico de 2010 da quantidade de domicílios particulares permanentes, agrupados por tipo de destino para o esgoto sanitário (**Tabela 3.23**). Diante dos resultados apresentados, o destino mais comum para o esgoto sanitário dos domicílios localizados em região urbana é a fossa rudimentar (79% em Camaratuba, 74% em Miriri e 40% em Mamanguape). Quadro semelhante foi registrado para a população rural, contudo, com cerca de 65% dos domicílios rurais da bacia do Mamanguape utilizando-se da fossa rudimentar. No todo, cerca de 1880 domicílios encaminhavam o esgoto diretamente para rios, lagos ou o mar. A **Figura 3.24** exibe as porcentagens médias por bacia hidrográfica associadas ao destino do esgoto sanitário, quando considerada a população total.

Tabela 3.23 - Quantidade de domícilio permanentes por tipo de destino do esgoto sanitário.

Bacia	Camaratuba			Miriri			Mamanguape		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Fossa rudimentar	26692	18115	8577	22577	17604	4973	73746	38725	35021
Fossa séptica	2637	1477	1160	3773	2576	1197	13126	7500	5626
Outro tipo	809	154	655	564	162	402	3601	971	2630
Rede geral de esgoto ou pluvial	2471	2401	70	3113	3099	14	44280	43620	660
Rio, lago ou mar	149	142	7	71	32	39	1896	1706	190
Vala	775	421	354	590	282	308	8117	4620	3497
Não tinham	1371	237	1134	847	177	670	7248	798	6450

Fonte: Censo Demográfico de 2010, IBGE.



	Fossa rudimentar	Fossa séptica	Outro tipo	Rede geral de esgoto ou pluvial	Rio, lago ou mar	Vala	Não tinham
Camaratuba	76.47%	7.56%	2.32%	7.08%	0.43%	2.22%	3.93%
Miriri	71.59%	11.96%	1.79%	9.87%	0.23%	1.87%	2.69%
Mamanguape	48.51%	8.63%	2.37%	29.13%	1.25%	5.34%	4.77%

Figura 3.24 - Distribuição dos destinos para o esgoto domiciliar por bacia hidrográfica.

Os dados do SNIS são coletados anualmente junto aos municípios e aos prestadores de serviços de saneamento básico seguindo o cronograma de coleta de cada componente. Os formulários de preenchimento contêm informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade da prestação de serviços. No caso das bacias do Litoral Norte boa parte dos municípios inseridos em seus perímetros não responderam ao SNIS (preenchimento do formulário) no que diz respeito às informações de esgotamento sanitário. A falta dessas informações compromete a avaliação do cenário atual de coleta e tratamento de esgotos das bacias e diretamente a avaliação dos riscos que essa carga poluidora poderia representar para os recursos hídricos existentes. A **Tabela 3.24** abaixo exibe os resultados dos municípios que responderam ao formulário. Dentre esses, apenas os municípios de Mamanguape e Sapé encontram-se parcialmente fora da bacia do Mamanguape, abrangendo também, respectivamente, Camaratuba e Miriri.

Tabela 3.24 - Dados de esgotamento sanitário para os municípios das BHLN que responderam o SNIS.

Município	Índice de coleta de esgoto (%)	Índice de tratamento de esgoto (%)	Índice de atendimento urbano de esgoto (%)	Índice de atendimento total de esgoto (%)	Tarifa média de esgoto (R$/m³)	Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)	Quantidade de ligações ativas de esgotos (lig.)
ALAGOA GRANDE	37,06	100,00	47,73	29,38	3,75	4,99	2501,00
ARARA	100,00	0,00	47,65	33,61	N.I.	7,50	570,00
BORBOREMA	20,00	0,00	2,56	5,67	N.I.	15,38	64,00
CASSERENGUE	89,54	0,00	100,00	48,99	N.I.	8,12	1586,00
ESPERANÇA	N.I.	0,00	70,14	48,79	N.I.	25,18	419,00
GUARABIRA	55,30	100,00	62,67	55,46	3,94	4,94	10002,00
LAGOA SECA	2,44	100,00	2,96	1,21	3,23	13,15	96,00
MAMANGUAPE	36,54	100,00	19,58	15,84	4,06	3,97	2072,00
REMÍGIO	N.I.	0,00	100,00	73,67	N.I.	4,92	3050,00
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	36,98	0,00	69,99	29,84	N.I.	8,99	953,00
SAPÉ	26,90	100,00	21,28	16,19	3,90	5,27	2609,00
SOLÂNEA	68,01	97,33	10,53	7,63	N.I.	12,50	350,00

Fonte: SNIS, 2020.

Para os municípios apresentados os dados demonstram um maior índice de coleta para as localidades no alto da bacia do Mamanguape (como Arara, Casserengue e Solânea). Apesar de Arara ter registrado coletar 100% do esgoto gerado, o índice de tratamento é zero, assim como informado por Casserengue, São Sebastião de Lagoa de Roça e Borborema. Conforme pode ser observado na tabela, seis municípios dentre os analisados tratam cerca de100% do esgoto coletado. A tarifa média de esgoto é de 3,78 R$/m³ (abaixo da média da Paraíba) apesar dos dados terem sido informados por apenas cinco municípios. O Índice de esgoto tratado referido à água consumida médio é de apenas 22,63%. O município de Esperança detém da maior extensão de rede de esgoto associada a cada ligação (25,18m) com apenas 419 ligações. O menor número de ligações é observado para Borborema, com 64 apenas, e o maior para Guarabira (10.002 ligações).

O gráfico da **Figura 3.25** exibe a comparação entre esses municípios com o índice de atendimento urbano e total de esgoto. Destaca-se entre os resultados os municípios de Remígio e Casserengue com toda a população urbana sendo atendida. Como média geral, entre os municípios com dados elencados anteriormente, o índice médio de atendimento urbano de esgoto é de 46,26% e 30,52% para atendimento total – ambos os valores também abaixo da média estadual.

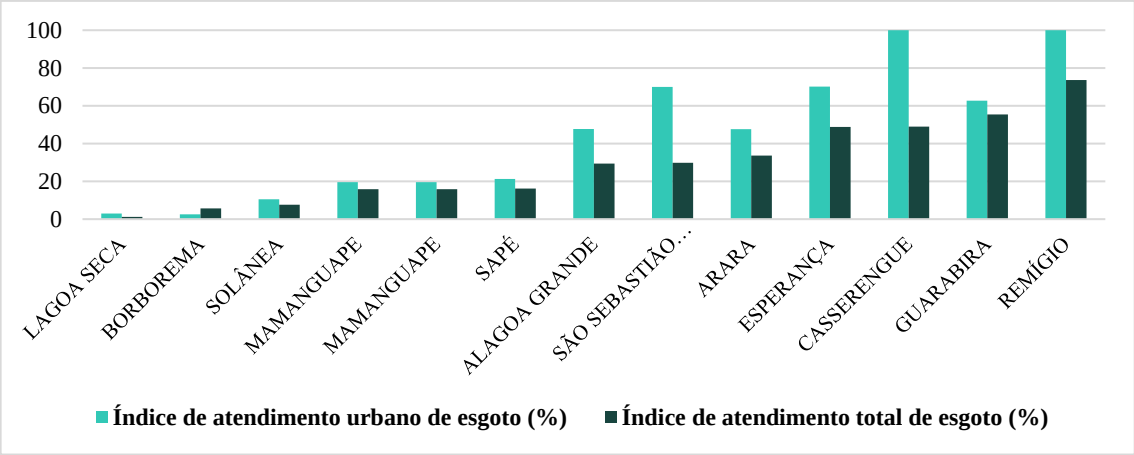


Figura 3.25 - Índices médios de atendimento total e urbano de água para os municípios das BHLN que responderam o SNIS.
Fonte: SNIS, 2020.

Em síntese, devido a quantidade limitada de respostas para os municípios é possível afirmar que os dados dos SNIS não forneceram, para o eixo esgotamento sanitário, informações representativas das BHLN. Uma outra fonte de consulta, a publicação do Atlas Esgotos (ANA, 2017) apresenta para esses municípios a caracterização da situação de esgotamento sanitário (com a avaliação do impacto do lançamento das cargas efluentes nos corpos hídricos) e a proposta de ações na área, com foco no tratamento de esgotos, na proteção dos recursos hídricos, no seu uso sustentável para depuração de efluentes urbanos e na racionalização dos investimentos.

A **Tabela 3.25** a seguir sintetiza os resultados encontrados para os municípios das BHLN segundo o Atlas Esgoto. Para os resultados apresentados por município é possível sintetizar a avaliação através dos seguintes pontos:

- Os municípios com os maiores índices de tratamento do esgoto coletado são, em ordem decrescente, Alagoa Grande, Matinhas, Alagoa Seca, Guarabira, Areia e Alagoa Nova; todos com mais de 50% de esgoto tratado.
- Dos 45 municípios avaliados, 36 deles (80%) não tratam o esgoto coletado.
- Apesar da solução individual representar uma parcela pequena de destinação e tratamento dos esgotos entre as localidades avaliadas, esses sistemas são representativos em Bananeiras, Marcação, Lucena e Lagoa Seca – valores superiores a 25%.
- Cuité de Mamanguape apresenta o pior cenário de destinação e tratamento do esgoto sanitário com cerca de 98,45% do volume total não sendo coletado nem tratado. Na sequência, com índices de não tratamento superiores a 90% têm-se Mari, Curral de Cima, Pedro Régis, Mataraca, Cuitegi, Capim e Serra da Raiz.

- Somado todos os municípios, de acordo com as informações do Atlas Esgotos, cerca de 13315 quilogramas de carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram lançados em corpos hídricos, por dia, no ano de 2013. A DBO está associada com a quantidade de oxigênio necessária para degradar a matéria orgânica através da decomposição aeróbia realizada por microrganismos no meio aquático.
- Os municípios da bacia do rio Mamanguape requerem uma atenção especial quanto à remoção de fósforo e nitrogênio devido ao impacto desses nutrientes nas captações de água para abastecimento público quando comparado às demais bacias. A preocupação é mais presente à medida que se avança para a porção interiorana da bacia.

Tabela 3.25 - Síntese das principais informações para caracterização do esgotamente sanitário dos municípios das BHLN.

Município	Sigla do Prestador	Parcela da Carga Lançada em 2013 sem Coleta e sem Tratamento (Kg DBO/dia)	Atenção ao Fósforo	Atenção ao Nitrogênio	SEM COLETA		COM COLETA	
					SEM TRATAMENTO	SOLUÇÃO INDIVIDUAL	SEM TRATAMENTO	COM TRATAMENTO
ALAGOA GRANDE	CAGEPA	281,30	Sim	Sim	29,46%	1,92%	0,00%	68,62%
ALAGOA NOVA	PM	185,10	Sim	Sim	33,95%	3,05%	12,61%	50,39%
ALAGOINHA	SAAE	438,80	Sim	Sim	86,67%	6,64%	6,69%	0,00%
ARAÇAGI	PM	270,60	Sim	Sim	73,53%	1,07%	25,40%	0,00%
ARARA	PM	152,20	Sim	Sim	30,38%	0,57%	69,05%	0,00%
AREIA	CAGEPA	270,20	Sim	Sim	34,79%	10,73%	0,00%	54,47%
AREIAL	PM	62,90	Sim	Sim	24,02%	4,02%	71,96%	0,00%
BAÍA DA TRAIÇÃO	SAAE	159,80	Não	Não	89,55%	9,12%	1,33%	0,00%
BANANEIRAS	PM	207,80	Sim	Sim	44,07%	35,07%	20,86%	0,00%
BELÉM	PM	58,10	Não	Não	7,45%	0,66%	91,89%	0,00%
BORBOREMA	PM	66,80	Sim	Sim	31,97%	0,54%	67,50%	0,00%
CAPIM	PM	222,80	Não	Não	92,52%	0,37%	7,11%	0,00%
CASSERENGUE	PM	76,00	Sim	Não	39,33%	1,27%	59,40%	0,00%
CUITÉ DE MAMANGUAPE	PM	112,10	Não	Não	98,45%	0,68%	0,87%	0,00%
CUITEGI	PM	287,60	Sim	Sim	94,90%	0,57%	4,53%	0,00%
CURRAL DE CIMA	PM	25,00	Não	Não	96,83%	0,42%	2,75%	0,00%
DUAS ESTRADAS	PM	104,40	Não	Não	67,98%	5,35%	26,66%	0,00%
ESPERANÇA	PM	178,80	Sim	Sim	14,75%	10,64%	74,61%	0,00%
GUARABIRA	CAGEPA	1001,90	Sim	Sim	36,54%	7,46%	0,00%	56,00%
ITAPOROROCA	PM	524,10	Não	Não	84,81%	0,17%	15,02%	0,00%
JACARAÚ	PM	393,40	Não	Não	88,76%	4,51%	6,74%	0,00%
LAGOA DE DENTRO	PM	187,00	Não	Não	84,86%	0,05%	15,09%	0,00%
LAGOA SECA	CAGEPA	98,40	Sim	Sim	16,66%	25,02%	0,00%	58,32%
LUCENA	PM	416,70	Não	Não	71,55%	27,21%	1,24%	0,00%
MAMANGUAPE	CAGEPA	1716,80	Não	Não	89,95%	6,20%	0,00%	3,86%
MARCAÇÃO	PM	116,60	Não	Não	71,04%	28,15%	0,81%	0,00%
MARI	PM	947,10	Não	Não	98,29%	1,23%	0,48%	0,00%
MASSARANDUBA	PM	159,10	Não	Sim	63,09%	3,06%	33,85%	0,00%
MATARACA	PM	361,20	Não	Não	95,16%	1,22%	3,62%	0,00%
MATINHAS	PM	13,70	Sim	Sim	36,07%	1,17%	3,14%	59,62%
MONTADAS	PM	82,80	Sim	Sim	45,31%	0,25%	54,44%	0,00%
MULUNGU	PM	220,10	Sim	Sim	87,26%	6,33%	6,42%	0,00%
PEDRO RÉGIS	PM	115,00	Não	Não	95,81%	0,88%	3,31%	0,00%
PILÕES	PM	142,00	Sim	Sim	80,28%	4,71%	15,01%	0,00%

Município	Sigla do Prestador	Parcela da Carga Lançada em 2013 sem Coleta e sem Tratamento (Kg DBO/dia)	Atenção ao Fósforo	Atenção ao Nitrogênio	SEM COLETA		COM COLETA	
					SEM TRATAMENTO	SOLUÇÃO INDIVIDUAL	SEM TRATAMENTO	COM TRATAMENTO
PILÕEZINHOS	PM	79,90	Sim	Sim	53,84%	18,86%	27,30%	0,00%
PIRPIRITUBA	PM	168,10	Sim	Sim	38,70%	0,90%	60,40%	0,00%
REMÍGIO	PM	223,40	Sim	Sim	30,05%	0,37%	69,58%	0,00%
RIO TINTO	PM	503,10	Não	Não	68,65%	11,04%	20,31%	0,00%
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	PM	95,80	Sim	Sim	36,55%	3,09%	60,36%	0,00%
SAPÉ	CAGEPA	1459,90	Não	Não	68,75%	11,93%	0,00%	19,32%
SERRA DA RAIZ	PM	104,50	Não	Não	91,05%	7,17%	1,78%	0,00%
SERRA REDONDA	PM	86,80	Não	Sim	44,29%	12,92%	42,79%	0,00%
SERRARIA	PM	110,20	Sim	Sim	59,04%	23,59%	17,36%	0,00%
SERTÃOZINHO	PM	53,70	Sim	Sim	28,77%	15,40%	55,83%	0,00%
SOLÂNEA	PM	773,60	Sim	Sim	74,84%	16,97%	0,00%	8,19%

Fonte: Atlas Esgotos, 2017.

Os gráficos das figuras abaixo exibem a relação entre o volume de esgoto coletado e não coletado (**Figura 3.26**) e a destinação para tratamento, solução individual ou não tratamento (**Figura 3.27**) por bacia hidrográfica. Em termos de coleta, a bacia do Miriri apresenta o menor índice com apenas 9,69% do volume de esgoto gerado sendo coletado, possuindo também o quadro mais preocupante em termos de tratamento do esgoto coletado, uma vez que quase a totalidade destes não são tratados. Os resultados são melhores para o Mamanguape (9,72% dos do volume de esgoto sendo tratado) apesar de ainda estar muito aquém de um cenário bom. A solução individual é bastante representativa nos resultados da bacia do rio Miriri, com aproximadamente 80% do volume de esgoto gerado.

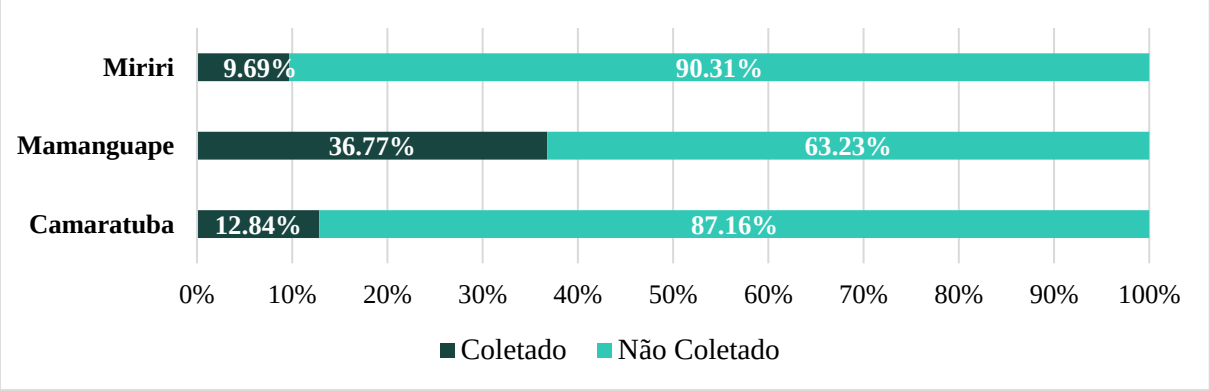


Figura 3.26 - Relação entre a parcela de esgotos coletado e não coletado por bacia hidrográfica.
Fonte: SNIS, 2020.

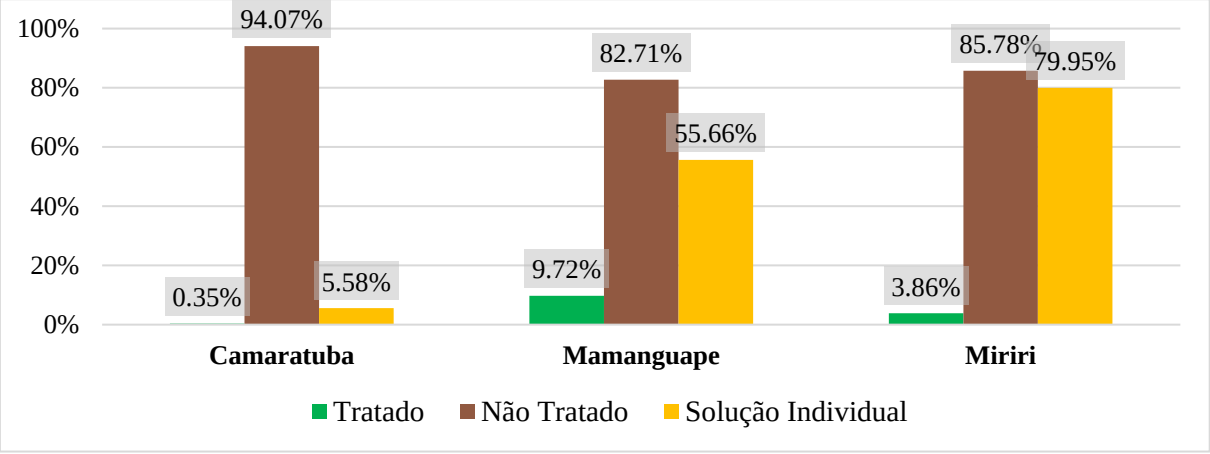


Figura 3.27 - Relação entre esgotos tratado, não tratado e por solução individual por bacia hidrográfica.
Fonte: SNIS, 2020.

Além de traçar um diagnóstico e avaliação das condições atuais de atendimento por coleta e tratamento de esgotos urbano, o Atlas Esgotos estabelece ainda a análise do impacto dos lançamentos de esgotos nos corpos d'água receptores, do comprometimento das classes de enquadramento e avaliação da capacidade de diluição dos corpos hídricos do País; além da avaliação e proposição da eficiência de tratamento requerida por município para 2035 tendo em

vista a contemplação da universalização do esgotamento sanitário nessas localidades até esse ano. Em relação à capacidade de diluição dos corpos hídricos dos municípios das BHLN, quase a totalidade destes possuem uma capacidade ruim (podendo atender classe 2 com 90 a 97% de remoção da carga orgânica ou classe 3 com 90% de remoção da carga orgânica gerada) ou péssima (podendo atender classe 4). As exceções são os municípios de Mataraca, Baía da Traição, Marcação e Lucena – com capacidade de diluição ilimitada haja em vista a opção de lançamento ao mar – e Mamanguape – com aptidão para diluição de ótima a regular.

Levando-se em consideração a caracterização do esgotamento sanitário levantado para os municípios brasileiros, a mesma publicação do Atlas Esgoto avalia ainda as eficiências de remoção de carga orgânica requeridas para a DBO, tendo como horizonte o ano de 2035. Esta avaliação baseou-se na modelagem matemática da qualidade da água e na interação entre os lançamentos de efluentes na bacia hidrográfica. Com base nesses resultados propôs-se alternativas técnicas em função da eficiência requerida classificando os municípios nas seguintes tipologias: (i) Solução com Tratamento Convencional: requer remoção de DBO entre 60% e 80%; (ii) Solução com Tratamento Avançado: requer remoção de DBO superior a 80%; (iii) Solução Complementar: requer solução complementar como busca de novo corpo receptor, disposição no solo ou reuso do efluente, em função do município apresentar baixa relação entre disponibilidade hídrica e carga orgânica lançada, sem influência de lançamentos a montante; (iv) Solução Conjunta: requer definição conjunta do nível de tratamento dos municípios da bacia, devido ao impacto de lançamento(s) a montante em município(s) a jusante; (v) Solução para o Semiárido: requer a priorização de processos com elevada remoção de microrganismos patogênicos ou reuso do efluente.

O mapa da **Figura 3.28** apresenta as alternativas técnicas propostas para os municípios das bacias do Litoral Norte em função da eficiência de remoção de DBO requerida. Como é possível observar, a maioria dos municípios requer a adoção de uma solução conjunta de tratamento, enfatizando-se nesse sentido a problemática dessas localidades – principalmente na região oeste das bacias – do impacto nos corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes a montante que levam ao comprometimento da qualidade da água e restrição de usos. Nesse caso, os níveis de tratamento de esgotos a serem adotados em cada município requerem uma discussão mais ampla, sendo conveniente uma discussão entre os municípios envolvidos de modo a alcançar uma solução conjunta considerando as diferentes capacidades institucionais e financeiras (ANA, 2017).

Juntamente com as informações citadas anteriormente , também são representadas no mapa da **Figura 3.28** as Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) destes municípios (ANA, 2019). Entre as bacias analisadas, somente a do rio Mamanguape possui ETEs dentro do seu perímetro, com cinco Estações ao todo. Todas estas operam através de variações do sistema de lagoas (sistema australiano ou lagoa facultativa), com exceção da ETE de Lagoa Seca com operação de um Reator Anaeróbio seguidor por uma Lagoa de Decantação. As ETEs detêm de uma remoção média projetada de DBO 5 dias, 20° C de 79%.

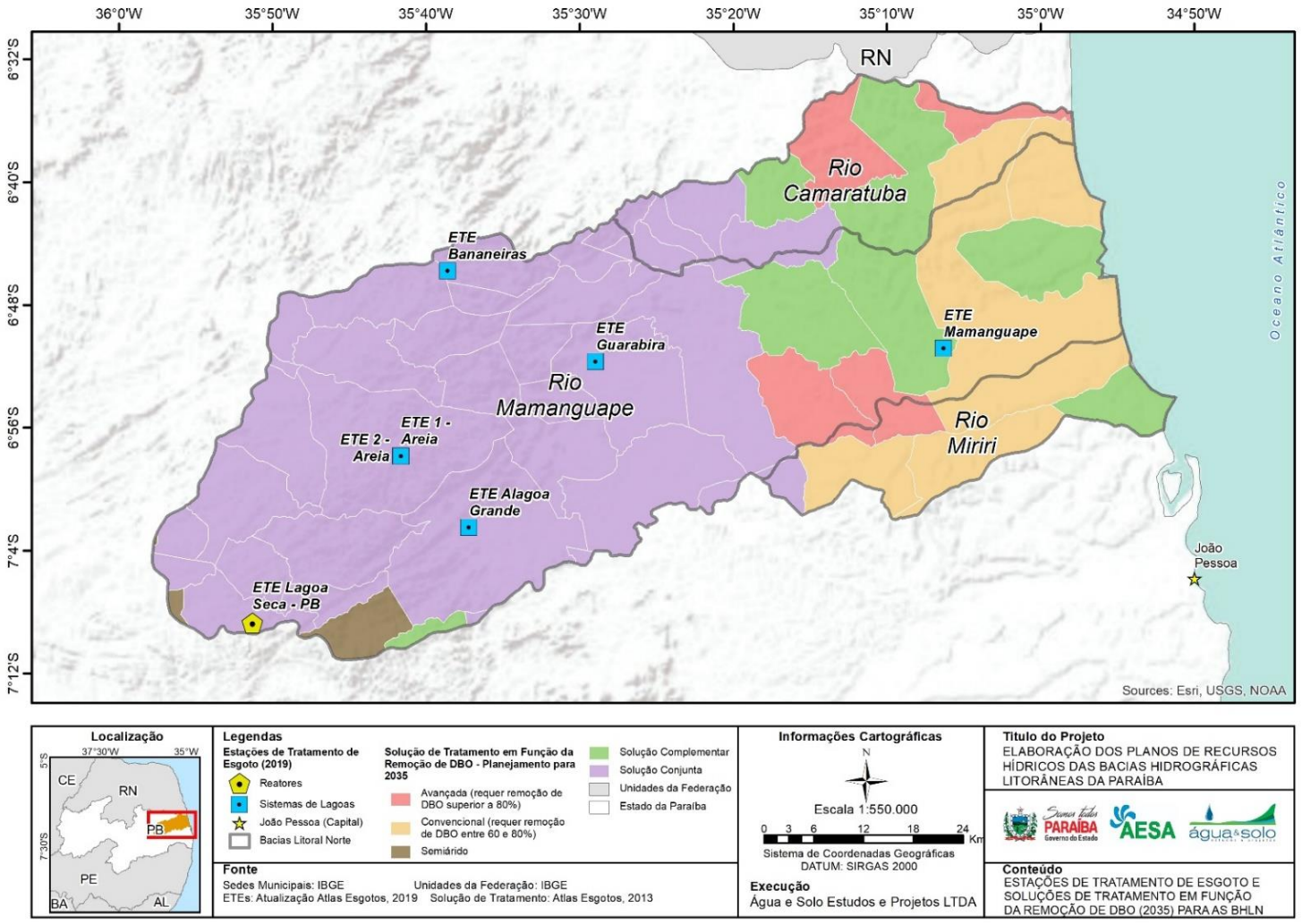


Figura 3.28 - ETEs e soluções de tratamento em função da remoção de DBO (horizonte para 2035) para as BHLN.
Fonte: Atlas Esgotos, 2017

3.5.3 Manejo de resíduos sólidos

De acordo com o estabelecido com a NBR 10004 de Classificação dos Resíduos Sólidos, estes podem ser definidos como qualquer resíduo nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Quando dispostos de forma inadequada, os resíduos representam fontes de contaminação potenciais de rios e aquíferos devido ao escoamento ou infiltração do chorume gerado durante o processo de decomposição da matéria orgânica. Além do comprometimento da qualidade da água, o contato da substância com a água para abastecimento ou irrigação pode acarretar em problemas de saúde. O carreamento dos resíduos sólidos para os leitos dos corpos hídricos também pode propiciar um processo de assoreamento das seções canalizadas da rede de drenagem, diminuindo a capacidade de escoamento da água.

No ano de 2014, o estado da Paraíba publicou seu Plano Estadual de Resíduos Sólidos - PERS-PB a fim de estabelecer um conjunto apresenta metas, orientações e instrumentos relacionados aos aspectos institucionais, ambientais, sanitários, econômicos, financeiros, sociais e normativos que devem nortear gestores públicos, estaduais e municipais, bem como o setor produtivo, na tomada de decisões e na formulação de programas e ações relativos à gestão e ao manejo dos resíduos sólidos no estado. O Plano, conforme previsto na Lei Nº 12.305/2010 tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, com atualização a cada 04 (quatro) anos. As metas estruturadas pelo Plano de (i) redução, reutilização, reciclagem e (ii) eliminação e recuperação de lixões, além de procurar cumprir as exigências legais, tem vistas a propiciar a melhoria da qualidade dos recursos hídricos e por isso são de importância no contexto do presente Plano de Recursos Hídricos.

A caracterização do manejo de resíduos sólidos das bacias do Litoral Norte baseou-se nos dados anuais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), cujo último ano de referência considerado foi 2020 e no Diagnóstico dos Resíduos Sólidos na Paraíba apresentado no PERS. A **Tabela 3.26** a seguir apresenta os dados gerais de gestão dos resíduos sólidos nos municípios das BHLN quanto à existência de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e de coleta seletiva nos municípios, além da participação destes em consórcios intermunicipais. Vale destacar que alguns municípios não apresentaram dados nos SNIS quanto ao manejo de resíduos sólidos, são estes: Alagoa Nova, Araçagi, Belém, Pedro Régis, Duas Estradas, Bananeiras, Serra Redonda, Lagoa Seca, Capim, Lucena, Baía da Traição e Curral de Cima.

Tabela 3.26 - Informações a respeito da gestão de resíduos sólidos dos municípios das BHLN.

Município	Possui PMGIRS?	Existe coleta seletiva no município?	O município é integrante de algum CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL?	Os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados são enviados para outro município?	Município(s) de destino de RDO e RPU exportado*
ALAGOA GRANDE	Sim	Não	Não	Não	-
ALAGOINHA	Não	Não	Não	Não	-
ARARA	Não	Não	Não	Não	-
AREIA	Não	Não	Sim	Sim	Campina Grande/PB
AREIAL	Sim	Sim	Não	Não	-
BORBOREMA	Sim	Sim	Não	Sim	Guarabira/PB
CASSERENGUE	Não	Não	Sim	Sim	Guarabira/PB
CUITÉ DE MAMANGUAPE	Não	Não	Não	Não	-
CUITEGI	Sim	Não	Sim	Sim	Guarabira/PB
ESPERANÇA	Não	Não	Não	Sim	Campina Grande/PB
GUARABIRA	Sim	Não	Sim	Não	-
ITAPOROROCA	Sim	Não	Sim	Sim	Guarabira/PB
JACARAÚ	Não	Não	Não	Sim	Monte Alegre/RN
LAGOA DE DENTRO	Não	Não	Sim	Sim	Guarabira/PB
MAMANGUAPE	Não	Não	Não	Não	-
MARCAÇÃO	Sim	Não	Não	Sim	João Pessoa/PB
MARI	Sim	Não	Sim	Sim	Guarabira/PB
MASSARANDUBA	Não	Não	Não	Sim	Campina Grande/PB
MATARACA	Não	Não	Não	Não	-
MATINHAS	Não	Não	Não	Sim	Campina Grande/PB
MONTADAS	Não	Não	Não	Sim	Campina Grande/PB
MULUNGU	Não	Não	Não	Não	-
PILÕES	Não	Não	Não	Não	-
PILÕEZINHOS	Não	Não	Sim	Sim	Guarabira/PB
PIRPIRITUBA	Sim	Não	Sim	Não	-
REMÍGIO	Sim	Não	Sim	Não	-
RIO TINTO	Não	Não	Não	Sim	Guarabira/PB
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	Sim	Não	Não	Não	-
SAPÉ	Sim	Não	Não	Sim	Guarabira/PB
SERRA DA RAIZ	Não	Não	Não	Não	-
SERRARIA	Não	Sim	Não	Sim	Guarabira/PB
SERTÃOZINHO	Não	Não	Sim	Sim	Guarabira/PB
SOLÂNEA	Sim	Sim	Não	Sim	Guarabira/PB

*RDO: Resíduos Domiciliares; RPU: Resíduos Público.

Fonte: SNIS, 2020.

Entre os municípios que possuem Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, nenhum destes está inserido na bacia do rio Camaratuba, localizam-se no Miriri e os demais, onze municípios, estão no Mamanguape. Além de traçar um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados nos municípios quanto a sua caracterização e manejo, o PMGIRS é

um instrumento de planejamento, com horizonte de implantação de 20 anos, que tem como objetivo nortear os municípios a atenderem à Política Nacional de Resíduos Sólidos. O documento serve também como uma das condições necessárias para acesso aos recursos disponibilizados pela União, destinados ao gerenciamento de resíduos sólidos.

A coleta seletiva (coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição) é um importante instrumento para minimização e aproveitamentos dos resíduos gerados. No caso das BHLN, a coleta seletiva ocorre apenas em quatro municípios. Quanto à participação dos municípios em consórcios intermunicipais regulamentado pela Lei nº 11.107/2005 que tenha entre suas atribuições específicas a gestão ou prestação de um ou mais serviços de manejo de RSU (serviços de coleta de resíduos domiciliares ou públicos, operações de aterro sanitário etc.), onze dos municípios das bacias do Litoral Norte deles integram algum consórcio intermunicipal. A coleta seletiva, bem como, a adoção de soluções consorciadas intermunicipais são quesitos tidos como prioritários no acesso aos recursos da União para desenvolvimento da área de resíduos sólidos.

Nota-se ainda pelas informações da **Tabela 3.26** que grande parte dos municípios destinam os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados para outra localidade. Entre os principais locais que recebem os resíduos têm-se Guarabira, João Pessoa e Campina Grande.

A **Tabela 3.27** evidencia as taxas de cobertura do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população total do município e a população urbana. Também são apresentadas informações referentes à massa da resíduos domiciliares e públicos coletados em relação à população atendida.

Tabela 3.27 - Informações sobre a coleta de resíduos sólidos nos municípios das BHLN.

Município	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%)	Massa de RDO+RPU coletada per capita em relação à população total atendida (kg/hab./dia)
SERRA DA RAIZ	91,08	67,01	1,00
MATARACA	98,77	87,32	0,29
MAMANGUAPE	99,44	80,47	1,41
RIO TINTO	72,66	53,68	0,30
JACARAÚ	84,08	78,89	0,72
LAGOA DE DENTRO	100,00	100,00	0,33
SERTÃOZINHO	100,00	78,60	0,99
MULUNGU	94,58	45,31	0,11
PILÕES	98,73	53,22	0,78
CUITÉ DE MAMANGUAPE	99,95	55,07	0,89
AREIAL	100,00	71,10	0,88
ARARA	100,00	70,53	0,83
ALAGOA GRANDE	100,00	72,11	1,25

Município	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%)	Massa de RDO+RPU coletada per capita em relação à população total atendida (kg/hab./dia)
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	100,00	42,20	0,86
ALAGOINHA	100,00	66,55	0,14
GUARABIRA	100,00	88,49	0,71
PIRPIRITUBA	100,00	76,45	1,99
REMÍGIO	100,00	80,24	0,87
MASSARANDUBA	92,50	57,15	0,39
MATINHAS	98,18	48,73	0,75
BORBOREMA	99,53	72,69	0,51
ESPERANÇA	100,00	100,00	0,68
MONTADAS	100,00	99,34	0,37
SOLÂNEA	100,00	80,07	0,60
SERRARIA	100,00	55,59	0,92
MARCAÇÃO	100,00	62,20	0,36
CASSERENGUE	100,00	62,19	0,36
ITAPOROROCA	100,00	63,87	0,68
AREIA	79,26	60,91	0,89
PILÕEZINHOS	100,00	53,28	0,73
CUITEGI	100,00	81,40	0,88
SAPÉ	99,71	96,58	0,95
MARI	100,00	82,43	0,78

Fonte: SNIS, 2020.

A menor taxa de cobertura regular, em relação à população total, do serviço de coleta de resíduos domiciliares foi registrada para São Sebastião de Lagoa de Roça com 42%, e a maior taxa para os municípios de Esperança e Lagoa de Dentro. Quando avaliado por bacia hidrográfica, todas do Litoral Norte apresentam cobertura de coleta para a população urbana acima de 90%, tendo a bacia do rio Mamanguape cerca de 97%. Em relação à população total, a taxa de cobertura para Camaratuba, Mamanguape e Miriri são, respectivamente: 78%, 68% e 78%. A massa média de resíduos coletados por habitante, por dia, é de 740 gramas, não tendo diferenças significativas entre as bacias.

Acerca da caracterização gravimétrica desses resíduos, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba, com base em levantamento realizado em 2014, aponta que para o município de Guarabira (inserido na bacia do rio Mamanguape), os resíduos gerados e coletados possuem a seguinte composição quanto aos principais constituintes: 55% de matéria orgânica; 10% de terra; 11% de plástico mole; 8% de contaminantes biológicos e 3% para papel, papelão, plástico duro e trapo/coro. Quanto às características de tratabilidade analisada desta amostra pode-se considerar 65% como resíduos biodegradáveis, 13% descartável e 22% passível de reciclagem.

De acordo com as informações levantadas em 2014 no processo de elaboração do PERS, para o estado da Paraíba, 91% dos municípios dispõem seus resíduos de forma inadequada em vazadouro a céu aberto (lixões). Os lixões, caracterizados pela disposição dos resíduos sobre um terreno sem qualquer cuidado ou técnica de proteção representam um sério risco de contaminação do solo, recursos hídricos e ar. O Marco Legal do Saneamento (Lei Nº 14.026/2020) estabeleceu um prazo para o fim dos lixões nos municípios brasileiros, que varia conforme a existência de Planos de Resíduos Sólidos e número de habitantes nas cidades. A **Tabela 3.28** reproduz as informações apresentados no PERS-PB com o recorte para os municípios das BHLN.

Tabela 3.28 - Formas de destinação final de alguns municípios pertencentes às BHLN.

Município	Tipos de Resíduos	Forma de Destinação Final
AREIA	Domiciliar/RCC/Poda/Animais Mortos	Lixão
GUARABIRA	Domiciliar/Comercial/Público/RCC	Lixão
ITAPOROROCA	Domiciliar/Comercial/Público/Poda	Lixão
MAMANGUAPE	Domiciliar/Comercial/Público/Poda/RCC	Lixão
MARI	Volumoso/RSS/Domiciliar/ Comercio/RCC	Lixão
RIO TINTO	Domiciliar/Comercial/Público/RCC/Poda	Lixão
SOLÂNEA	Domiciliar/Comercial/Público/RCC	Lixão /Aterro
REMÍGIO	Domiciliar/RSS/RCC	Lixão/Emp. Coletora
LAGOA SECA	Volumoso/RSS/Domiciliar/ Comercio/RCC	Lixão/Incineração/ Vias Não Pavimentadas
ALAGOA NOVA	Domiciliar/Comercial/Público/RCC/Poda	Lixão/Reutilizado em Acessos
BANANEIRAS	RSS/Domiciliar/Comercial/Público/RCC e Poda	RSS Coleta em Bobona
ALAGOA GRANDE	Domiciliar/Comercial/Público/RCC/Poda	Vazadouro a Céu Aberto
ESPERANÇA	Domiciliar/Comercial/Resíduo de Poda/RSS	Vazadouro a Céu Aberto

Fonte: PERS-PB, 2014.

3.5.4 Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas podem ser definidos (com base na Lei Nº 14.026/2020) como as atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes. O sistema de drenagem contempla pavimentação de ruas, implantação de redes superficial e subterrânea de coleta de águas pluviais e destinação final de efluentes. Com o processo de pavimentação e construção do espaço urbano as áreas passam por um processo de impermeabilização que provoca o aumento do escoamento superficial da água da chuva em detrimento da infiltração no solo. Nesse sentido, o gerenciamento adequado do sistema de drenagem desempenha um importante papel na redução de impactos ambientais que porventura também possam incidir sobre a população das cidades em fenômenos de alagamentos, inundações, processos erosivos e assoreamentos. Sob a ótica da bacia hidrográfica

esses eventos podem levar a alterações como o incremento das vazões de pico dos corpos d'água, degradação da qualidade da água, geração de sedimentos.

O diagnóstico dos municípios das bacias do Litoral Norte quanto aos serviços e estruturas de drenagem e manejo das águas pluviais teve como fontes de consulta o Diagnóstico Temático de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do SNIS (ano de referência de 2019) e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008). A **Tabela 3.29** apresenta indicadores e informações selecionadas para a caracterização da drenagem pluvial urbana dos municípios das bacias do Litoral Norte. Dos 45 municípios totais que integram as bacias, 22 apresentaram informações.

Tabela 3.29 - Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais nos municípios das BHLN.

Município	Crítico	Parcela de área urbana em relação à área total (%)	Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação (%)	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (%)
ALAGOINHA	Sim	1,91	17,1	0
ARAÇAGI	Sim	1,12	0	0
ARARA	Sim	2,04	2,6	67,3
AREIA	Não	9,75	1,7	44,4
BELÉM	Não	16,41	1	11
CUITÉ DE MAMANGUAPE	Não	1,49	1	0
CUITEGI	Não	7,71	0	40
GUARABIRA	Sim	12,4	3,5	1,9
ITAPOROROCA	Não	6,85	1,2	6,3
LAGOA DE DENTRO	Não	39,05	0	0
LUCENA	Sim	49,69	10	0
MAMANGUAPE	Não	3,16	0	0
MARCAÇÃO	Não	0,74	0	0
MASSARANDUBA	Não	35,38	0	85,3
MATINHAS	Não	13,12	0	0
PILÕES	Não	10,15	6	21,4
PIRPIRITUBA	Não	16,66	4,9	5,2
REMÍGIO	Não	11,06	0	0
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	Não	10,01	0	0
SAPÉ	Sim	22,18	0,4	9,7
SERRA DA RAIZ	Não	24,07	0	0
SERRARIA	Não	16,85	0	18,3
SERTÃOZINHO	Não	2,65	0	2

Fonte: SNIS, 2019.

O município de Alagoinha, na bacia do rio Mamanguape, possui o maior percentual de domicílios em situação de risco de inundação com 17,10% apesar de somente 1,91% da área total corresponder à área urbana. Atribui-se à Lucena o a maior parcela de área urbana em relação à área total e a segunda maior parcela de domicílios em situação de risco de inundação. Estes dois municípios, juntamente com outros oito possuem nenhuma taxa de cobertura de vias públicas urbanas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana. Quanto à existência de áreas de alto e muito alto risco de movimentos de massas e enchentes decorrentes de eventos

hidrológicos crítico (inundação, enxurrada, enchente ou alagamento), apenas cinco municípios fizeram esse relato, sendo estes: Alagoinha, Lucena, Araçagi, Guarabira, Sapé e Arara.

Outra fonte de dados consultada nesta caracterização é a PNSB (2008), com informações acerca do saneamento básico de acordo com a existência ou não de determinado parâmetro para os municípios brasileiros. Para mensurar a ineficiência do sistema de drenagem, selecionou-se os indicadores da base de dados do IBGE que são apresentados na **Tabela 3.30**. Entre os resultados apresentados na tabela-síntese, vale destacar que:

- Apenas quatro municípios dos 45 municípios elencados possuem dispositivos de controle de vazão. Estes permitem a atenuação da energia das águas e o carregamento de sedimentos e outros detritos para os corpos receptores, hídricos ou não, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial.
- Na maioria dos municípios a rede coletora é do tipo separadora – quando os coletores para transporte de esgoto sanitário são separados das galerias pluviais.
- Os municípios, em geral, utilizam como corpos receptores do efluente oriundo da drenagem pluvial cursos d'água intermitentes (22%) e lagoas (29%).

Os municípios declararam que as áreas de baixio sujeitas a inundações e/ou proliferação de vetores (31%) e as áreas sem infraestrutura de drenagem (29%) são os tipos de localidades mais encontradas no perímetro urbano susceptíveis a riscos.

Tabela 3.30 - Indicadores das características dos sistemas de drenagem dos municípios das BHLN.

Município	Existência dos dispositivos de controle de vazão	Rede coletora		Pontos de lançamento do efluente			Tipo de área de risco			
		Separadora	Unitária ou mista	Cursos d'água intermitentes	Lagoas	Mar	Áreas de baixio sujeitas a inundações e/ou proliferação de vetores	Áreas em taludes e encostas sujeitas a deslizamento	Áreas sem infraestrutura de drenagem	Áreas urbanas com formação de grotões, ravinas e processos erosivos crônicos
ALAGOA GRANDE	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
ALAGOA NOVA	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
ALAGOINHA	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não
ARAÇAGI	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
ARARA	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
AREIA	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
AREIAL	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
BAÍA DA TRAIÇÃO	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
BANANEIRAS	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
BELÉM	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
BORBOREMA	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
CAPIM	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
CASSERENGUE	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
CUITÉ DE MAMANGUAPE	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
CUITEGI	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
CURRAL DE CIMA	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
DUAS ESTRADAS	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
ESPERANÇA	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
GUARABIRA	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não
ITAPOROROCA	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
JACARAÚ	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
LAGOA DE DENTRO	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
LAGOA SECA	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
LUCENA	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
MAMANGUAPE	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
MARCAÇÃO	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
MARI	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
MASSARANDUBA	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
MATARACA	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
MATINHAS	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
MONTADAS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
MULUNGU	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não

Município	Existência dos dispositivos de controle de vazão	Rede coletora		Pontos de lançamento do efluente			Tipo de área de risco			
		Separadora	Unitária ou mista	Cursos d'água intermitentes	Lagoas	Mar	Áreas de baixio sujeitas a inundações e/ou proliferação de vetores	Áreas em taludes e encostas sujeitas a deslizamento	Áreas sem infraestrutura de drenagem	Áreas urbanas com formação de grotões, ravinas e processos erosivos crônicos
PEDRO RÉGIS	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
PILÕES	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
PILÕEZINHOS	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
PIRPIRITUBA	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
REMÍGIO	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
RIO TINTO	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
SAPÉ	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
SERRA DA RAIZ	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
SERRA REDONDA	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
SERRARIA	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
SERTÃOZINHO	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
SOLÂNEA	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: PNSB, 2008.

3.5.5 Doenças de veiculação hídrica

Em sua essência, doenças de veiculação hídrica são aquelas causadas pela presença de microrganismos patogênicos na água. Estes patógenos podem ser bactérias (como a Salmonella), vírus (como o rotavírus) e parasitas (como a *Giardia lamblia)* que adentram no organismo humano por meio da ingestão, inalação ou pelo contato da água contaminada com a pele ou mucosas, além da ingestão de alimentos irrigados ou lavados com água contaminada. Entre as principais doenças relacionadas à poluição hídrica doméstica e à falta de condições adequadas de esgotamento sanitário, podem-se destacar: cólera, infecções gastrointestinais, febre tifoide, poliomielite, amebíase, esquistossomose e shigelose (SEROA DA MOTTA et al., 1994).

De acordo com dados levantados pelo DATASUS, fornecidos pela Secretaria de Saúde (SES) da Paraíba, no ano de 2020, o estado apresentou 3297 internações por doenças de veiculação hídrica. O gráfico da **Figura 3.29** exibe, de acordo com a mesma fonte de dados, o número total de internações por essas doenças registradas pela SES durante o período de 2010 a 2020 para os municípios do Litoral Norte com informações disponíveis.

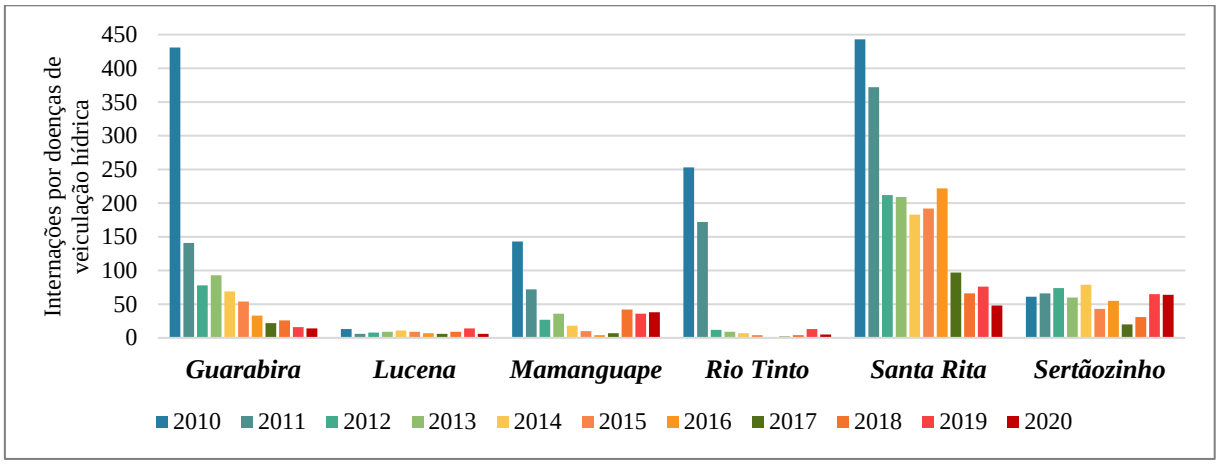


Figura 3.29 - Internações por doenças de veiculação hídrica em alguns dos municípios das BHLN.

O município de Santa Rita apresentou a maior redução em relação ao número de internações relacionadas às doenças de veiculação hídrica – 443 casos registrados em 2010 para 48 em 2020. No geral, houve uma maior diminuição da quantidade de internações nos primeiros anos da década (2010, 2011), e um decaimento no período analisado como um todo (apesar de alguns municípios terem oscilados dentro do período avaliado). O município de Lucena manteve-se com o número de internações relativamente estável, porém baixos.

Segundos os dados levantados oriundos da SES, no ano de 2020, os munícipios de Mamanguape e Guarabira registraram, respectivamente, as taxas de óbitos por doenças gastrointestinais infecciosas na população equivalente a 0,67 e 0,51 por 10 mil habitantes. O valor é substancialmente maior que o apresentado pelo estado da Paraíba igual a 0,16. As despesas com internações por doenças associadas à falta de saneamento na população total destas localidades foram iguais a cerca de 17.330 reais em Mamanguape e 6.400 reais em Guarabira.

Entre as doenças de veiculação hídrica elencadas, a esquistossomose é considerada um problema de saúde pública que acomete todo o Brasil, em especial a região Nordeste. No estado da Paraíba como um todo, a partir de informações fornecidas pelo Programa de Controle da Esquistossomose (PCE), o percentual de positividade aumentou significativamente de 5,15% em 2005 para 10,20% em 2014. Os municípios paraibanos inseridos nas BHLN em que houve aumento do percentual de não tratados por ausência ao longo do período de 2000 a 2014 foram Lucena e Rio Tinto. Reforça-se deste modo a necessidade de políticas públicas mais incisivas no controle da doença e na qualidade da água para consumo humano nestas localidades. O gráfico da **Figura 3.30** exibe o número de casos positivos de esquistossomose e a porcentagem de resultados positivos em relação ao número de testes realizados nos municípios das BHLN. Entre os caramujos capturados há uma predominância das espécies *Biomphalaria glabrata* e *Biomphalaria tenagophila.*

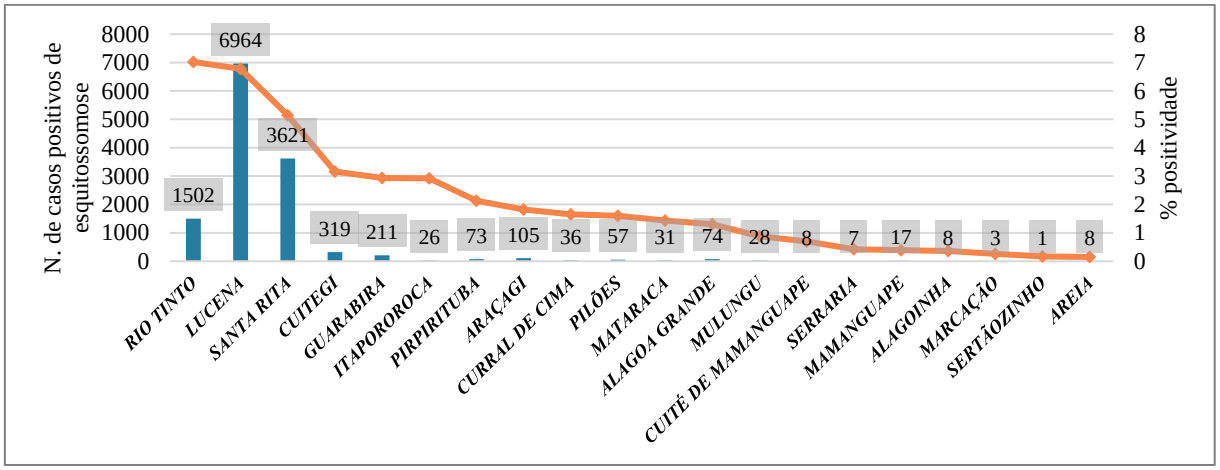


Figura 3.30 - Casos positivos de esquistossomose e % de positividade nos municípios das BHLN no período de 2000 a 2014.

Os municípios de Rio Tinto, Lucena e Santa Rita também apresentaram os maiores valores de casos registrados de outras doenças de veiculação hídrica em relação àqueles elencados na **Figura 3.30**. Tais doenças foram *Ascaris lumbricoides* (Ascaríase), Ancilostomídeos (Ancilostomíase), *Taenia sp* (Teníase), *Trichuris trichiura* (Tricuríase), *Enterobius*

vermicularis (Oxiuríase), *Strongyloides stercoralis* (Estrongiloidíase) e *Hymenolepis nana* (Himenolepíase).

3.6 Uso e ocupação do solo

A avaliação da cobertura e uso da terra foi feita utilizando-se a Coleção 6 do projeto MapBiomas, que cobre o período de 1985 - 2020 (publicada em agosto de 2021).

Os mapas de cobertura e uso da terra são mapas no formato matricial (pixel de 30x30m).

Para a obtenção dos mapas de uso e ocupação dos solos usou-se a tecnologia da plataforma *Google Earth Engine*, através do uso de scripts fornecidos pelo Projeto para facilitar acesso às coleções do MapBiomas. Foi usado o "*User Toolkit*" de cobertura e uso da terra, através do qual é possível fazer a exportação dos mapas referentes a cada bacia hidrográfica.

Foram utilizados mapas de uso e cobertura do solo do Brasil, recortados dentro dos limites das Bacias do Litoral Norte. Estes mapas foram baixados em formato .tif para uso em software de geoprocessamento, onde foi calculada a área de cada tipo de cobertura e uso da terra.

As imagens dos cobertura e uso da terra são mostradas na **Figura 3.31**, **Figura 3.32** e **Figura 3.33** utilizando os códigos de legenda referenciados pelo Projeto MapBiomas, que são mostrados na **Tabela 3.31**

As quantificações das áreas ocupadas por cada cobertura e uso da terra são apresentadas individualmente para cada bacia hidrográfica.

Tabela 3.31 - Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 6 do MapBiomas.

COLEÇÃO 6	ID	Hexadecimal *code*	Cor
1. Floresta	**1**	**129912**	
1.1. Formação Florestal	3	006400	
1.2. Formação Savânica	4	00ff00	
1.3. Mangue	5	687537	
1.4. Restinga Arborizada (beta)	49	6b9932	
2. Formação Natural não Florestal	**10**	**BBFCAC**	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	11	45C2A5	
2.2. Formação Campestre	12	B8AF4F	
2.3. Apicum	32	968c46	
2.4. Afloramento Rochoso	29	665a3a	
2.5. Outras Formações não Florestais	13	f1c232	
3. Agropecuária	**14**	**FFFFB2**	
3.1. Pastagem	15	FFD966	
3.2. Agricultura	18	E974ED	
3.2.1. Lavoura Temporária	19	D5A6BD	
3.2.1.1. Soja	39	e075ad	
3.2.1.2. Cana	20	C27BA0	
3.2.1.3. Arroz (beta)	40	982c9e	
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	41	e787f8	

COLEÇÃO 6	ID	Hexadecimal *code*	Cor
3.2.2. Lavoura Perene	36	f3b4f1	
3.2.2.1. Café (beta)	46	cca0d4	
3.2.2.2. Citrus (beta)	47	d082de	
3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	48	cd49e4	
3.3. Silvicultura	9	ad4413	
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	21	fff3bf	
4. Área não Vegetada	**22**	**EA9999**	
4.1. Praia, Duna e Areal	23	DD7E6B	
4.2. Área Urbanizada	24	aa0000	
4.3. Mineração	30	af2a2a	
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	25	ff3d3d	
5. Corpo D'água	**26**	**0000FF**	
5.1. Rio, Lago e Oceano	33	0000FF	
5.2. Aquicultura	31	02106f	
6. Não Observado	**27**	**D5D5E5**	

Fonte: MAPBIOMAS, 2021

A distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Camaratuba é quantificada na **Tabela 3.32** e apresentada na **Figura 3.31.**

Tabela 3.32 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Camaratuba

Tipo de uso e cobertura do solo	Área (km²)	Área (%)
1.1. Formação Florestal	137,101	21,50
1.2. Formação Savânica	145,276	22,78
1.3. Mangue	1,748	0,27
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	12,204	1,91
2.2. Formação Campestre	10,711	1,68
2.5. Outras Formações não Florestais	0,027	0,00
3.1. Pastagem	113,365	17,78
3.2.1.2. Cana	40,954	6,42
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	169,972	26,66
4.1. Praia, Duna e Areal	0,151	0,02
4.2. Área Urbanizada	4,035	0,63
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	0,557	0,09
5.1. Rio, Lago e Oceano	1,503	0,24
Total	**637,605**	**100,00**

Fonte: MAPBIOMAS, 2021

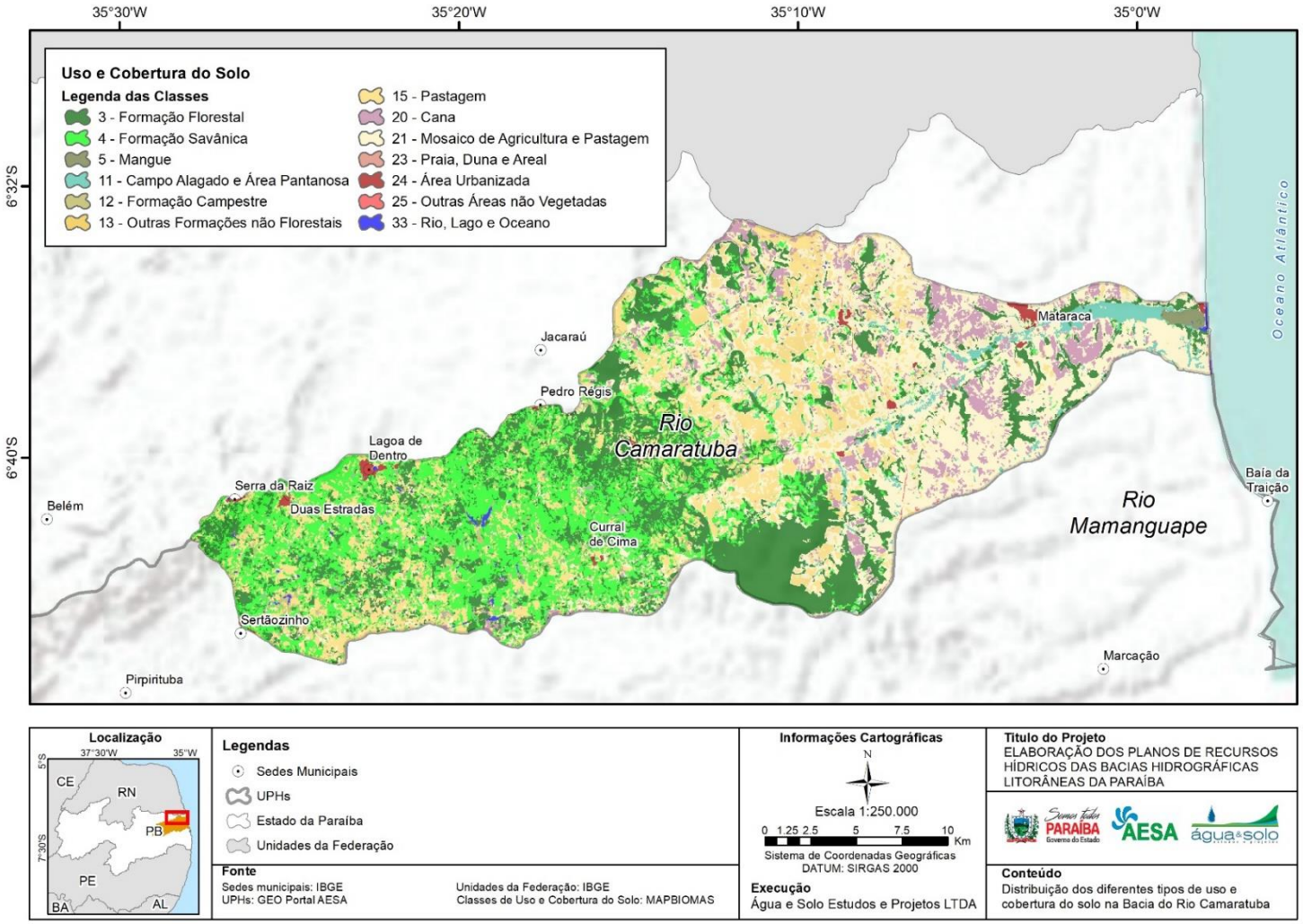


Figura 3.31 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Camaratuba
Fonte: MAPBIOMAS, 2021.

A distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Mamanguape é quantificada na **Tabela 3.33** e apresentada na **Figura 3.32**.

Tabela 3.33 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Mamanguape

Tipo de uso e cobertura do solo	Área (km²)	Área (%)
1.1. Formação Florestal	698,633	19,81
1.2. Formação Savânica	1.023,69	29,03
1.3. Mangue	45,33	1,29
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	36,743	1,04
2.2. Formação Campestre	130,154	3,69
2.5. Outras Formações não Florestais	0,042	0,00
3.1. Pastagem	957,306	27,15
3.2.1.2. Cana	146,528	4,16
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	404,098	11,46
4.1. Praia, Duna e Areal	0,968	0,03
4.2. Área Urbanizada	61,562	1,75
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	2,136	0,06
5.2. Aquicultura	1,043	0,03
2.3. Apicum	0,109	0,00
5.1. Rio, Lago e Oceano	18,189	0,52
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	0,013	0,00
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	0,013	0,00
Total	**3.526,54**	**100,00**

Fonte: MAPBIOMAS, 2021

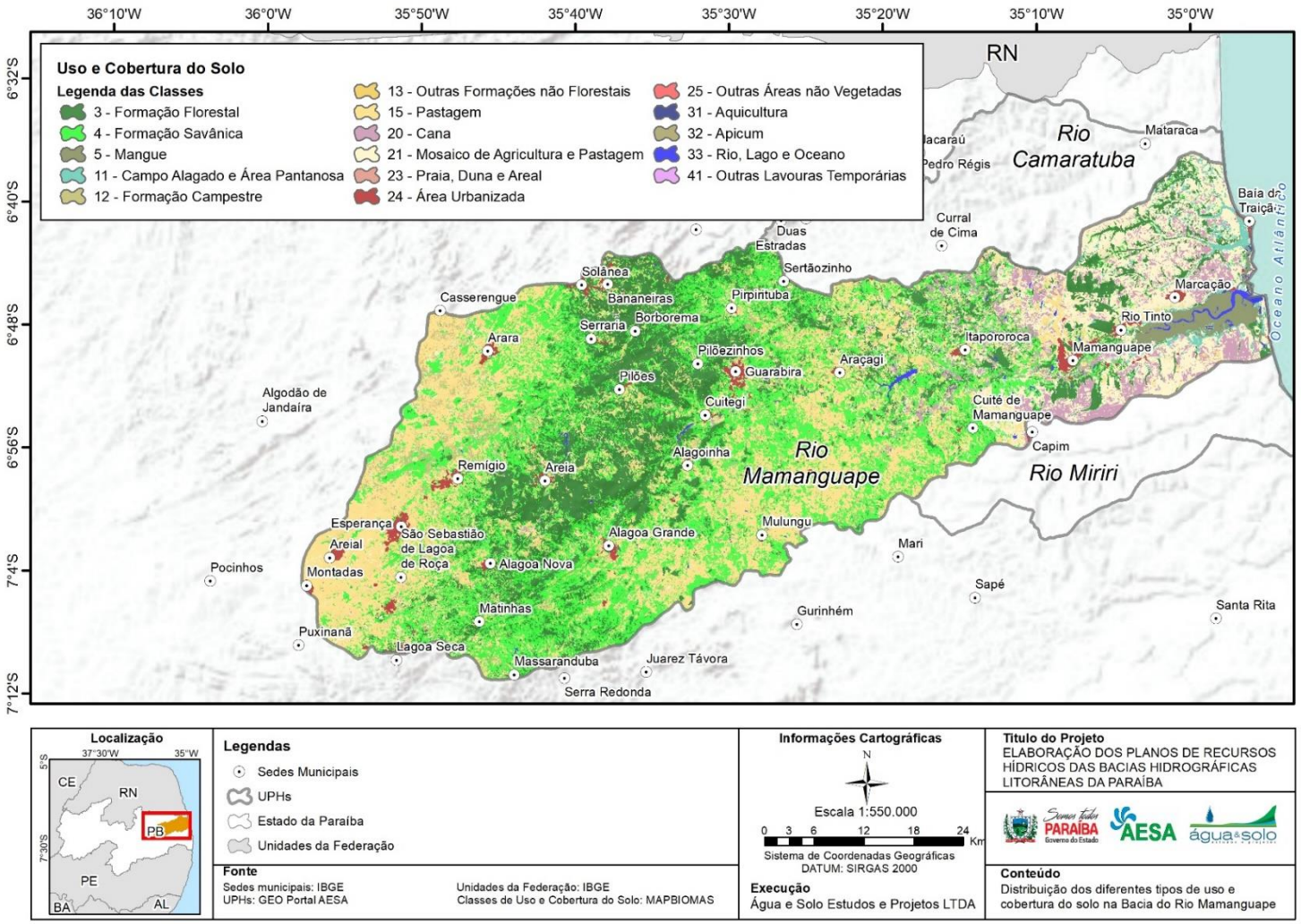


Figura 3.32 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Mamanguape
Fonte: MAPBIOMAS, 2021.

A distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Miriri é quantificada na **Tabela 3.34** e apresentada na **Figura 3.33.**

Tabela 3.34 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Miriri

Tipo de uso e cobertura do solo	Área (km^2)	Área (%)
1.1. Formação Florestal	77,64	17,79
1.2. Formação Savânica	22,333	5,12
1.3. Mangue	2,471	0,57
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	18,323	4,20
2.2. Formação Campestre	1,341	0,31
3.1. Pastagem	49,42	11,32
3.2.1.2. Cana	84,952	19,47
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	171,054	39,20
4.1. Praia, Duna e Areal	0,56	0,13
4.2. Área Urbanizada	5,347	1,23
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	0,304	0,07
2.3. Apicum	0,035	0,01
5.1. Rio, Lago e Oceano	2,634	0,60
Total	436,415	100,00

Fonte: MAPBIOMAS, 2021

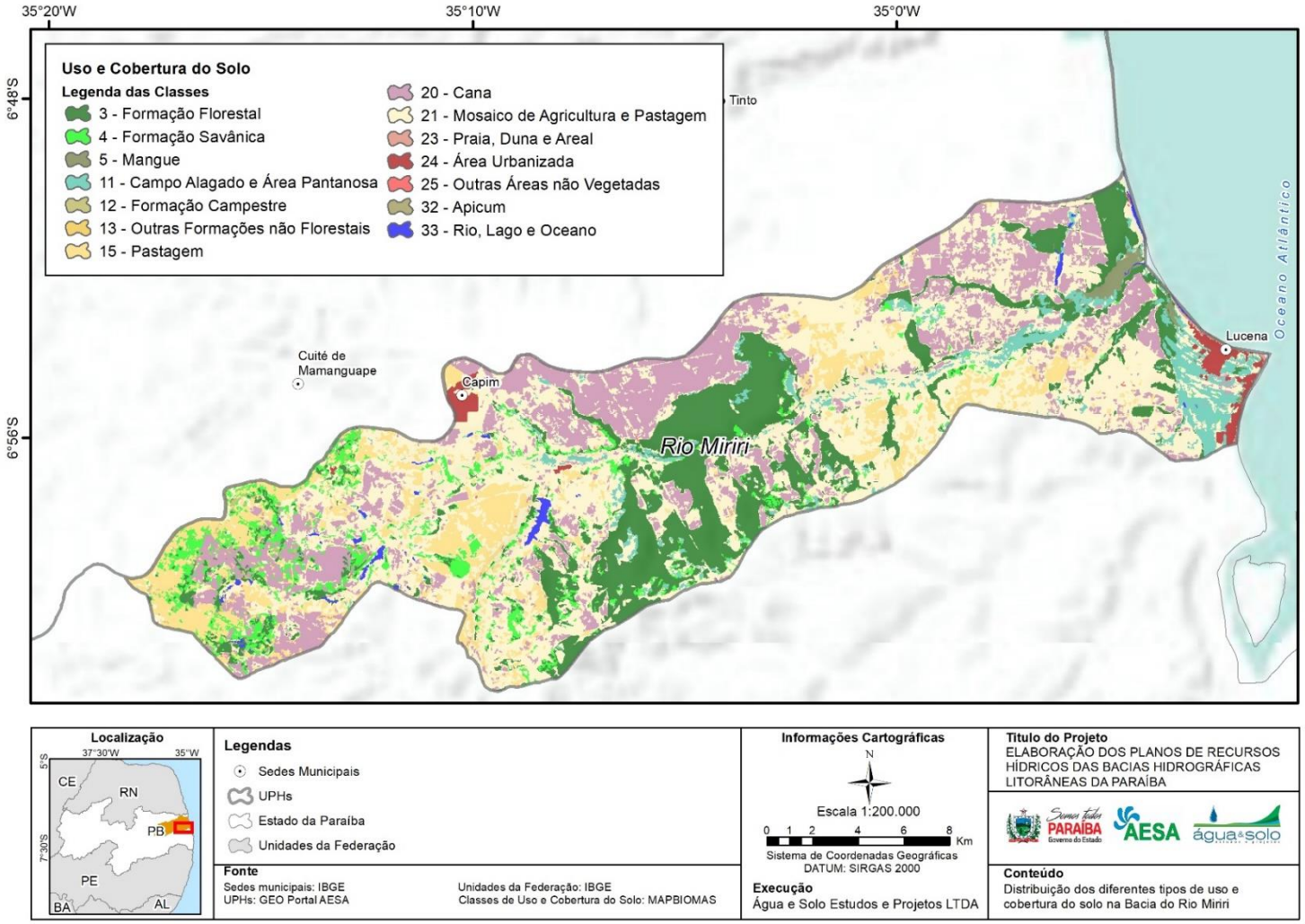


Figura 3.33 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Miriri
Fonte: MAPBIOMAS, 2021.

3.7 Áreas protegidas por lei

3.7.1 Unidades de Conservação

A definição de áreas naturais protegidas representa uma importante metodologia de conservação de biomas, ecossistemas e espécies de fauna e flora, tendo em vista que estabelece os limites e regulamentação de uso e ocupação do território. Elas englobam as Unidades de Conservação (UCs), mosaicos e corredores ecológicos. O processo de definição de áreas protegidas leva em conta as características socioambientais do local e os objetivos de manejo e gestão definidos conforme o nível de proteção almejado para cada localidade.

Para o levantamento das Unidades de Conservação existentes nas BHLN, foram consultados dados da SUDEMA, ICMBio, Instituto Socioambiental e indicação dos membros do CBH-LN. A SUDEMA disponibilizou uma lista das UCs Estaduais sob sua responsabilidade. Para o caso das UCs Federais sob responsabilidade do ICMBio, consultou-se a página do ICMBio e a página do Instituto Socioambiental. Por fim, para as Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), consultou-se o Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN do ICMBio. No caso dos membros dos CBH-LN, foi reforçada a existência da ARIE Manguezais da Foz do Rio Mamanguape. O resultado do levantamento é apresentado na **Tabela 3.35** e na **Figura 3.34**.

Tabela 3.35 – Unidades de Conservação da BHLN.

Denominação	Área (ha)	Bioma	Município	Categoria	Responsável	Decreto de criação	Data criação	Plano de Manejo	Conselho Gestor
ReBio Guaribas	4.321	Mata Atlântica	Mamanguape e Rio Tinto	Proteção integral	Federal (ICMBio)	Decreto Nº 98.884	25/01/1990	Sim	Sim
ARIE Manguezais da Foz do Rio Mamanguape	5.721	Mata Atlântica	Marcação e Rio Tinto	Uso sustentável	Federal (ICMBio)	Decreto Nº 91.890	05/11/1985	Sim	Sim
APA da Barra do Rio Mamanguape	14.640	Mata Atlântica e manguezal	Rio Tinto, Marcação, Baía da Traição e Lucena	Uso sustentável	Federal (ICMBio)	Decreto Nº 924	10/09/1993	Sim	Sim
PE Mata do Pau-ferro	607	Mata Atlântica	Areia	Proteção integral	Estadual (Sudema)	Decreto Nº 26.098	04/08/2005	Sim	Em formação
EE do Pau-Brasil	82	Mata Atlântica	Mamanguape	Proteção integral	Estadual (Sudema)	Decreto Nº 22.881	25/03/2002	Aguarda publicação	Em formação
ARIE Mata de Goiamunduba	67	Mata Atlântica	Bananeiras	Uso sustentável	Estadual (Sudema)	Decreto Nº 23.833	27/12/2002	Em fase de contratação	Em formação
APA Roncador	6113	Mata Atlântica	Bananeiras e Pirpirituba	Uso sustentável	Estadual (Sudema)	Decreto Nº 27.204	06/06/2006	Em elaboração	Em formação
RPPN Fazenda Pacatuba	266,53	Floresta estacional decidual	Sapé	Uso sustentável	Particular	Portaria Nº 110-N/1995	29/12/1995	-	-
RPPN Fazenda Pedra de Água	170	Floresta estacional decidual	Solânea	Uso sustentável	Particular	Portaria Nº 60	16/04/1999	-	-

APA - Área de Proteção Ambiental; ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico; EE - Estação Ecológica; RE - Reserva Ecológica; ReBio - Reserva Biológica; PE - Parque Estadual; RPPN — Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Fonte: SUDEMA, Instituto Socioambiental, ICMBio, SIM RPPN e membros do CBH.

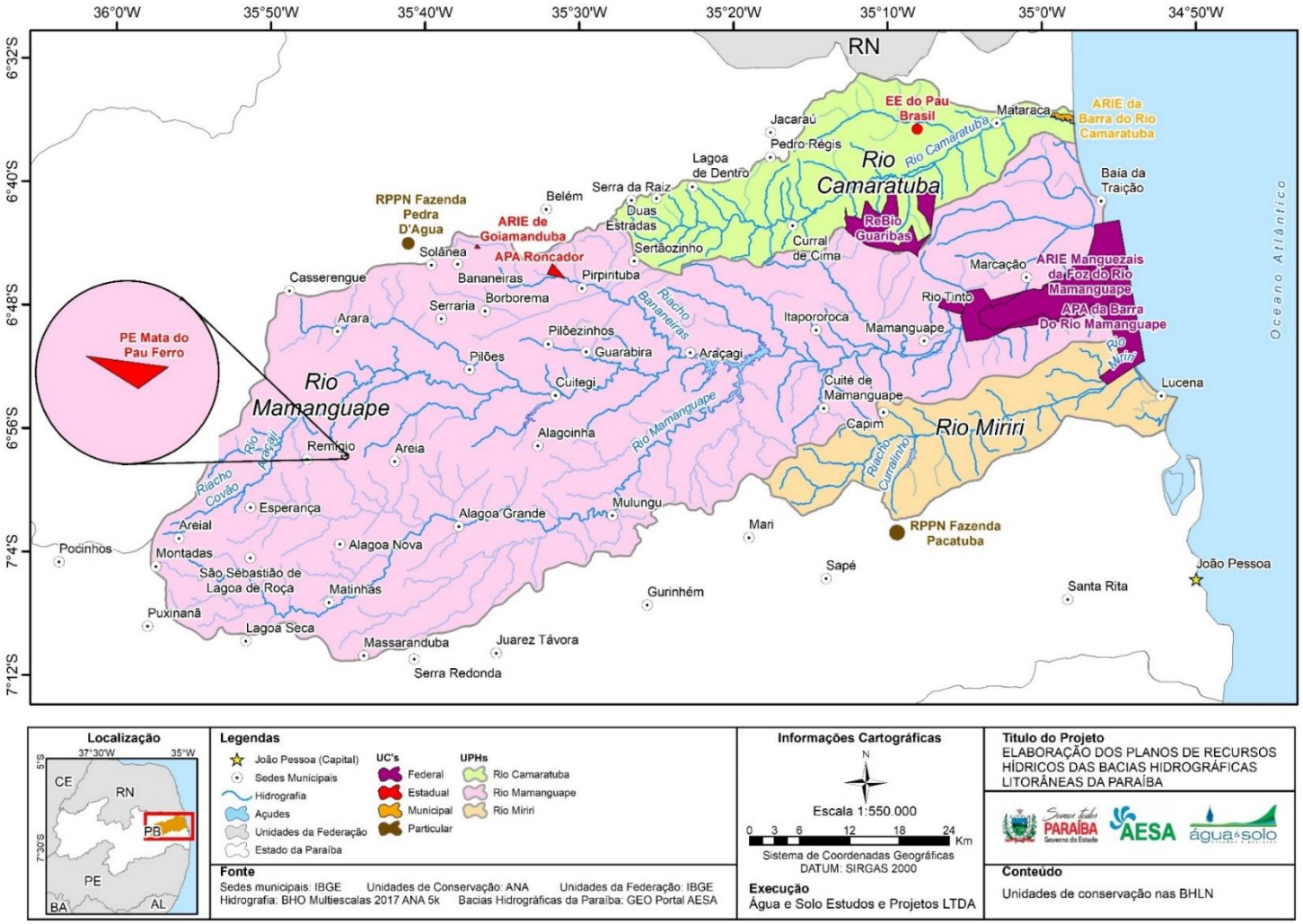


Figura 3.34 - Unidades de conservação da BHLN
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, as águas inseridas em Unidades de Conservação de Proteção Integral devem ser enquadradas em Classe Especial. As Unidades de Conservação classificadas como "Proteção Integral" que estão inseridas na Bacia Hidrográfica do Litoral Norte são: Reserva Biológica Guaribas, Parque Estadual Pau-Ferro e Estação Ecológica do Pau-Brasil.

3.7.2 Terras indígenas e quilombolas

Para as bacias do Litoral Norte, foram identificadas três terras indígenas, conforme já discutido no item 3.1.1.

As informações a respeito das terras quilombolas nas bacias do Litoral Norte foram levantadas através de consulta aos dados da Secretaria da Mulher e da Diversidade Humana do Estado da Paraíba, com ano de base em 2012. Dentro do perímetro das bacias, há cinco comunidades quilombolas, das quais quatro são certificadas e uma titulada. Os respectivos municípios que ocupam, a denominação das comunidades e sua respectiva situação fundiária são:

- Município de Alagoa Grande: Comunidade Caiana dos Crioulos (certificada);
- Município de Areia: Comunidades Engenho Bonfim (titulada) e Engenho Novo Mundo (certificada);
- Município de Gurinhém: Comunidade Matão (certificada);
- Munícipio de Serra Redonda: Comunidade Sítio Matias (certificada).

A **Figura 3.35** apresenta a localização das terras indígenas e quilombolas na BHLN. Ressalta-se que as comunidades Pedra D'água, Grilo e Matão aparentam não estar inseridas nos limites da UPH Rio Mamanguape, mas sim nos limites de alguns municípios que exercem influência na UPH.

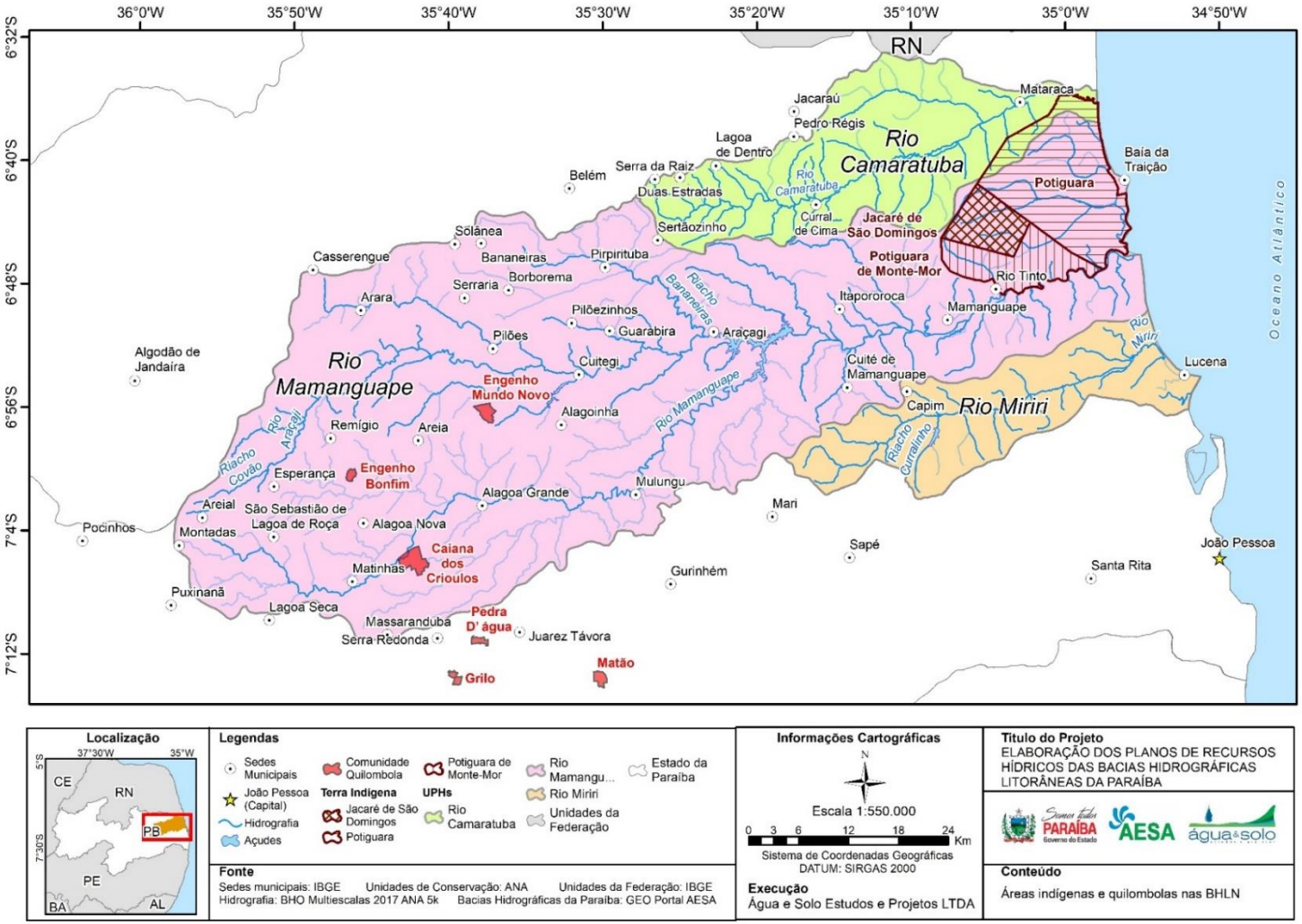


Figura 3.35 - Terras indígenas e quilombolas da BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

3.7.3 Potenciais Áreas de Preservação Permanente

Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas, que podem ser cobertas ou não por vegetação nativa, com a finalidade de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, buscando facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. A vegetação contida dentro de uma APP deve ser mantida pelo proprietário, possuidor ou ocupante e a intervenção nessa área só ocorre em caso de utilidade pública, interesse social ou se a atividade for considerada de baixo impacto. Com base na Lei Nº 12651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que dispõe sobre a proteção nativa e estabelece o Novo Código Florestal Brasileiro, foram estabelecidas as áreas de preservação permanente localizadas na Bacia Hidrográfica do Litoral Norte. Abrangem as APP observadas na área de estudo:

- Conforme disposto no art 4º, parágrafo I, faixas marginais de cursos de água naturais, com base na largura da calha do leito regular destes;
- Conforme disposto no art 4º, parágrafo II, no entorno dos lagos e lagoas naturais;
- Conforme disposto no art 4º, parágrafo III, áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais;
- Conforme disposto no art 4º, parágrafo IV, áreas no entorno de nascentes;
- Conforme disposto no art 4º, parágrafo V, encostas ou partes destas com declividade superior a 45º;
- Conforme disposto no art 4º, parágrafo VII, manguezais;
- Conforme disposto no art 4º, parágrafo IX, áreas de topo de morro com altura superior a 100m e declividade média maior ou igual a 25º.

Os itens a seguir buscam quantificar, localizar e analisar as potencias Áreas de Preservação Permanente existentes nas bacias do Litoral Norte, à luz do estabelecido na Lei Nº 12651/2012.

3.7.3.1 Faixas marginais de cursos d'água naturais

A obtenção das Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d'águas naturais considerou a ordem de Strahler de hierarquização de bacias. O modelo de Strahler considera como rios de primeira ordem aqueles que não possuem nenhum tributário, conferindo o número 1 para os mesmos. São por evidência os rios que não encontraram com outro rio desde sua nascente. Sob a mesma lógica, os rios podem ter ordem 2 (com fluxo d'água um pouco maiores formado pela união de mais de um rio de primeira ordem), 3 ou 4 (principais rios da

bacia hidrográfica). A partir da realização de algumas amostragens de medição da largura dos rios em trechos específicos através de imagens de satélite, foram atribuídas as seguintes classes conforme a hierarquização dos rios: ordens 1, 2 e 3 correspondente a rios com até 10 metros de largura; ordem 4 para rios entre 10 e 50 metros de largura; ordem 5 até às proximidades da foz do rio Mamanguape entre 50 e 200 metros e de 200 a 600 metros de largura no trecho final do rio Mamanguape. Conforme preconizado pela Lei Nº 12651/2012 as respectivas faixas de APP atribuídas às larguras dos cursos d'água são: 30 metros (inferior a 10 metros de largura), 50 metros (de 10 a 50 metros de largura), 100 metros (de 50 a 200 metros) e 200 metros (de 200 a 600 metros).

Uma vez definido o "buffer" correspondente à APP para cada largura de rio atribuída, o resultado foi comparado com o Mapa de Usos do Solo do Mapbiomas para o ano de 2021. A sobreposição das informações possui como objetivo não somente quantificar as APPs na Bacia do Litoral, como também fornecer indicativos dos conflitos existentes nessas regiões em específico.

Conforme a metodologia adotada, as Bacias do Litoral Norte somaram cerca de 17.433,56 hectares de APPs em faixas marginais de cursos d'água naturais. A **Figura 3.36** exibe o mapa com as áreas delimitadas e usos do solo nas APPs para o ano de 2021. Mais da metade das áreas (54,81%) é composta por formações florestais como formação savânica, florestal e regiões de mangues. Cerca de 33% das APPs delimitadas estão ocupadas por atividades antrópicas: mosaicos de agricultura e pastagem em 15,75% da área total, pastagem em 14,31%, cultivo de cana em 2,11%, área urbanizada 0,78% e aquicultura em 0,01%. Pela visualização do mapa é possível notar a concentrações destas áreas antropizadas em regiões específicas. A existência de pastagem dentro ou próxima às APPs ocorre majoritariamente no Alto Mamanguape e nas proximidades dos municípios de Araçagi e Mulungu. Em grande parte das sedes municipais próximos aos cursos d'água da Bacia, as faixas marginais dos rios estão caracterizadas como áreas urbanizadas. Os mosaicos de agricultura e pastagem, por sua vez, agrupam-se no Baixo Camaratuba e Mamanguape. Na bacia do rio Miriri esse padrão de ocupação das APPs está distribuído ao longo da bacia sendo bastante expressivo principalmente no Riachos da Gamela, Cana-Brava, Água Branca e da Estiva.

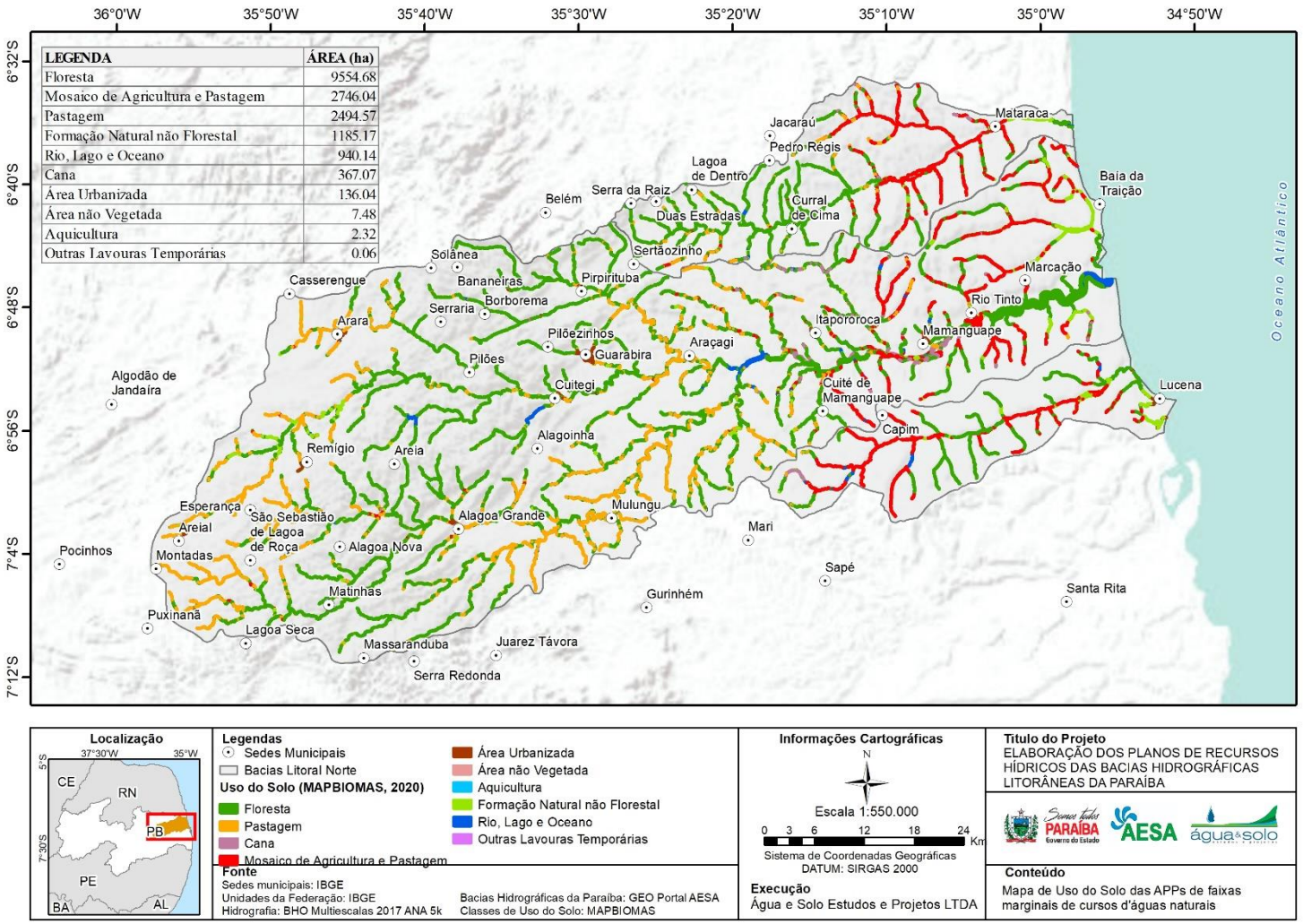


Figura 3.36 - Mapa de Uso do Solo das APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais.
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

O gráfico da **Figura 3.37** exibe a distribuição porcentual dos usos do solo nas APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais na bacia rio Miriri. A ocupação por mosaicos de agricultura e pastagem ocupam cerca de 40, 56% destas áreas, o equivalente a 568 hectares. Em seguida apresentam-se as classes de formação florestal (449,63 hectares) e campo alagado e área pantanosa (157,37 hectares). Os resultados dão indícios dos conflitos entre a delimitação das Áreas de Preservação Permanente e a expansão das atividades de agricultura e pastagem existentes. Ao todo, a bacia do rio Miriri conta com cerca de 1.442,63 hectares de APPs de cursos hídricos.

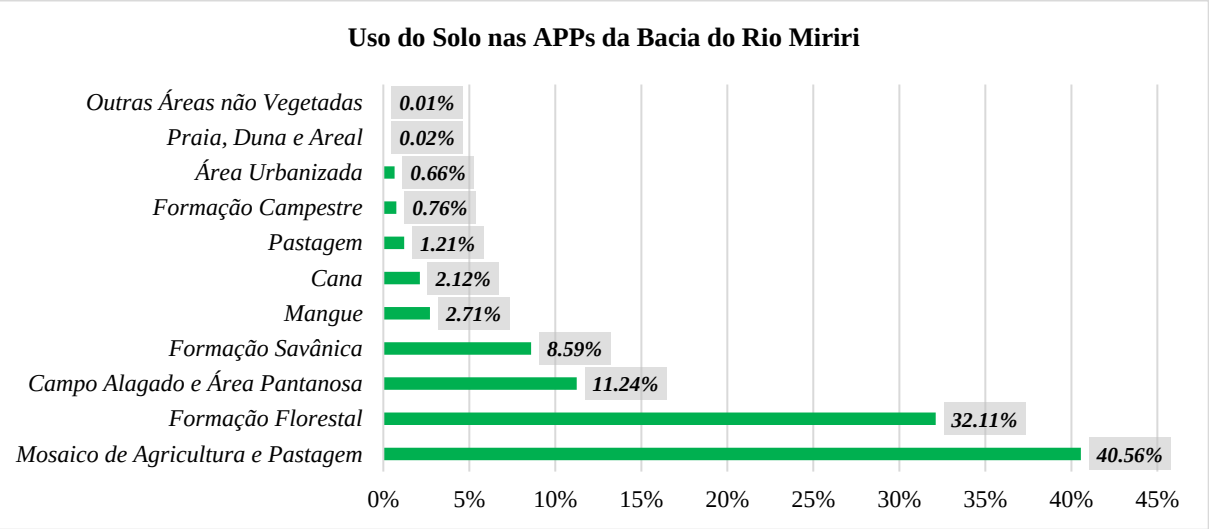


Figura 3.37 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Miriri.

A **Figura 3.38** apresenta a distribuição porcentual dos usos do solo nas APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais na bacia rio Mamanguape. O quadro apresentado nesta bacia é substancialmente distinto do exibido acima para a bacia do Miriri uma vez que as formações florestais no Mamanguape ocupam somadas 60% das APPs – entre formação savânica, florestal e mangue. O resultado é influenciado pelo quantitativo de APP da foz do rio, com grande largura associada. No entanto, é notória a presença de pastagens nestas APPs nas cabeceiras do rios Mamanguape e Araçagi. Os mosaicos de agricultura e pastagens são predominantes em pontos específicos como próximo à sede urbana dos municípios de Rio Tinto e Mamanguape e nos Riachos Ribeiro, Pitombeira, Santa Cruz, Luís Dias, Catolé, Coité e Caibá. Ao todo, a bacia do rio Mamanguape conta com cerca de 13.629,54 hectares de APPs de cursos hídricos.

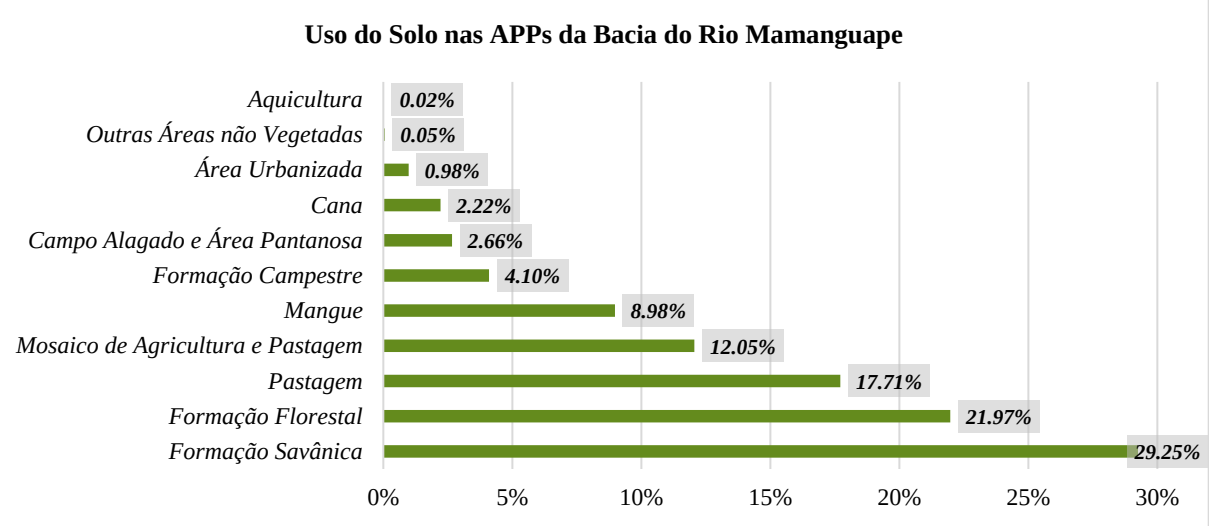


Figura 3.38 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Mamanguape.

A distribuição porcentual dos usos do solo nas APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais na bacia do rio Camaratuba é apresentada na **Figura 3.39**. Na bacia, agricultura e pastagem estão majoritariamente dispostos na porção baixa da bacia até o centro urbano de Mataraca. Os cursos d'água com concentrada ocupação de áreas de agricultura e pastagem em suas margens são os Riachos Valentim e Gritão e os Rios Itaipé, Mataraquinha e da Pitanga. Em praticamente toda sua extensão, o rio Pitanga apresenta suas áreas marginais de preservação permanente ocupadas ou em proximidade com atividades de agricultura e pastagem. Ao todo, a bacia do rio Camaratuba conta com cerca de 2.631,39 hectares de APPs de cursos hídricos.

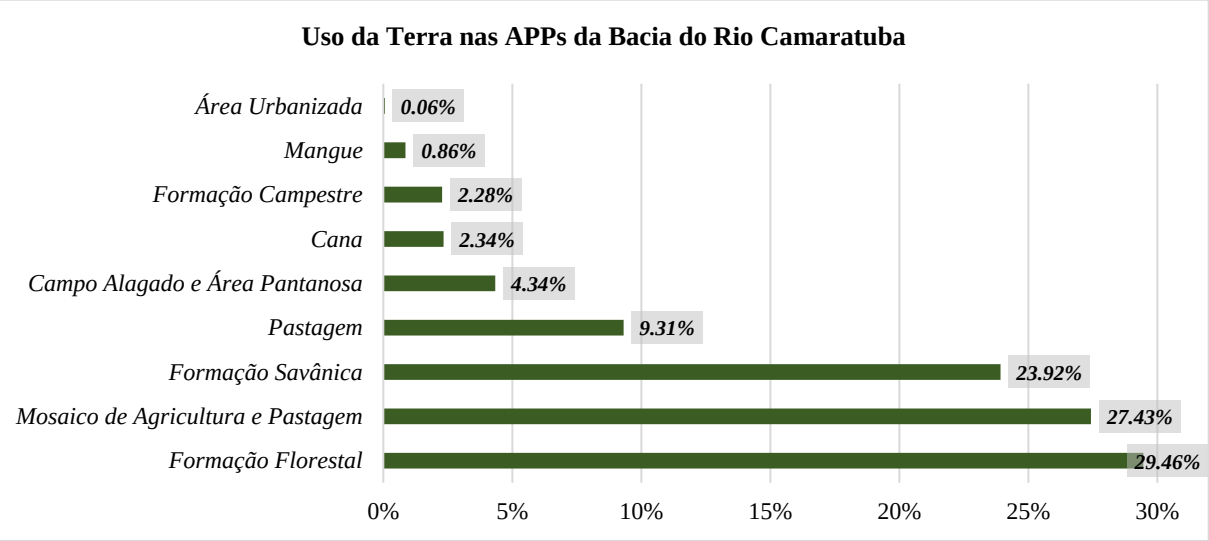


Figura 3.39 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Camaratuba.

.

3.7.3.2 Lagos e lagoas naturais e reservatórios

Para obter dados de área de preservação permanente de reservatórios e de lagos e lagoas naturais, foram utilizados dados de massas d'água, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Do mesmo modo, nesse estudo foi realizada uma generalização e aplicação de uma única regra para os dois critérios de definição da área de preservação permanente: assumiu-se que os corpos d'água necessitavam de 30 metros de Área de Preservação Permanente, como afirmado no parágrafo II, alínea "b" do Código Florestal. Esse procedimento foi realizado devido ao fato de as áreas de preservação de reservatórios estarem diretamente ligadas ao licenciamento ambiental da obra hidráulica. Sendo assim, há a impossibilidade de precisar as extensões de Áreas de Preservação Permanente. Ademais, assumiu-se um valor mínimo para os lagos e lagoas, dado que a simplificação da estimativa de dados não acarreta prejuízo no produto final esperado. O mapa das possíveis áreas de APP no entorno de reservatórios e lagos e lagoas está na **Figura 3.40**.

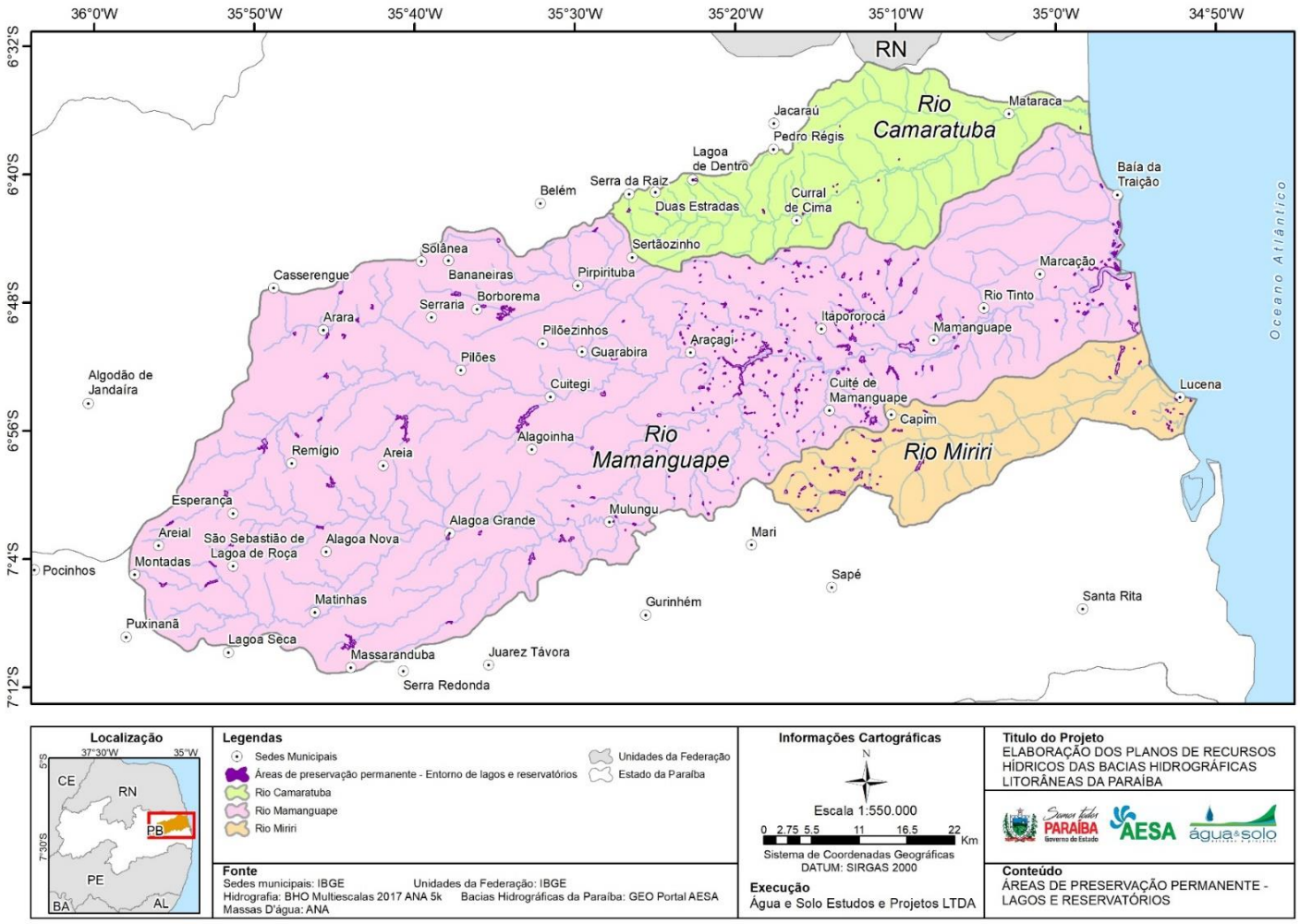


Figura 3.40 - Áreas de preservação permanente no entorno de lagos e reservatórios
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

3.7.3.3 Mangues e Encostas

A partir do mapa de declividade da bacia hidrográfica do litoral norte, representado na **Figura 2.36**- Terras indígenas e quilombolas da BHLN, foi possível observar as áreas de preservação permanente enquadradas no art. 4º, parágrafo V. Utilizando a classificação proposta pela EMBRAPA (2006), estimou-se que a área é predominantemente plana, tendo, a oeste, áreas fortemente onduladas. É exatamente nessa região que se encontram as áreas de preservação permanente com declividade superior a 45º. Essas áreas correspondem a menos de 0,1% da região de estudo. Para a definição da APP de mangues, que podem ser observadas na **Figura 3.41**, foram utilizados dados fornecidos pelo IBAMA.

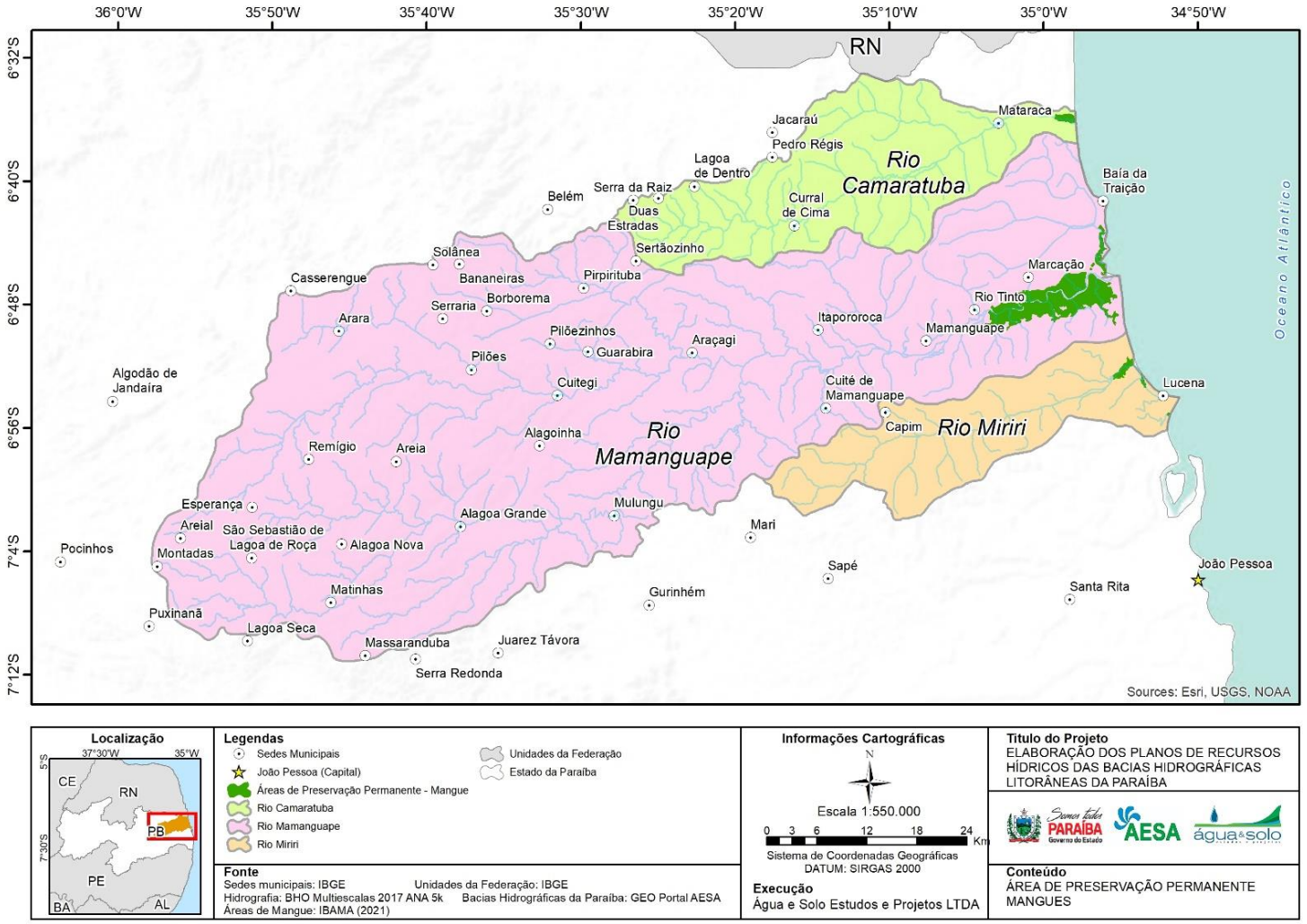


Figura 3.41 - Áreas de preservação permanente – Mangues
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

A BHLN não apresenta áreas de restinga, bordas de tabuleiros ou chapadas, áreas com altitude superior a 1800 metros ou veredas. No que concerne às áreas de topo de morro, foram identificadas regiões que correspondem a menos do que 0,5% da área total de estudo. Na **Tabela 3.36** abaixo, podem ser observadas as áreas de APP e suas extensões. Para o caso das nascentes, deve-se atentar ao item 3.7.3.4.

Tabela 3.36 - Quantitativos de potenciais áreas de APPs

Tipos de APP	Área (km²)
Entorno de corpos hídricos	174
Declividade superior a 45º	0,13
Mangues	51
Entorno de lagos e reservatórios	248
Total	**423,13**

Fonte: Acervo próprio, 2022.
Para as APPs de Nascentes, ler item 3.7.3.4

3.7.3.4 Nascentes

Conforme art. 3º da Lei 12.651, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, nascente é um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. Com base nisso, e sabendo da importância das nascentes para o desenvolvimento da região da Bacia do Litoral Norte, foi realizado levantamento de fontes de dados sobre nascentes para, posteriormente, realizar um plano de ações com enfoque na priorização de nascentes para recuperação.

As principais fontes utilizadas para obter o diagnóstico das nascentes foram o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e as nascentes geradas com base na localização das cabeceiras dos corpos hídricos. Ainda, foram utilizados dados do CENSO Agropecuário de 2017 para realizar uma análise quantitativa de existência de nascentes. Na **Figura 3.42**, é possível observar o mapa com as nascentes obtidas especializadas.

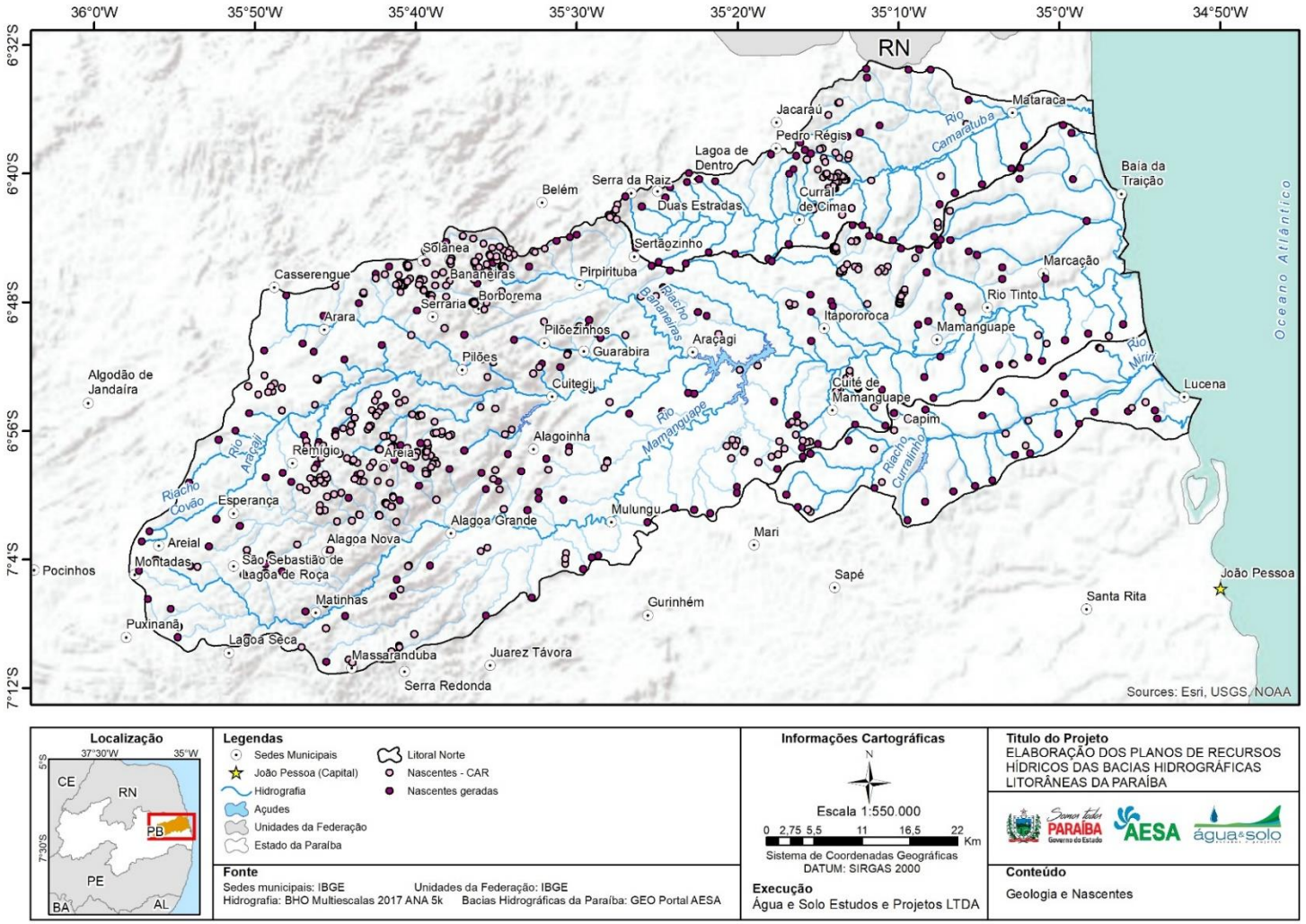


Figura 3.42 - Nascentes espacializadas
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

No CENSO, são informadas as nascentes “protegidas por matas” e “não protegidas por matas” existentes nos municípios. Esse quantitativo não está espacializado e, portanto, não foi incluído nos mapas. Ademais, esses dados correspondem a toda a área do município, e não apenas à área inserida na bacia hidrográfica. Na **Tabela 3.37**, podem ser observados os dados do CENSO.

Tabela 3.37 - Relação de nascentes informadas no CENSO Agropecuário

Município	CENSO Nascentes - protegidas por matas	CENSO Nascentes - não protegidas por matas	Total Nascentes CENSO
Alagoa Grande	158	62	220
Alagoa Nova	212	338	550
Alagoinha	27	24	51
Algodão de Jandaíra	1	0	1
Araçagi	92	180	272
Arara	20	26	46
Areia	377	275	652
Areial	2	1	3
Baía da Traição	1	6	7
Bananeiras	177	331	508
Belém	83	78	161
Borborema	8	14	22
Capim	4	10	14
Casserengue	9	5	14
Cuité de Mamanguape	3	9	12
Cuitegi	13	25	38
Curral de Cima	60	7	67
Duas Estradas	2	30	32
Esperança	14	43	57
Guarabira	51	28	79
Gurinhém	14	13	27
Itapororoca	114	172	286
Jacaraú	157	20	177
Juarez Távora	0	1	1
Lagoa de Dentro	13	59	72
Lagoa Seca	64	194	258
Lucena	14	6	20
Mamanguape	54	7	61
Marcação	6	1	7
Mari	69	17	86
Massaranduba	66	47	113
Mataraca	4	1	5
Matinhas	12	68	80
Montadas	0	2	2
Mulungu	3	10	13
Pedro Régis	39	27	66
Pilões	74	79	153
Pilõezinhos	40	62	102
Pirpirituba	30	15	45

Município	CENSO Nascentes - protegidas por matas	CENSO Nascentes - não protegidas por matas	Total Nascentes CENSO
Pocinhos	4	7	11
Puxinanã	2	50	52
Remígio	20	23	43
Rio Tinto	118	67	185
São Sebastião de Lagoa de Roça	13	131	144
Santa Rita	65	38	103
Sapé	176	75	251
Serra da Raiz	4	79	83
Serra Redonda	3	7	10
Serraria	9	21	30
Sertãozinho	6	52	58
Solânea	66	62	128

Fonte: CENSO Agropecuário, 2017

Destaca-se o município de Areia, que tem o maior número de nascentes registradas (652 nascentes), sendo praticamente 58% dessas protegidas por matas. Logo em seguida estão os municípios de Alagoa Nova (550 nascentes) e Bananeiras (508 nascentes).

Em uma análise relacionada aos dados do Cadastro Ambiental Rural e das nascentes delimitadas a partir das cabeceiras de corpos hídricos, percebe-se que o registro de nascentes do CAR é deficitário, como pode ser visto na **Tabela 3.38**.

Tabela 3.38 - Relação de nascentes registradas no CENSO, no CAR e delimitadas

Município	Total Nascentes CENSO	CAR	Delimitadas
Alagoa Grande	220	15	9
Alagoa Nova	550	8	4
Alagoinha	51	6	7
Algodão de Jandaíra	1	11	0
Araçagi	272	25	8
Arara	46	-	3
Areia	652	164	18
Areial	3	1	3
Baía da Traição	7	-	3
Bananeiras	508	319	4
Belém	161	-	3
Borborema	22	18	0
Capim	14	13	5
Casserengue	14	9	2
Cuité de Mamanguape	12	4	8
Cuitegi	38	-	0
Curral de Cima	67	14	4
Duas Estradas	32	-	2

Município	Total Nascentes CENSO	CAR	Delimitadas
Esperança	57	-	6
Guarabira	79	9	6
Gurinhém	27	-	1
Itapororoca	286	6	6
Jacaraú	177	30	7
Juarez Távora	1	5	0
Lagoa de Dentro	72	-	5
Lagoa Seca	258	3	3
Lucena	20	3	4
Mamanguape	61	42	17
Marcação	7	-	4
Mari	86	8	6
Massaranduba	113	4	2
Mataraca	5	12	1
Matinhas	80	1	1
Montadas	2	-	2
Mulungu	13	-	7
Pedro Régis	66	4	5
Pilões	153	5	0
Pilõezinhos	102	2	2
Pirpirituba	45	1	2
Pocinhos	11	3	0
Puxinanã	52	-	0
Remígio	43	7	5
Rio Tinto	185	7	28
Santa Rita	103	21	7
São Sebastião de Lagoa de Roça	144	-	4
Sapé	251	30	4
Serra da Raiz	83	4	3
Serra Redonda	10	7	1
Serraria	30	2	2
Sertãozinho	58	2	4
Solânea	128	43	7

Fonte: CENSO Agropecuário, CAR e acervo próprio

Tendo em vista a necessidade de espacializar as nascentes para posterior elaboração do plano de recuperação, foi adotada uma metodologia de probabilidade de existência de nascentes. Para isso, foram utilizados dados de geologia, uso do solo e declividade.

O critério de declividade foi escolhido pois a topografia tem forte influência nos mecanismos de propagação do escoamento superficial e, em locais em que a declividade apresenta variações significativas, há maior chance de haver uma nascente. A geologia foi definida como critério

haja vista que a unidade geológica é determinante para a ocorrência ou não da exfiltração da água. Por fim, o critério de uso do solo foi empregado para entender em quais regiões predominantemente se encontravam as nascentes.

Após a definição dos critérios de ocorrência das nascentes, entendeu-se que a generalização da existência das nascentes seria feita a partir dos dados fornecidos pelo CAR, por estarem distribuídos por todo o território analisado. Assim, foi feita a correlação dos pontos de existência de nascentes, geologia, declividade e uso do solo. Com essa correlação, foi possível entender em quais faixa de declividade, unidade geológica e tipo de uso do solo mais ocorriam as nascentes. Abaixo, nas **Tabela 3.39, Tabela 3.40** e **Tabela 3.41**, podem ser observadas as porcentagens obtidas.

Tabela 3.39 - Ocorrência de nascentes por grau de declividade

Graus de declividade	Quantidade de nascentes	%
0 - 2,183	143	21%
2,184 - 4,871	265	39%
4,872 - 8,229	172	25%
8,23 - 12,76	76	11%
12,77 - 42,83	27	4%

Fonte: Acervo próprio, 2022

Tabela 3.40 - Ocorrência de nascentes por unidade geológica

Unidade geológica	Quantidade de nascentes	%
Barreiras	40	6%
Cabaceiras	13	2%
Depósitos colúvio-eluviais	8	1%
Granitóides indiscriminados	19	3%
Itapororoca	2	0%
Plúton Esperança (Puxinanã)	14	2%
Plúton São Lourenço	1	0%
Plúton Sem Denominação	262	38%
Recanto - Riacho do Forno	135	20%
São Caetano	78	11%
Seridó	36	5%
Serra dos Martins	31	5%
Serrinha - Pedro Velho, Unidade 1	3	0%
Serrinha - Pedro Velho, Unidade 2	24	4%
Sertânia	13	2%
Suíte Várzea Alegre	4	1%

Fonte: Acervo próprio, 2022

Tabela 3.41 - Ocorrência de nascentes por tipo de uso do solo

Uso do solo	Quantidade de nascentes	%
Campo alagado e área pantanosa	1	0%

Uso do solo	Quantidade de nascentes	%
Cana	5	1%
Formação Campestre	13	2%
Formação Florestal	334	49%
Formação Savânica	213	31%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	48	7%
Pastagem	69	10%

Fonte: Acervo próprio, 2022

No que concerne ao uso do solo, é importante destacar a existência majoritária de nascentes em regiões de Formação Florestal e Formação Savânica, totalizando 80% das nascentes. Já no que diz respeito às áreas antropizadas, somam-se as porcentagens de uso para cana (1%), mosaico de agricultura e pastagem (7%) e pastagem (10%).

Utilizando como base essas tabelas, foram multiplicados e espacializados os critérios, afim de determinar áreas de maior probabilidade de ocorrência de nascentes. Assim foi realizada uma análise qualitativa das áreas, sendo possível determinar onde são os locais em que deve ser priorizada a recuperação. No mapa a seguir, podem ser observadas as áreas de probabilidade de ocorrência de nascentes.

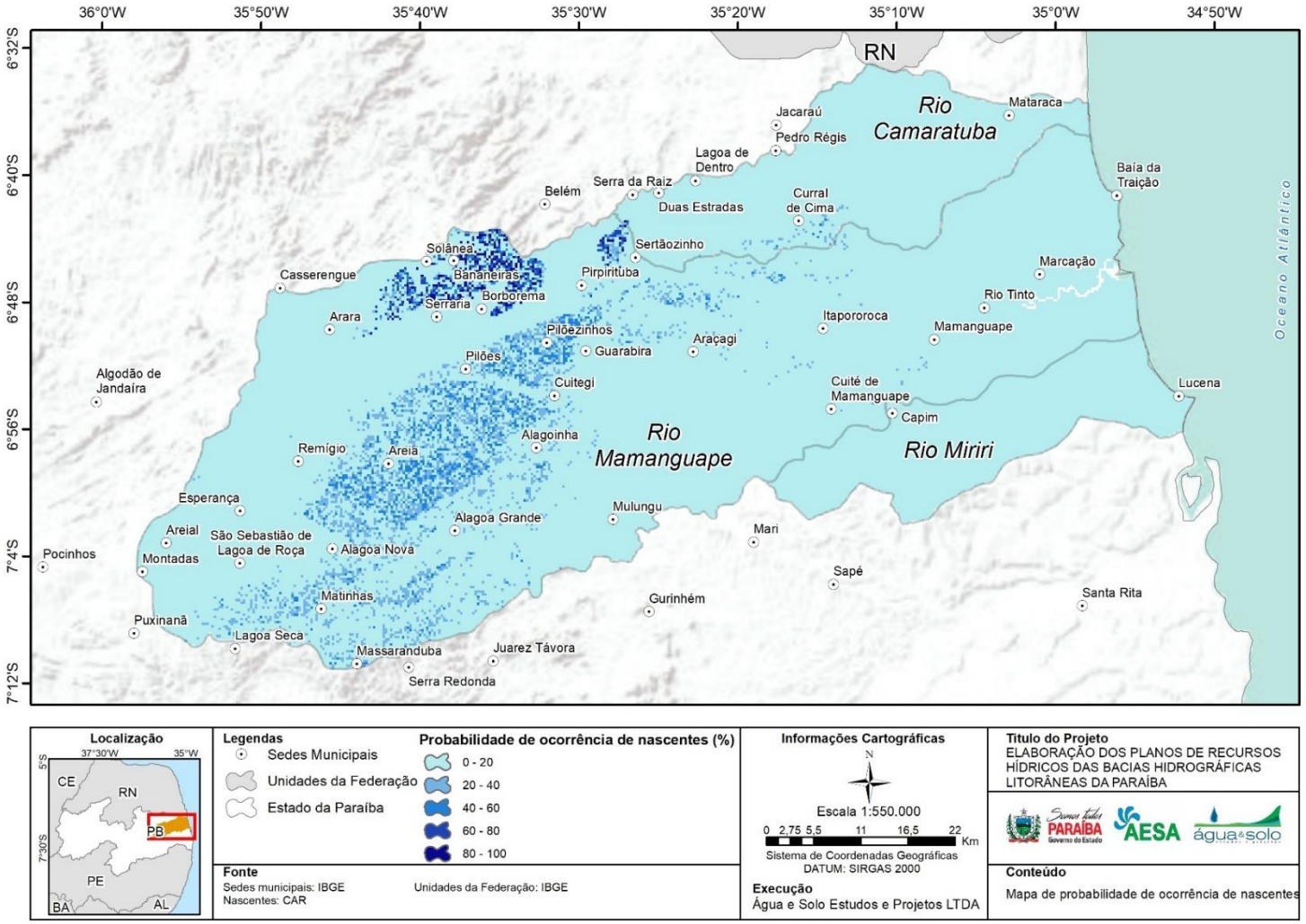


Figura 3.43 - Probabilidade de ocorrência de nascentes
Fonte: Acervo próprio, 2022.

A partir do mapa apresentado, é possível observar os locais com maior probabilidade de existência de nascentes. Como mostrado no CENSO Agropecuário, o município de Areia é um local em que há probabilidade entre 40 e 60% de haver nascentes. Ademais, o município de Bananeiras, que também foi destacado como local de predominância de registros no CENSO se mostra com probabilidade superior a 60%, tendo trechos enquadrados nas faixas de 60 a 80% e 80% a 100%. Isso demonstra validação do método proposto, além de indicar os locais em que deve ser feito o acompanhamento das nascentes *in loco* para avaliar as condições destas e, portanto, definir a necessidade de recuperação ou não do local.

3.8 Atores das bacias

Para a identificação e levantamento preliminar dos atores sociais em recursos hídricos atuantes nas BHLN, foram consultadas duas fontes de informação. A primeira se refere ao estudo elaborado por Costa, Silva e Cunha (2014), onde os atores identificados foram categorizados como Estratégicos, de Alta Relevância e Relevantes. A segunda fonte trata da relação de membros titulares e suplentes do CBH-LN Gestão 2021-2024, publicada em 28 de dezembro de 2021.

De acordo com Costa, Silva e Cunha (2014), foram identificados 561 atores sociais, assim distribuídos: 65 Estratégicos, 437 de Alta Relevância e 14 Relevantes. Em relação aos atores estratégicos (aqueles que obtiveram maior pontuação e, portanto, mais “importantes”), tem-se 37 atores do Poder Público, 14 da Sociedade Civil e 14 dos Usuários de Água. No que diz respeito ao Poder Público, os autores citam que os municípios de Araçagi, Mamanguape e Rio Tinto são imprescindíveis na participação da gestão de recursos hídricos do Litoral Norte, visto que possuem território em mais de uma bacia hidrográfica do Litoral Norte e possuem sede dentro das bacias. Para a Sociedade Civil, foram destacados a Associação de Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), devido à sua capilaridade entre os irrigantes das bacias. No segmento de Usuários de Água, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), foi destacada como ator social Estratégico, além de empresas e pessoas físicas irrigantes de cana-de-açúcar.

O CBH-LN é composto por 26 membros: 2 representantes do Poder Público Federal, sendo uma vaga para a FUNAI, por existir terras indígenas na região; 2 representantes do Poder Público Estadual, 4 representantes do Poder Público Municipal, 10 representantes dos Usuários de Água e 8 representantes da Sociedade Civil. As vagas possuem posição Titular e Suplente, mas 6 posições de suplentes ainda não estavam definidas até o fechamento deste relatório.

Considerando os membros Titulares e Suplentes da Gestão 2021 -2024, verifica-se que a sua distribuição nas categorias apresentadas em Costa, Silva e Cunha (2014) é a seguinte: 20 Estratégicos, 15 Alta Relevância e 11 não foram categorizados no estudo.

A partir das fontes de informação apresentadas, elaborou-se a lista preliminar de atores sociais em recursos hídricos nas bacias do Litoral Norte, a qual é apresentada na **Tabela 3.42**. Ela é composta pelos atores Estratégicos apresentados em Costa, Silva e Cunha (2014) acrescidos das instituições, organizações e usuários da água representados na Gestão 2021-2024 do CBH-LN. Portanto, estes são os atores alvos das atividades de mobilização social e que devem contribuir para a gestão de recursos hídricos no Litoral Norte.

Tabela 3.42 - Atores sociais em recursos hídricos nas BHLN

Atores sociais em recursos hídricos nas BHLN	
Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA)	Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)
Agência Nacional de Águas (ANA)	Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	Miriri Alimentos e Bioenergia S/A
Agência Nacional de Mineração (ANM)	Modesto Pedrosa da Silva
Antônio Pedrosa de Morais Coutinho Filho	Nilton Cavalcanti de Morais
Assoc. Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro)	Nilton Cavalcanti de Morais Filho
Assoc. Com. dos Pequenos Criadores de Animais e Agricultores da Margem do Rio Mamanguape de Rio Tinto	Organização de Mulheres Negras de Caiana
Assoc. da Feira da Agricultura Familiar de Serraria	Pedro Crisóstomo Alves Freire
Assoc. de Formação e Incentivo para o Nordeste Karente (Afink)	Prefeitura Municipal de Alagoa Nova
Assoc. dos Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN)	Prefeitura Municipal de Alagoinha
Centro de Conscientização, Defesa Ambiental e Social (CEDAMS)	Prefeitura Municipal de Araçagi
Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)	Prefeitura Municipal de Baía da Traição
Confederação Nacional dos Municípios (CNM)	Prefeitura Municipal de Capim
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da PB (CREA-PB)	Prefeitura Municipal de Cuité de Mamanguape
Consórcio de Segurança Alimentar e Desenvolvimento Local Sustentável do Litoral Norte (CONSAD)	Prefeitura Municipal de Curral de Cima
Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS)	Prefeitura Municipal de Duas Estradas
Diego de Albuquerque	Prefeitura Municipal de Itapororoca
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba (EMATER-PB)	Prefeitura Municipal de Lagoa de Dentro
Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regulação Fundiária (EMPAER)	Prefeitura Municipal de Mamanguape
Fazenda Santa Terezinha	Prefeitura Municipal de Marcação
Federação da Agricultura e Pecuária da Paraíba (FAEPA-PB)	Prefeitura Municipal de Pirpirituba
Federação das Associações de Municípios da Paraíba (FAMUP)	Prefeitura Municipal de Serraria
Federação das Associações dos Produtores do Vale do Mamanguape (FAPEMA)	Prefeitura Municipal de Sertãozinho
Federação das Indústrias da Paraíba (FIEP)	Prefeitura Municipal de Mamanguape

Atores sociais em recursos hídricos nas BHLN	
Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado (FETAG-PB)	Prefeitura Municipal de Rio Tinto
Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)	Projeto Cooperar
Fundação Nacional do Índio (FUNAI)	Rodrigo de Paiva Coutinho
Gilvan Celso Cavalcanti de Moraes Sobrinho	Secretaria de Estado do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca (SEDAP)
Grupo de Apoio do Desenvolvimento Sustentável (GADS)	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Humano (SDH)
Guaraves - Guarabira Aves Ltda	Secretaria de Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (SEIRHMA)
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)	Sindicato da Industria de Fabricação de Álcool no Estado da Paraíba (SINDALCOOL)
Ivanilda Cavalcanti de Morais	Sindicato dos Agricultores Familiares de Itapororoca
Jaciel Fernandes da Silva	Sindicato dos Trabalhadores na Agricultura Familiar (SINTRAF-PB)
Japungú Agroindústria S/A	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Rio Tinto
Jeisiel Alves Siqueira Sousa	Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA)
José Inácio de Morais Filho	UNA Açúcar e Energia Ltda
José Ivanildo Cavalcanti de Morais Filho	Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Ministério da Ciência e Tecnologia (MCIT)	Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Ministério da Infraestrutura (MInf)	Usina Monte Alegre S.A
Ministério de Minas e Energia (MME)	

Fonte: Acervo próprio, 2022

4 Planos e programas existentes

De acordo com a Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, existem programas do Governo Federal que poderiam ser utilizados como fontes de recursos para ações de interesse da gestão de recursos hídricos:

> *No orçamento federal vinculado, principalmente, aos Ministérios da Integração Nacional, Meio Ambiente, Cidades e Saúde, há um elenco de dotações financeiras que, direta ou indiretamente, representam investimentos no setor hídrico, no plano da infraestrutura, da proteção da qualidade da água e do seu gerenciamento. Ao lado das ações direcionadas para o Estado da Paraíba, há um conjunto de ações gerais disponíveis para a captação de fontes nacionais e regionais, especificamente, para o Nordeste brasileiro. Essas fontes gerais poderão ser objeto de convênios específicos no âmbito do território paraibano. Nesse caso, os organismos estaduais do setor elaborarão os documentos necessários para obtenção desses recursos, programados no orçamento geral da União (OGU).*

Embora essas dotações existam, se verifica que ou não têm metas claramente definidas para os anos de 2020, 2021 ou 2022, ou dependem de emendas individuais para sua efetivação, não correspondendo, portanto, a políticas públicas plenas. Para um plano de bacia, interessam as fontes de recursos que estejam vinculadas às ações que representem aumento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, a sustentabilidade de seu uso e o aumento da segurança hídrica na bacia.

Por exemplo, a utilização de águas residuárias em irrigação é uma iniciativa interessante para áreas sujeitas a estiagens severas e junto de cidades que tenham atendimento ao abastecimento por meio de adutoras, pois há uma certeza de existência de águas residuárias. Na descrição do programa, a área de abrangência é a Nordeste, com apenas cinco projetos como meta:

> *0301 - Sistemas implantados de reúso das águas residuárias para irrigação.*
>
> *Momento: Revisão - Qualidade Ministério da Economia Mapeamento de Programas Integrantes da Lei Orçamentária de 2021 Secretaria Especial da Fazenda Secretaria de Avaliação de Políticas Públicas, Planejamento, Energia e Loteria Subsecretaria de Planejamento Governamental*
>
> *Enunciado: Sistemas implantados de reúso das águas residuárias para irrigação.*
>
> *Unidade responsável: Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano (SMDRU)*
>
> *Quantitativo? Sim*

Indicador: Quantidade de sistemas implantados de reúso das águas residuárias para irrigação.

Descrição do Indicador: Somatório de sistemas implantados de reúso das águas residuárias para irrigação.

Meta cumulativa. Linha de base: 0,0000

Data de referência da linha de base: 31/12/2020

Unidade de medida: Unidade.

Meta prevista para: 2020: 0,00 2021: 3,00 2022: 4,00 2023: 5,00

Regionalização do resultado: intermediário

Região: Região Nordeste

Meta prevista para: 2020: 0,00 2021: 3,00 2022: 4,00 2023: 5,00

Já na ação orçamentária de apoio a projetos e obras em áreas urbanas, há que se considerar que os recursos só serão liberados com emendas individuais:

Ação Orçamentária - Padronizada Multissetorial 10T2 - Apoio a Projetos e Obras de Reabilitação, de Acessibilidade e Modernização Tecnológica em Áreas Urbanas

Momento da ação: Lei + Créditos

Programa 2217 - Desenvolvimento Regional, Territorial e Urbano

Unidade Orçamentária Responsável: 93409 - Recursos sob Supervisão do Ministério do Desenvolvimento Regional - Administração Direta

Esfera: 10 - Orçamento Fiscal

Função: 15 - Urbanismo

Subfunção: 451 - Infraestrutura Urbana

Unidade Responsável: Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano

Tipo de ação: Projeto

Origem: PLOA

Produto: Projeto apoiado

Descrição Apoio a estados, municípios e DF para intervenções estruturantes, na forma de projetos integrados, que promovam a melhoria de um perímetro urbano, previamente definido. (...)

Especificação do Produto Projetos técnicos e execução de obras de implantação, ampliação, restauração, reforma e/ou adaptação em um perímetro urbano definido, que atendam aos requisitos mínimos de infraestrutura básica, a saber:

(...) d) Infraestrutura urbana, de forma complementar, em até 40% do valor da obra, podendo ser efetuados os requisitos mínimos de infraestrutura básica como: i) solução

de escoamento das águas pluviais; iii) solução de esgotamento sanitário; iv) abastecimento de água potável;

Ação de Insumo Estratégico Não

Regionalização na Execução Sim

Beneficiário População dos municípios beneficiados com projetos apoiados, incluídas pessoas com deficiência, idosas e com restrições de mobilidade. Tipo de implementação Direta Descentralizada

Implementação da Ação O Ministério do Desenvolvimento Regional apoiará municípios, estados, entidades metropolitanas e DF na elaboração e na implementação de projetos e obras de reabilitação urbana acessível por meio de ações de assistência técnica ou repasse de recursos. O apoio poderá ser viabilizado via contratação direta, cooperação técnica, execução descentralizada e outros tipos de transferências legais. O repasse de recursos poderá ser realizado por meio de seleção pública.

Participação social Sim Conselho Setorial

Detalhamento participação social Conselho Setorial Início da Ação 06/01/2020 Término da Ação 29/12/2023

Plano Orçamentário 0000 - Apoio a Projetos e Obras de Reabilitação, de Acessibilidade e Modernização Tecnológica em Áreas Urbanas - Despesas Diversas

Unidade Medida Produto

Plano Orçamentário EIND - Emenda Individual

Caracterização Emenda Individual

Considerando o caráter optativo destas fontes, fez-se a análise da relação dos recursos da União com os governos estadual e municipais, a partir da busca no Portal da Transparência.

Os convênios da União com os Estados representam a maior parte dos valores celebrados desde 1996, com 32% dos recursos, não se diferenciando dos convênios com os municípios (31%). A Paraíba ocupa a oitava posição (DF, CE, PE, SP, RJ, BA e AC são os primeiros) em relação a Convênios com Administrações Estaduais no valor celebrado (R$ 3.558.681.314,69) com a União, considerando os valores acumulados desde 1996 e o sétimo lugar (DF, CE, PE, SP, RJ e BA são os primeiros) quanto aos valores liberados (R$ 2.732.046.964,71).

Reduzindo o período de análise para o referente aos executivos atuais – janeiro de 2019 a julho de 2022 -, de acordo com o Portal da Transparência, a Administração Pública Estadual da Paraíba recebeu cerca de R$ 19 bilhões. As transferências constitucionais e royalties somam valores mais importantes, da ordem de R$ 18 bilhões no período, com destaque para às relacionadas ao Fundo de Participação de Estados e Municípios (FPE) e do FUNDEB, que representam cerca de 95% do total das transferências obrigatórias da União.

Já as transferências dos tipos Legais, Voluntárias e Específicas para o estado da Paraíba entre janeiro de 2019 e julho de 2022 para a Administração Pública Estadual somam cerca de R$ 800 milhões. Dentre as destinações mais importantes estão a Infraestrutura e a Educação. O apoio ao desenvolvimento da Política Nacional de Recursos Hídricos recebeu cerca de R$ 4,4 milhões e o saneamento cerca de R$ 63 milhões.

Tabela 4.1 - Transferências constitucionais e royalties

Ação Orçamentária	Valor Transferido	Participação
00h6 - Transferência do imposto sobre operações financeiras incidentes sobre o ouro	R$ 173.435	0,00%
00h6 - Transferência do imposto sobre operações financeiras incidentes sobre o ouro - IOF ouro	R$ 597.045	0,00%
0547 - Transferências de cotas-partes da compensação financeira pela exploração de recursos minerais	R$ 6.187.850	0,03%
0999 - Transferência de repartição da contribuição de intervenção no domínio econômico - CIDE combustíveis	R$ 9.740.691	0,05%
099b - Transferência a estados, DF e municípios para compensação da isenção do ICMS aos estados exportadores	R$ 12.147.575	0,07%
0046 - Transferência da cota-parte dos estados e DF exportadores na arrecadação do IPI	R$ 12.808.516	0,07%
0999 - Recursos para a repartição da contribuição de intervenção no domínio econômico - CIDE-combustíveis	R$ 29.110.854	0,16%
00rx - Transferência a estados, DF e municípios de parte dos valores arrecadados com os leiloes dos volumes excedentes	R$ 51.962.680	0,28%
0a53 - Transferências das participações pela produção de petróleo e gás natural	R$ 84.979.255	0,47%
0e36 - Complementação da União ao fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação – FUNDEB	R$ 150.844.582	0,83%
0e25 - Auxílio financeiro aos estados, ao DF e aos municípios para o fomento das exportações	R$ 448.104.511	2,46%
0c33 - Transferência ao fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação - FUNDEB	R$ 508.789.187	2,79%
0c33 - Fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação - FUNDEB	R$ 1.685.240.742	9,24%
0044 - Transferência ao fundo de participação dos estados e do DF – FPE	R$ 3.489.382.839	19,13%
0044 - Fundo de participação dos estados e do DF - FPE	R$ 11.752.981.884	64,42%
TOTAL (jan/2019-jul/2022)	R$ 18.243.051.647	100,00%

Tabela 4.2 - Destinação das transferências legais, voluntárias e específicas

Setor	Valor transferido	Participação	Número de ações orçamentárias	
Atividades econômicas	R$ 3.217.176	0,41%	3	2,97%
Cultura	R$ 37.132.142	4,74%	4	3,96%
Defesa Civil	R$ 17.442.000	2,22%	1	0,99%
Desenvolvimento Sustentável	R$ 3.080.650	0,39%	1	0,99%
Direitos humanos	R$ 42.662.492	5,44%	19	18,81%
Educação	R$ 238.529.368	30,42%	17	16,83%

Setor	Valor transferido	Participação	Número de ações orçamentárias	
Fiscalização	R$ 12.309.054	1,57%	1	0,99%
Indefinido	R$ 10.879.756	1,39%	5	4,95%
Infraestrutura	R$ 285.043.791	36,36%	19	18,81%
Pesquisa	R$ 3.452.638	0,44%	4	3,96%
Recursos Hídricos	R$ 4.445.936	0,57%	1	0,99%
Saneamento	R$ 63.006.294	8,04%	15	14,85%
Saúde	R$ 28.170.718	3,59%	7	6,93%
Segurança alimentar	R$ 34.655.856	4,42%	4	3,96%
Total (jan/2019-jul/2022)	R$ 784.027.874	100,00%	101	100,00%

Das ações referentes ao saneamento, a maior parte foi direcionada para elaboração de planos e projetos de saneamento em municípios de médio porte. Na parte das obras, o porte de municípios muda, passando a dominar os com até 50.000 habitantes. Como a maior parte dos recursos se refere ao esgotamento sanitário, espera-se a melhoria futura da qualidade da água no Estado.

Tabela 4.3 - Resumo de programas

Descrição	Valor (R$ 1000)	Participação (%)
Apoio a elaboração de planos e projetos de saneamento em municípios com população superior a 50 mil habitantes ou integrantes de regiões metropolitanas ou de regiões integradas de desenvolvimento	31.751	49,14%
Dessalinização de águas continentais e marinhas - programa Água doce e programa Doce mar	2.521	3,90%
Implantação de equipamentos e de tecnologia social de acesso a água para consumo humano e produção de alimentos	5.366	8,30%
Implantação do sistema integrado de abastecimento de água Camalau no estado da Paraíba	6.722	10,40%
Implantação, ampliação e melhoria de sistemas públicos de esgotamento sanitário em municípios com até 50.000 habitantes	977	1,51%
Implantação, ampliação e melhoria de sistemas públicos de esgotamento sanitário em municípios com até 50.000 habitantes, exclusive em regiões metropolitanas (RM) ou regiões integradas de desenvolvimento econômico (RIDE)	16.215	25,09%
Sistemas públicos de esgotamento sanitário em municípios das bacias receptoras do São Francisco com até 50.000 habitantes, exclusive de regiões metropolitanas ou integradas de desenvolvimento econômico (RIDE)	1.065	1,65%
Total	64.617	100%

De acordo com o PANORAMA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL Visão estratégica para o futuro do saneamento básico no Brasil, as metas a serem atingidas pela Paraíba em relação ao abastecimento domiciliar com água, esgotamento sanitário domiciliar e coleta domiciliar de resíduos sólidos não atingirá a universalização até 2030, mas apresentará uma evolução significativa, especialmente do esgotamento sanitário.

Tabela 4.4 - Metas de implementação do saneamento básico

Indicador	A1 - percentual de domicílios totais abastecidos por água				E1: percentual de domicílios totais servidos por esgotamento sanitário				R1: percentual de domicílios urbanos atendidos por coleta de resíduos sólidos			
Ano	**2008**	**2015**	**2020**	**2030**	**2008**	**2015**	**2020**	**2030**	**2008**	**2015**	**2020**	**2030**
Meta (%)	81	82	85	90	46	60	66	75	93	94	96	100

As informações do SNIS para 2020 mostram 83% das pessoas com abastecimento de água, 38% com rede coletora de esgoto e 98,4% com coleta de resíduos sólidos, sendo esse o único indicador a atingir ou superar as metas.

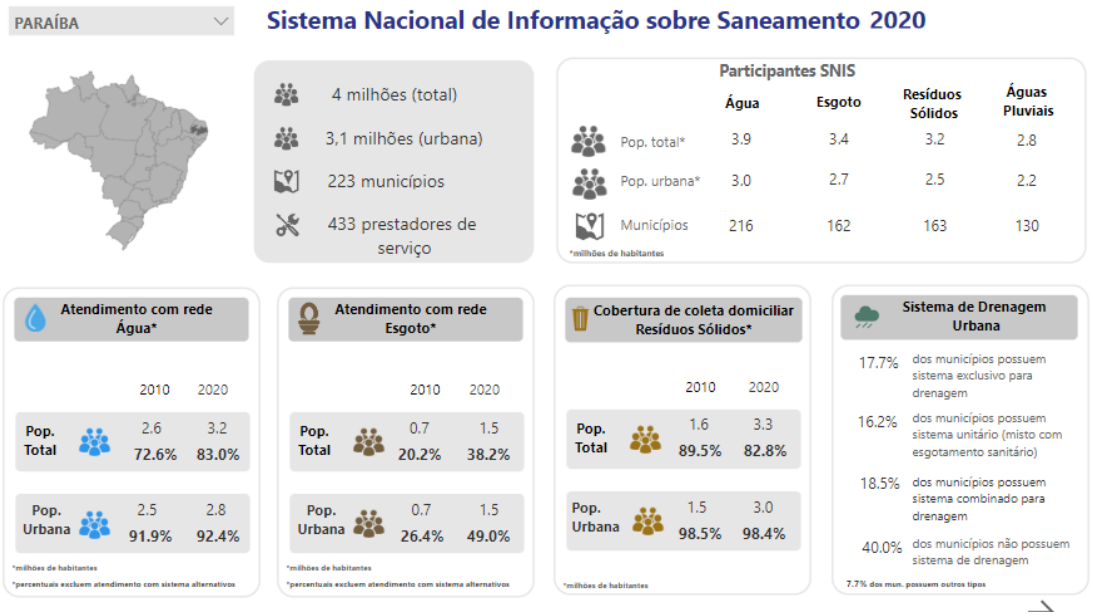


Figura 4.1 - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, 2020

Em relação aos planos municipais de saneamento básico, de acordo com o portal Águas e Saneamento (https://www.aguaesaneamento.org.br/), cerca de 68% dos municípios paraibanos não possuem plano municipal de saneamento, 19% estão com o plano em elaboração e apenas 13% possuem o plano.

Tabela 4.5 - Planos municipais de saneamento básico

Em elaboração	42	18,83%
Não	151	67,71%
Sim	30	13,45%
Total	223	100,00%

Fonte: Municípios e Saneamento | Instituto Água e Saneamento (aguaesaneamento.org.br)

Setenta e oito municípios possuem política municipal de saneamento, sendo que destes 24 não possuem plano e 29 ainda estão com o plano em elaboração.

Tabela 4.6 - Política municipal de saneamento básico

Em elaboração	29	37%
Sim	25	32%
Não	24	31%
Total	78	100%

Apenas três municípios possuem plano, conselho municipal e fundo de saneamento: João Pessoa, Bom Jesus e Caturité.

Na BHLN são apenas 2 municípios (Alagoa Grande e Serra da Raiz) com PMSB, sete em elaboração (Casserengue, Itapororoca, Juarez Távora, Mamanguape, Marcação, Pocinhos e Sapé) e 42 sem plano.

Tabela 4.7 - Plano municipal de saneamento básico nas BHLN

Em elaboração	7	14%
Não	42	82%
Sim	2	4%
Total	51	100%

A bacia do rio Mamanguape é única que tem municípios com plano ou com plano em elaboração: Alagoa Grande, Itapororoca e Mamanguape. Os municípios de Serra da Raiz, Casserengue, Juarez Távora, Marcação, Pocinhos e Sapé têm sede urbana fora dos limites das BHLN.

Apesar dessa carência de planos, os municípios paraibanos têm poucos convênios diretamente com a União, com R$ 21 milhões celebrados e R$ 18 milhões liberados. O único município de interesse das BHLN é Gurinhém, com R$ 500.000,00 conveniados para a reforma de uma unidade especializada de saúde.

No setor infraestrutura, as ações orçamentárias de interesse com transferências legais, voluntárias e específicas são responsáveis por cerca de 90% do total de recursos liberados, sendo que a maior parte direcionado à construção do Canal Adutor Vertente Litorânea.

Ação orçamentária	Valor transferido
5900 - INTEGRACAO DO RIO SAO FRANCISCO COM AS BACIAS DOS RIOS JAGUARIBE, PIRANHAS-ACU E APODI (EIXO NORTE)	R$ 12.396.860,10
14VI - IMPLANTACAO DE INFRAESTRUTURAS PARA SEGURANCA HIDRICA	R$ 13.002.162,93
00T8 - APOIO A CONSTRUCAO DO CANAL ADUTOR VERTENTE LITORANEA	R$ 21.040.000,00

Ação orçamentária	Valor transferido
12G7 - CONSTRUCAO DO CANAL ADUTOR VERTENTE LITORANEA COM 112,5 KM NO ESTADO DA PARAIBA	R$ 207.822.944,17

No setor Recursos Hídricos, a ação IMPLEMENTACAO DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS alocou cerca de R$ 4,4 milhões ao Governo estadual no período analisado, possivelmente relacionados aos programas PróGestão, PróComitês e Qualiágua da ANA. Sobre esses, na última reunião do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (31 de março de 2022) discutiram-se as metas de cooperação federativas:

- Meta 1.1 – Integração dos Dados de Usuários de Recursos Hídricos - essa meta consiste no compartilhamento no âmbito do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), por meio do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). Durante o ano de 2021 a AESA regularizou 1793 usuários, emitindo suas respectivas outorgas no SIEGRH (Sistema de Informação Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos). (...) Durante o ano de 2021, o Estado da Paraíba outorgou 833 captações de água subterrânea por poços.
- Meta 1.2 – Capacitação em Recursos Hídricos - Foram realizadas 97 capacitações, todas realizadas na modalidade educação à distância. Das 65 capacitações, 23 foram executadas pela AESA (através de recursos do PROGESTÃO e do PROCOMITÊS) e 42 executadas/ofertadas pela ANA; dos cursos executados pela AESA tivemos 676 capacitados, já dos cursos executados/ofertados pela ANA foram 1.239 inscritos, mas apenas com 538 capacitados/aprovados, totalizando 1.214 capacitados no ano 2020.
- Meta 1.3 – Contribuição para Difusão do Conhecimento
- Meta 1.4 – Prevenção de Eventos Hidrológicos Críticos - foi substituída pela operação e transmissão de dados de 70 reservatórios com índice médio de transmissão mensal maior ou igual a 80%. Geração de Boletins: - Boletim diário de Precipitação: 252 boletins; - Boletim diário de Previsão do tempo: 365 boletins; - Boletim de Previsão Climática: 14 boletins; - Boletim Hidrológico Diário: 252 boletins / Boletim Hidrológico Mensal: 12 boletins. Avisos Meteorológicos da Previsão da ocorrência de eventos extremos: 15 avisos meteorológicos acerca de previsão de condições de estado de tempo severo no estado da Paraíba. - Boletim da Rede de Alerta: 252 boletins das condições hidrológicas de pontos de áreas de risco de inundação e caracterização de seca; Cotas de Atenção; Protocolo de Ação Rede de Alerta; Treinamento para os

operadores da Sala de Situação – julho 2022. Programa Qualiágua: 4 campanhas em 70 pontos, 15 parâmetros analisados; Monitor das Secas: 12 boletins; Boletim de acompanhamento das áreas de desenvolvimento do PISF: 04 boletins de monitoramento ambiental. Operação e transmissão de dados de 70 reservatórios com índice médio de transmissão mensal maior ou igual a 80%.

- Meta 1.5 – Atuação para Segurança de Barragens - Completude de dados das barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); Elaboração de Minuta que altera a Resolução AESA nº 02/2019, considerando a Lei Federal n° 14.066/2020 que alterou a Lei Federal n° 12.334/2010 (Política Nacional de Segurança de Barragens). Uso de DRONES: Planejamento e execução de projetos de fotogrametria com na coleta de imagens de altíssima resolução; Aquisição de novo equipamento com maior autonomia para os trabalhos de campo fiscalização e vistorias nas barragens; Difusão de conhecimento em Segurança de Barragens; Webinar (29/12); Avaliação do Plano Anual de Fiscalização 2021 (PAF 2021) e o Plano Anual de Fiscalização 2022 (PAF 2022): Execução de 100% do PAF 2021 – 31 barragens inspecionadas; 4 campanhas fiscalizatórias, com previsão de 21 barragens/açudes vistoriados.

Pela informação da AESA, a Paraíba foi o único estado a cumprir 100% das metas federativas.

Por fim, dos valores recebidos por transferências legais, voluntárias e específicas pela Administração Estadual destaca-se o APOIO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL DE TERRITORIOS RURAIS que recebeu R$ 3.080.650,30, sem discriminação de quais municípios.

A legislação de recursos hídricos estabelece a atuação conjunta das secretarias de governo, com a União e com os municípios:

> Art. 14 O Estado promoverá programas conjuntos com outros níveis de Governo, federal e municipal mediante convênios, com vistas a:
>
> I - Identificação de áreas de proteção e conservação de águas de possível utilização para abastecimento das populações.
>
> II - Implantação, conservação e recuperação das áreas de proteção permanente e obrigatória, nas Bacias Hidrográficas.
>
> III - Tratamento de águas residuárias, efluentes e esgotos urbanos, industriais e outros, antes do lançamento nos corpos de água.
>
> IV - Construção de barragens, transposição e reversão de águas interbacias.

V - Combate e prevenção das inundações, da erosão e o zoneamento das áreas inundáveis.

VI - Promoção de campanhas educativas visando o disciplinamento do uso dos Recursos Hídricos

Mas de acordo com a Atualização do Plano Estadual, as aplicações do Tesouro do Estado de interesse são localizadas basicamente na Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente - SEIRHMA, diretamente ou por meio de autarquias e fundos, com uma participação acessória da Secretaria do Estado de Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca:

4.1 Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente – SEIRHMA

4.1.1 Programa: Condições de Vida/5003

- Ação: Implantação de Sistemas de Esgotamento Sanitário – Valor: R$ 6.400.000,00
- Ação: Implantação e Recuperação e Ampliação de Sistemas de Abastecimento d'Água– Valor: R$ 18.000.000,00
- Ação: Implantação, Recuperação e Gestão de Sistemas de Dessalinização – Valor: R$ 6.255.000,00
- Ação: Implantação de Sistemas de Abastecimento de Água e de Barreiros Âmbito do Programa Água Para Todos – Valor: R$ 6.048.000,00
- Ação: Elaboração e Implantação do Plano Estratégico de Gestão de Unidades de Conservação da Natureza – Valor: R$ 10.000,00
- Ação: Projeto, Construção, Implantação, Ampliação e Controle Operacional do Sistema de Esgotamento Sanitário – Valor: R$ 48.668.500,00
- Ação: Projeto, Construção, Implantação e Controle Operacional do Sistema de Abastecimento d'Água – Valor: R$ 33.743.500,00
- Ação: Combate à Desertificação – Valor: R$ 20.000,00
- Ação: Elaboração de Planos, Pesquisas, Projetos, Diagnósticos e Estudos em Meio Ambiente – Valor: R$ 200.000,00
- Ação: Implantação e Execução de Serviço de Assistência Técnica ao Pequeno Produtor Mineral – Valor: R$ 50.000,00
- Ação: Capacitação da SEIRHMA – Valor: R$ 20.000,00
- - Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004

- Ação: Construção de Barragens e Açudes – Valor: R$ 14.600.000,00
- Ação: Construção de Adutoras – Valor: R$ 21.000.000,00
- Ação: Implantação do Canal Acauã/Araçagi – Valor: R$ 119.911.000,00
- Ação: Implantação e Recuperação de Poços Tubulares – Valor: R$ 3.070.000,00
- Ação: Gerenciamento e Planejamento da Execução da Obras de Infraestrutura – Valor: R$ 28.000,00
- Ação: Elaboração de Planos, Estudos e Projetos de Supervisão e Gerenciamento na Área de Recursos Hídricos – Valor: R$ 6.900.000,00
- Ação: Reforma e Manutenção de Equipamentos Hídricos – Valor: R$ 2.222.989,00

4.2 Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA

4.2.1 Programa: Condições de vida

- Ação: Cadastramento e Monitoramento dos Consumidores de Produtos e Subprodutos Florestais – Valor: R$ 30.000,00
- Ação: Manejo Florestal Sustentável – Valor: R$ 20.000,00
- Ação: Fiscalização e Controle da Poluição e das Degradações Ambientais – Valor: R$ 800.000,00
- Ação: Educação Ambiental – Valor: R$ 255.000,00
- Ação: Monitoramento das Praias, dos Corpos de Água Superficiais e da Qualidade do Ar no Estado – Valor: R$ 600.000,00
- Ação: Criação e Gerência de Áreas Protegidas – Valor: R$ 250.000,00
- Ação: Gerenciamento Costeiro – Valor: R$ 50.000,00
- Ação: Uso Alternativo do Solo – Valor: R$ 30.000,00
- Ação; Capacitação de Recursos Humanos da SUDEMA – Valor: R$ 100.000,00
- Ação: Cadastro Ambiental Rural (CAR) – Valor: R$ 30.000,00
- Ação: Regularização Ambiental (RA) – Valor: R$ 20.000,00

4.3 Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba

4.3.1 Programa: Condições de vida/5003

- Ação: Projeto, Construção, Implantação, Ampliação e Controle Operacional de Sistemas de Esgotamento Sanitário – Valor: R$ 41.123.581,00
- Ação: Projeto, Construção, Implantação, Ampliação e Controle Operacional de Sistemas de Abastecimento d'Água – Valor: R$ 77.071.677,00

- - Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004
- Ação: Desenvolvimento da Gestão Operacional – Valor: R$ 37.232.691,00 Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

4.3.2 Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004

- Ação: Implementação e Aprimoramento dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos – Valor: R$ 100.000,00
- Ação: Projeto de Integração do Rio São Francisco – Valor: R$ 400.000,00
- Ação: Implementação da Política de Segurança de Barragens – Valor: R$ 1.000.000,00
- Ação: Inventário das Nascentes – Valor: R$ 100.000,00
- Ação: Modernização e Organização do Sistema de Informações de Recursos Hídricos – Valor: R$ 200.000,00

4.4 Secretaria do Estado de Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca

4.4.1 - Programa: Economia Sustentável e Competitiva/5002

- Ação: Produção e Distribuição de Mudas – Valor: R$ 3.000,00
- Ação: Apoio às Atividades da Agricultura e da Pesca – Valor: R$ 13.000,00

4.5 Fundo Estadual de Meio Ambiente

4.5.1 - Programa: Condições de vida/5003

- Ação: Gerenciamento de Execução da Política de Meio Ambiente – Valor: R$ 2.060.000,00

4.6 Fundo Estadual de Recursos Hídricos

4.6.1 - Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica

- Ação: Gerenciamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – Valor: R$ 60.000,00

A Lei 6308/96 criou o FERH – Fundo Estadual de Recursos Hídricos e estabeleceu a forma e as prioridades da aplicação de seus recursos.

> Art. 25 A aplicação de recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos deverá ser orientada pela Política Estadual de Recursos Hídricos, baseada no Plano Estadual de Recursos Hídricos, devidamente compatibilizada com o Orçamento plurianual de Investimento e os recursos orçamentários do Estado destinados ao referido Fundo.
>
> § 1º As prioridades na aplicação dos recursos do FERH serão definidas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica,

com base em estudos técnicos elaborados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA.

§ 2º Os recursos do FERH serão depositados obrigatoriamente em conta específica a ser aberta e mantida em instituição financeira oficial.

§ 3º Fica autorizada a aplicação financeira das disponibilidades do FERH em operações ativas, de modo a preservá-las contra eventual perda do poder aquisitivo da moeda.

§ 4º Os saldos verificados no final de cada exercício financeiro serão automaticamente transferidos para o exercício seguinte. (Artigo com redação determinada pelo Art. 4º da Lei n° 8.446/2007).

Art. 26. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão obrigatoriamente depositados no Fundo Estadual de Recursos Hídricos e aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados, devendo ser utilizados:

I – no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II – no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a 7,5% (sete e meio por cento) do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

De acordo com a AESA, os valores arrecadados com a cobrança de água bruta somam R$ 21.641.121,44 entre 2015 e 2021.

Tabela 4.8 - Arrecadação com cobrança de água bruta

Ano	Total arrecadado (R$)
2015	R$ 408.634
2016	R$ 735.821
2017	R$ 787.390
2018	R$ 747.308
2019	R$10.306.616
2020	R$4.906.809
2021	R$3.748.510
Total	R$ 21.641.088

Tabela 4.9 - Valores arrecadados ao FERH por bacia e por ano

Bacia	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Piranhas				3.377	173.350	147.560	106.261	430.549
Paraíba	141.033	240.519	349.734	283.029	5.184.032	2.063.897	1.517.554	9.779.799

Bacia	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Abiaí	66.127	97.470	102.844	95.773	435.637	390.097	291.093	1.479.042
Gramame	111.571	142.518	95.411	138.996	3.191.251	1.639.208	1.139.676	6.458.630
Miriri	40.310	142.518	145.562	143.780	173.197	197.756	242.214	1.085.336
Mamanguape	27.353	63.836	71.928	74.039	1.045.174	399.299	389.098	2.070.728
Camaratuba	15.175	37.862	17.369	6.404	75.698	50.486	47.586	250.581
Guaju	6.619	9.910	1.502	274	13.445	8.535	7.205	47.489
Curimataú	-	1.157	2.741	1.287	13.183	9.490	6.623	34.482
Jacu	445	30	281	75	1.312	403	582	3.128
Trairí			19	274	336	77	618	1.324
Total	408.634	735.821	787.390	747.308	10.306.616	4.906.809	3.748.510	21.641.088

A BHLN representa cerca de 16% do total. A bacia com maior arrecadação é a Mamanguape e a menor é Camaratuba, coerente com as vazões calculadas e a dimensão das bacias.

Tabela 4.10 - Valores arrecadados pela cobrança de água bruta pela BHLN entre 2015 e 2021 (R$ 1.000)

Ano	Miriri	Mamanguape	Camaratuba	BHLN
2015	40,31	27,35	15,18	82,84
2016	142,54	63,84	37,86	244,24
2017	145,56	71,93	17,37	234,86
2018	143,78	74,04	6,40	224,22
2019	173,20	1.045,17	75,70	1.294,07
2020	197,76	399,30	50,49	647,55
2021	242,21	389,10	47,59	678,90
Total	1.085,36	2.070,73	250,58	3.406,67

Analisando as propostas de alocação dos recursos do FERH entre 2018 e 2022 se verifica que o número de ações apoiadas pelo fundo vem crescendo a cada ano, chegando a onze programas em 2022.

Dentre essas ações, apenas três permanecem em todos os anos: Política de Cobrança pelo Uso da Água, Educação Ambiental para proteção dos Recursos Hídricos e Capacitação Técnica em Recursos Hídricos. O valor de custeio administrativo, definido como 7,5% da cobrança também é uma constante, mas sem um produto direto para ser considerado. O Plano de Aplicação dos recursos do FERH para 2022 apresenta onze ações, totalizando R$ 6.900.000,00.

Tabela 4.11 - Alocação de recursos do FERH entre 2018 e 2022 (R$ 1.000)

Produtos	2018	2019	2020	2021	2022	Total	Participação
Nº1 - Criação e Funcionamento de Comitês de Bacias e Associações de Usuários de Água;		506,9	299,8	299,8	500,0	1.606,5	5,3%

Produtos	2018	2019	2020	2021	2022	Total	Participação
Nº3 - Elaboração e Atualização de Planos Diretores de Bacias Hidrográficas.		3.802,1	1.949,0	1.949,0	1.300,0	9.000,1	29,8%
Nº5 - Política de Cobrança pelo Uso de Água Bruta.	237,1	1.013,9	299,8	299,8	400,0	2.250,6	7,4%
Nº 6 - Sistema de Fiscalização do Uso de Água.		506,9	449,8	449,8	250,0	1.656,5	5,5%
Nº 8 – Monitoramento Hidrometeorológico					500,0	500,0	1,7%
Nº 9 – Monitoramento de Qualidade de água		506,9			250,0	756,9	2,5%
Nº 10 - Educação Ambiental para Proteção dos Recursos Hídricos.	653,7	2.534,7	449,8	449,8	300,0	4.388,0	14,5%
Nº 11 - Capacitação Técnica em Recursos Hídricos;	250,0	506,9	299,8	299,8	200,0	1.556,5	5,1%
Nº 15 - Macromedição de Água Bruta					200,0	200,0	0,7%
Nº 16 - Recuperação e Manutenção de Açudes;			1.799,1	899,5	1.350,0	4.048,6	13,4%
Nº 24 - Preservação Ambiental de Mananciais;				899,5	1.132,5	2.032,0	6,7%
Custeio Administrativo do Sistema	64,7	760,4	449,8	449,8	517,5	2.242,2	7,4%
Total	1.205,5	10.138,7	5.996,9	5.996,8	6.900,0	30.237,9	100%

Ao avaliar as propostas de aplicação e os valores arrecadados chega-se a uma discrepância: a partir de 2021, os valores não viabilizam os planos de aplicação, ao menos se utilizar os valores arrecadados no ano corrente. Para 2022, o planejamento é executar R$ 6,9 milhões, sem a informação do valor a ser arrecadado. Se repetir o valor de 2021 e considerando o déficit de R$ 1,7 milhões, o valor disponível seria de R$ 2 milhões, ampliando o déficit orçamentário. Outra possibilidade a considerar é de que não tenham sido executadas ações planejadas para um ano, que são reprogramadas para o ano seguinte.

Tabela 4.12 - Fluxo de aplicação do FERH como programado

Ano	Total Arrecadado	Total Acumulado	Plano aplicação	Saldo
2015	R$ 408.634	R$ 408.634		R$ 408.634
2016	R$ 735.821	R$ 1.144.454		R$ 1.144.454
2017	R$ 787.390	R$ 1.931.845		R$ 1.931.845
2018	R$ 747.308	R$ 2.679.153	R$ 1.205.500	R$ 1.473.653
2019	R$ 10.306.616	R$ 11.780.269	R$ 10.138.700	R$ 1.641.569
2020	R$ 4.906.809	R$ 6.548.378	R$ 5.996.900	R$ 551.478
2021	R$ 3.748.510	R$ 4.299.9881	R$ 5.996.800	-R$ 1.696.812

5 Aspectos institucionais e legais da gestão de recursos hídricos nas bacias

5.1 Estrutura geral do Governo Estadual

O atual Governo da Paraíba apresenta 25 secretarias de Estado, estabelecidas pela Medida Provisória 275 de 02 de janeiro de 2019:

1. Administração
2. Administração Penitenciária
3. Agricultura Familiar e Desenvolvimento do Semiárido
4. Casa Civil do Governador
5. Casa Militar do Governador
6. Comunicação Institucional
7. Controladoria Geral do Estado
8. Cultura
9. Desenvolvimento da Agropecuária e Pesca
10. Desenvolvimento e da Articulação Municipal
11. Desenvolvimento Humano
12. Educação e da Ciência e Tecnologia
13. Empreender
14. Secretaria de Fazenda
15. Secretaria de Governo
16. Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente
17. Juventude, Esporte e Lazer
18. Mulher e da Diversidade Humana
19. Orçamento Democrático
20. Planejamento, Orçamento e Gestão
21. Procuradoria Geral do Estado
22. Representação Institucional
23. Saúde
24. Segurança e Defesa Social
25. Turismo e Desenvolvimento Econômico

Além das secretarias, interessam diretamente duas instituições públicas: a AESA e a CAGEPA, ambas vinculadas à SEIRHMA, a primeira por ser parte do sistema estadual de recursos hídricos e a segunda por ser um usuário de água diferenciado quanto à sua importância para a população.

A AESA foi criada pela Lei n° 7.779, de 07/07/2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada então à Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia – SERHMACT.

Os objetivos da AESA são o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba.

A estrutura da AESA apresenta a Direção Superior e três diretorias com onze gerências, além de duas assessorias.

1. DIREÇÃO SUPERIOR

1.1 Diretor Presidente;

1.2 Diretor Administrativo e Financeiro;

1.3 Diretor de Gestão e Apoio Estratégico; e

1.4 Diretor de Acompanhamento e Controle.

2. ASSESSORAMENTO

2.1 Assessoria Jurídica; e

2.2 Assessoria Técnica.

3. ÁREA INSTRUMENTAL

3.1 Diretoria Administrativa e Financeira:

3.1.1 Gerência de Administração Geral;

3.1.2 Gerência de Recursos Humanos;

3.1.3 Gerência de Planejamento, Orçamento e Finanças;

3.1.4 Gerência de Cobrança; e

3.1.5 Gerência de Tecnologia da Informação.

4. ÁREA FINALÍSTICA

4.1 Diretoria de Acompanhamento e Controle:

4.1.1 Gerência de Monitoramento e Hidrometria;

4.1.2 Gerência de Operação de Mananciais; e

4.1.3 Gerência de Fiscalização.

4.2 Diretoria de Gestão e Apoio Estratégico:

4.2.1 Gerência de Outorga e Licença de Obras Hídricas;

4.2.2 Gerência de Cadastro; e

4.2.3 Gerências Regionais de Bacias Hidrográficas.

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA é uma sociedade de economia mista por ações, das quais 99,98% das ações ordinárias pertencem ao Governo do Estado da Paraíba e 0,02% estão distribuídos em 471 sócios entre pessoas físicas e jurídicas. Tem como objetivo, planejar, executar e operar serviços de saneamento básico em todo o território do Estado da Paraíba, compreendendo a captação, adução, tratamento e distribuição de água e coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, comercializando esses serviços e os benefícios que direta ou indiretamente decorrerem de seus empreendimentos, bem como quaisquer outras atividades correlatas ou afins, atuando em 200 sedes municipais e 24 distritos e povoados.

5.2 Sistema Estadual de Recursos Hídricos – SIGERH-PB

O Sistema Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (SIGERH-PB) foi criado em 1996, pela Lei nº 6.308/96 - Estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O Art 6º da Lei nº 6.308/96 estabeleceu o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SIGERH-PB, as Instituições e suas respectivas funções de deliberação, coordenação, execução e participação.

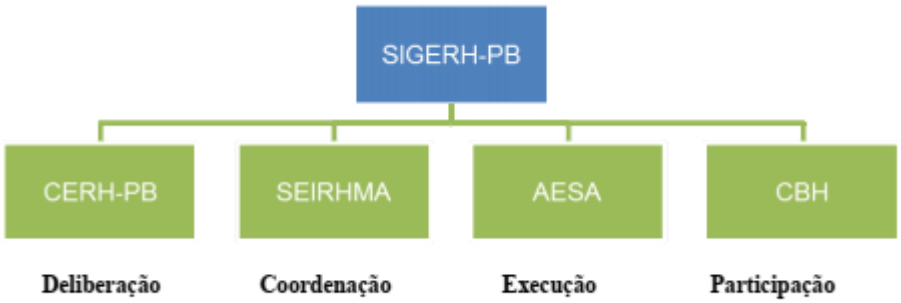


Figura 5.1 - Estrutura da SIGERH - PB

A legislação não estabelece a forma de coordenação da SEIRHMA, apenas que o titular da pasta é o presidente do CERH. Cabe destacar que a AESA atua como agência de bacias.

5.2.1 Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)

O Conselho Estadual de O Conselho Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba é composto por (Lei 8.446, de 28/12/2007):

I – o(a) Secretário(a) de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente - *SEIRHMA*, que o presidirá;

II – os Secretários de Estado ou seus substitutos legais:

a) do Planejamento e Gestão;

b) do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca;

c) da Infraestrutura;

d) da Saúde;

III – um representante de cada um dos seguintes órgãos e entidades:

a) Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA;

b) Superintendência da Administração do Meio Ambiente – SUDEMA;

c) Agência Estadual de Vigilância Sanitária da Paraíba – AGEVISA;

d) Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba – EMATER;

e) Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba – CDRM;

f) Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS;

g) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA;

IV – um representante do Poder Público municipal e respectivo suplente, indicados pela Federação das Associações de Municípios da Paraíba – FAMUP;

V – um representante de cada um dos seguintes usuários e entidades representativas de usuários de recursos hídricos:

a) Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA;

b) Federação das Indústrias do Estado da Paraíba – FIEP;

c) Federação da Agricultura e Pecuária da Paraíba – FAEPA;

d) Associação de Plantadores de Cana da Paraíba – ASPLAN;

e) SINDALCOOL – Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool no Estado da Paraíba;

VI – um representante de cada uma das seguintes organizações civis de recursos hídricos:

a) Universidade Federal da Paraíba – UFPB;

b) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG;

c) Universidade Estadual da Paraíba – UEPB;

d) Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH;

e) Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES;

VII – um representante de cada um dos Comitês de Bacia Hidrográfica de rios de domínio estadual;

VIII – um representante das organizações não-governamentais com objetivos, interesses e atuação comprovada na área de recursos hídricos, com mais de um ano de existência legal, e seu suplente, escolhido em processo seletivo a ser coordenado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH.

De acordo com a Lei 6308/96, compete ao CERH:

Art. 10-A. Compete ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos:

I – analisar e aprovar a Política Estadual de Recursos Hídricos e acompanhar a sua execução;

II – analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Estadual de Recursos Hídricos;

III – aprovar o Plano Estadual de Recursos Hídricos, acompanhar a sua execução e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

IV – definir as prioridades de investimento de recursos financeiros relacionados com o Plano Estadual de Recursos Hídricos;

V – aprovar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado da Paraíba;

VI – aprovar o enquadramento de corpos de água em classes de uso preponderante, com base nas propostas dos órgãos e entidades que compõem o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VII – formular programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos do Fundo Estadual dos Recursos Hídricos – FERH;

VIII – estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos;

IX – estabelecer os critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso e definir os valores a serem cobrados;

X – deliberar sobre as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de

recursos hídricos, com base nas propostas apresentadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

XI – estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;

XII – aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

XIII – arbitrar, em segunda instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

XIV – deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

XV – arbitrar os conflitos existentes entre Comitês de Bacia Hidrográfica;

XVI – instituir Câmaras Técnicas;

XVII – elaborar e submeter à aprovação do Governador do Estado o seu regimento interno;

XVIII – colaborar com o Governo do Estado na celebração de convênios e acordos com entidades nacionais e internacionais para o desenvolvimento do setor de recursos hídricos;

XIX – exercer as competências de comitê de bacia hidrográfica, nas bacias de rios estaduais enquanto estes não forem instituídos;

XX – estabelecer os mecanismos e regulamentos de reuso de águas servidas e de dessalinização de água salobra no âmbito do Estado da Paraíba;

XXI – incentivar e subsidiar todas as formas de acumulação de recursos hídricos destinado à produção de alimentos e à produção agroindustrial de bioenergia, respeitando as necessidades e as limitações dos setores produtivos e da agroindústria, de forma a garantir a sustentabilidade econômica. (Subseção criada pelo Art. 2º da Lei n° 8.446/2007).

Atualmente o CERH possui três Câmaras Técnicas, que tem o objetivo de subsidiar os Conselheiros nas decisões em plenário, nos assuntos a elas pertinentes:

- de Assuntos Legais e Institucionais e Integração de Procedimentos – CTIL;
- de Gestão Integrada – CTGI;
- de Temas Especiais – CTTE.

Os Comitês de Bacia (CBH) que participam do SIGERH-PB são:

- Litoral Sul (CBH-LS)
- Rio Paraíba (CBH-PB)

- Rio Piranhas-Açu (CBH-PPA)
- Litoral Norte (CBH-LN)

A Lei nº 7.779/05 criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. São competências da AESA:

> Art. 5º Compete à AESA:
>
> I – implantar e manter atualizado o ***cadastro de usuários dos recursos hídricos*** no Estado da Paraíba;
>
> II – analisar, instruir processos e emitir parecer sobre a licença de obras hídricas e de outorga de direito de uso dos recursos hídricos em corpos hídricos de domínio do Estado e, mediante delegação expressa, em corpos hídricos de domínio da União, observada a respectiva legislação;
>
> III – desenvolver campanhas e ações que promovam a regularização de usos e usuários dos recursos hídricos;
>
> IV – fiscalizar, com poder de polícia, a construção e as condições operacionais de poços, barragens e outras obras de aproveitamento hídrico, os usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e da infraestrutura hídrica pública nos corpos de água de domínio estadual e, mediante delegação expressa, nos de domínio da União que ocorrem em território paraibano;
>
> V – operar, manter e atualizar a rede hidrometeorológica do Estado;
>
> VI – exercer as atividades de monitoramento e previsão do tempo e clima, monitoramento dos usos dos recursos hídricos e de variáveis hidrológicas dos mananciais superficiais e subterrâneos do Estado;
>
> VII – implementar a ***cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Paraíba*** e, mediante delegação expressa, de corpos hídricos de domínio da União, observado o disposto na respectiva legislação, bem como arrecadar e aplicar receitas auferidas pela cobrança;
>
> VIII – exercer a gerência administrativa, orçamentária, financeira e patrimonial do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH, sob a supervisão do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, devendo seu regulamento ser baixado por Decreto do Chefe do Poder Executivo Estadual;
>
> IX – definir as condições e operar a infraestrutura hídrica, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;
>
> X – fomentar e apoiar a criação de entidades de usuários de água e comitês de bacias hidrográficas;
>
> XI - desenvolver ações de educação, capacitação e mobilização social, de conformidade com a sua área de abrangência;

XII – elaborar o Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado; e

XIII – executar outras atividades correlatas.

Assim, a AESA é a responsável pela aplicação dos três instrumentos previstos na legislação estadual: Outorga de direitos de uso dos recursos hídricos; Cobrança pelo uso dos recursos hídricos; Rateio dos custos das obras de uso múltiplo.

A estrutura do SIGERH-PB e sua articulação com o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos foi apresentada na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, de acordo com a figura a seguir. Cabe destacar que a AESA também atua como agência de bacia.

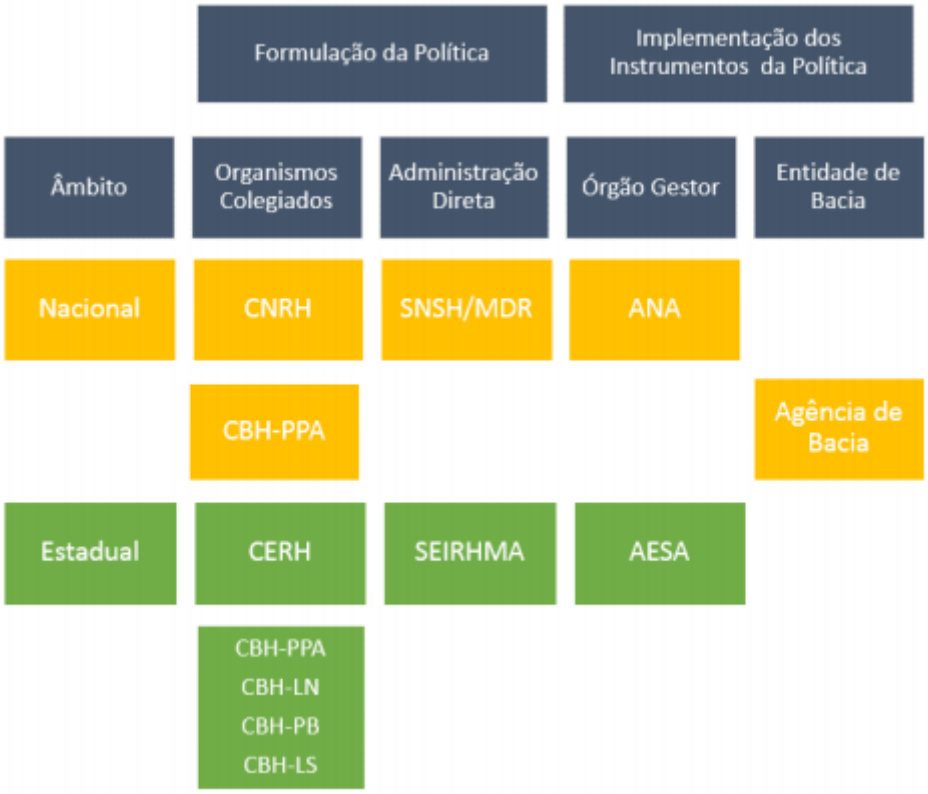


Figura 5.2 - Sistemas nacional e estadual de recursos hídricos

Em relação aos Comitês estaduais, de acordo com a legislação estadual:

Art. 10-B. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I – promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II – arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III – aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia, acompanhar a sua execução e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

IV – propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

V – propor os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos, sempre com o propósito de responsabilizar e ampliar o universo de usuários sobre a importância dos mesmos, e sugerir os valores a serem cobrados com base em estudos de viabilidade econômico-financeira sobre o impacto de qualquer cobrança sobre as atividades e a competitividade do agronegócio e da agricultura familiar, assim como sobre a geração de empregos na região.”. (Subseção criada pelo Art. 2º da Lei n° 8.446/2007).

Observa-se que o papel primeiro dos Comitês é a discussão dos temas e a articulação das entidades. As ações concretas são definidas no Plano de Recursos Hídricos da bacia, que será operacional a partir da AESA e dos recursos da cobrança, além das ações dos usuários e entidades articuladas.

6 Infraestrutura hídrica

O levantamento da infraestrutura hídrica existente nas BHLN buscou identificar as obras existentes e previstas relacionadas à produção e distribuição de água para diferentes usos. As principais obras consideradas foram aquelas que modificam a quantidade e qualidade dos recursos hídricos de forma significativa nas bacias, como barragens, sistemas de abastecimento, canais de transposição, adutoras e projetos de irrigação.

Nesse levantamento, merece destaque o Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba (Canal Acauã-Araçagi), que compõe o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). A partir da transposição das águas da bacia do Rio Paraíba, o canal aumentará a oferta hídrica para o abastecimento humano, além de induzir um aumento na produção agrícola na região das bacias dos rios Mamanguape e Camaratuba. De acordo com os técnicos da SEDAP, esta transposição de águas permitirá a construção de Perímetros Públicos Irrigados, sendo que há indicação para a construção de um dos perímetros na UPH Rio Camaratuba, na porção identificada com potencial de irrigação muito alto, e outro inserido parcialmente na UPH Rio Miriri, na porção identificado com potencial de irrigação alto, conforme Araújo Filho *et al*. (2021).

A área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas possui 5.144 km², contemplando 33 municípios da Paraíba localizados nas Mesorregiões do Agreste e Mata Paraibana, sendo que 21 municípios estão inseridos por completo ou parcialmente nas BHLN. Além disso, a construção do Canal foi planejada em 3 lotes, passando por dentro dos limites de 13 municípios. Atualmente, o Lote 01 e Lote 02 já estão em operação, enquanto o Lote 03 ainda está em construção. A **Tabela 6.1** apresenta informações acerca da extensão dos lotes, suas vazões máximas e os municípios cruzados pelo Canal.

Tabela 6.1 - Informações sobre o Canal das Vertentes Litorâneas

Lote	Extensão (km)	Vazão máxima (m³/s)	Municípios
01	40,85	10	Itatuba, Ingá, Mogeiro, Itabaiana e São José dos Ramos
02	54,39	6,5	Sobrado, Mari, Sapé, Riachão do Poço
03	17,20	2,5	Cuité de Mamanguape, Araçagi, Itapororoca e Curral de Cima

Fonte: SEDAP, 2021

O levantamento das obras hidráulicas inseridas nas BHLN foi realizado a partir de informações da AESA-PB, do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) e da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). Para o levantamento dos sistemas de abastecimento existentes nas BHLN foi consultado o Atlas Água (ANA, 2021), conforme já discutido no item 3.5.1.

Ao todo foram localizados 34 açudes e reservatórios na área das BHLN, estando cinco localizados na bacia do rio Miriri, 28 na bacia do Mamanguape e somente um na bacia do Camaratuba. Grande parte desses açudes tem como finalidade a regularização de vazões e o abastecimento humano. Entre os 34 reservatórios identificados, 18 deles são considerados estratégicos para o estado da Paraíba (AESA, 2021). Importante salientar que o PERH-PB define como reservatório estratégico aqueles com capacidade de armazenamento superior a 10 hm³ ou então aqueles que possuem ponto de captação para abastecimento público da CAGEPA.

A seguir, demonstram-se as principais características dos açudes e reservatórios presentes na área das BHLN (**Tabela 6.2**).

Tabela 6.2 - Açudes e reservatórios inseridos na área das BHLN, sua finalidade e capacidade de armazenamento.

Nome	Finalidade	Capacidade máxima de armazenamento (hm³)	BHLN	Estratégico
Açude Rio Salgado	Regularização de vazão	1,50	Mamanguape	Não
Araçagi	Irrigação	63,29	Mamanguape	Sim
Barragem Carapucema	Regularização de vazão	7,52	Miriri	Não
Barragem Estrela	Regularização de vazão	0,23	Mamanguape	Não
Barragem José Cavalcanti de Morais Filho	Regularização de vazão	0,38	Mamanguape	Não
Barragem Pindoba	Regularização de vazão	3,78	Miriri	Não
Brejinho	Abastecimento humano	0,79	Mamanguape	Sim
Canafistula II	Abastecimento humano	4,10	Mamanguape	Sim
Cassiano Ribeiro Coutinho Filho	Irrigação	1,09	Miriri	Não
Chupadouro II	Abastecimento humano	0,63	Mamanguape	Sim
Conceição	Regularização de vazão	0,91	Mamanguape	Não
Covão	Abastecimento humano	0,67	Mamanguape	Sim
Curralinho	Industrial	4,47	Miriri	Não
Duas Estradas	Abastecimento humano	0,41	Camaratuba	Sim
Emídio	Abastecimento humano	0,46	Mamanguape	Sim
Fundo de Vale	Regularização de vazão	0,69	Miriri	Não
Jangada	Abastecimento humano	0,47	Mamanguape	Sim
Jacaré	Irrigação	0,42	Mamanguape	Não
Lagoa do Matias	Abastecimento humano	1,24	Mamanguape	Sim
Lagoa Zumbi	Regularização de vazão	0,98	Mamanguape	Não
Maíra	Industrial	2,45	Mamanguape	Não
Manguape	-	0,66	Mamanguape	Não
Massaranduba	-	0,60	Mamanguape	Não
Nova Camará	Abastecimento humano	26,58	Mamanguape	Sim
Penha	Regularização de vazão	1,54	Mamanguape	Não
Pirpirituba	Abastecimento humano	4,67	Mamanguape	Sim
Pitombeira	Abastecimento humano	2,96	Mamanguape	Sim

Nome	Finalidade	Capacidade máxima de armazenamento (hm³)	BHLN	Estratégico
Santíssimo II	Industrial	2,15	Mamanguape	Não
Saulo Maia	Abastecimento humano	9,83	Mamanguape	Sim
Sindô Ribeiro	Abastecimento humano	3,02	Mamanguape	Sim
Suspiro	Abastecimento humano	0,28	Mamanguape	Sim
São Sebastião	Abastecimento humano	0,45	Mamanguape	Sim
Tauá	Abastecimento humano	8,57	Mamanguape	Sim
Vaca Brava	Abastecimento humano	3,78	Mamanguape	Sim

Fonte: AESA, SNISB e CAGEPA

O mapa da **Figura 6.1** apresenta uma visão geral da infraestrutura hídrica da Paraíba. Seu objetivo principal é ilustrar a integração do Rio São Francisco com a Paraíba, permitindo uma melhor compreensão sobre o "caminho da água" que será transposta pelo Canal Acauã-Araçagi. Além disso, o mapa também apresenta o sistema de adutoras da Paraíba, bem como os pontos de captação para abastecimento urbano. Já o mapa da **Figura 6.2** apresenta o resultado do levantamento da infraestrutura hídrica com influência nas BHLN.

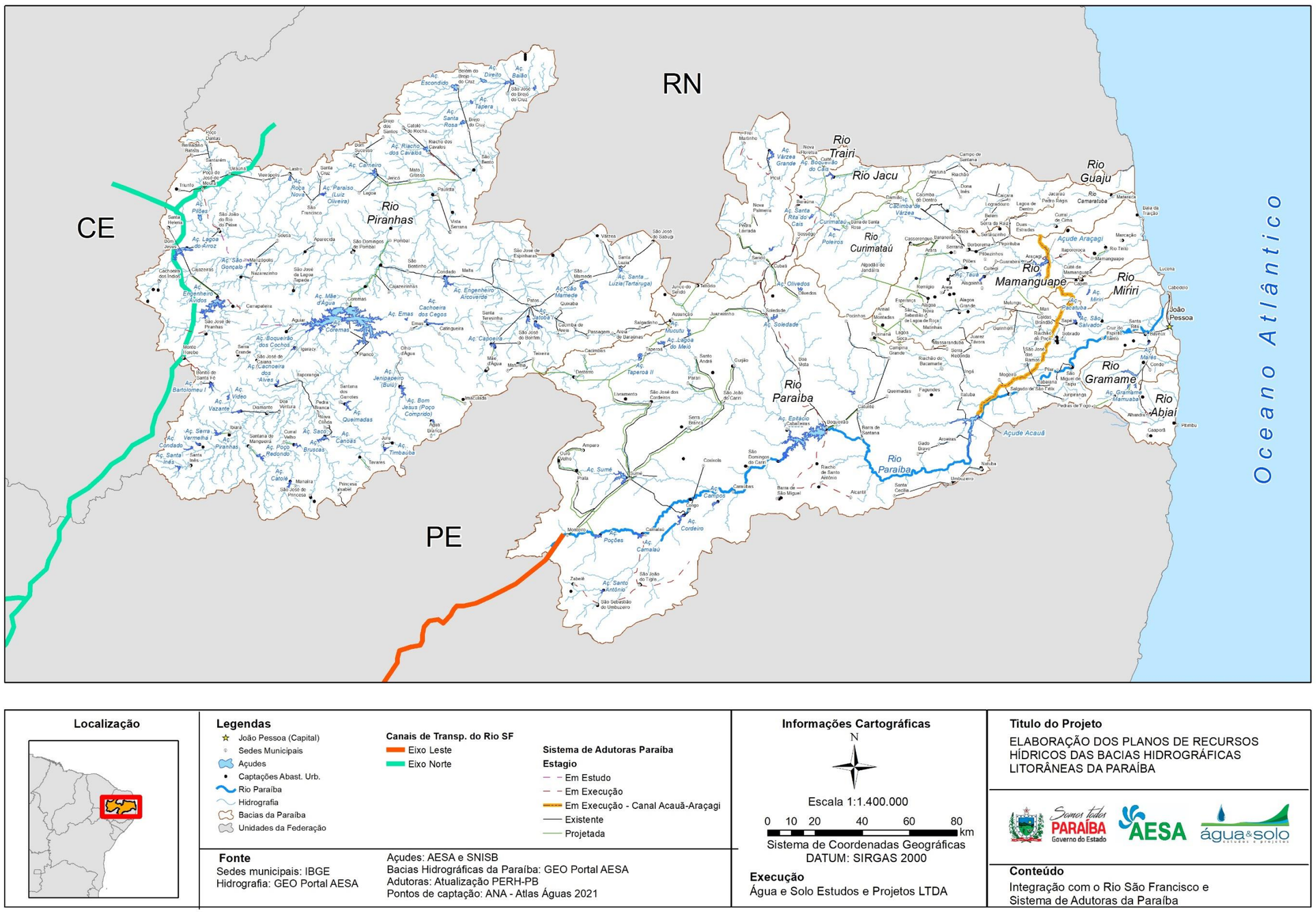


Figura 6.1 - Integração com o Rio São Francisco e Sistema de Adutoras da Paraíba
Fonte: Acervo próprio, 2022

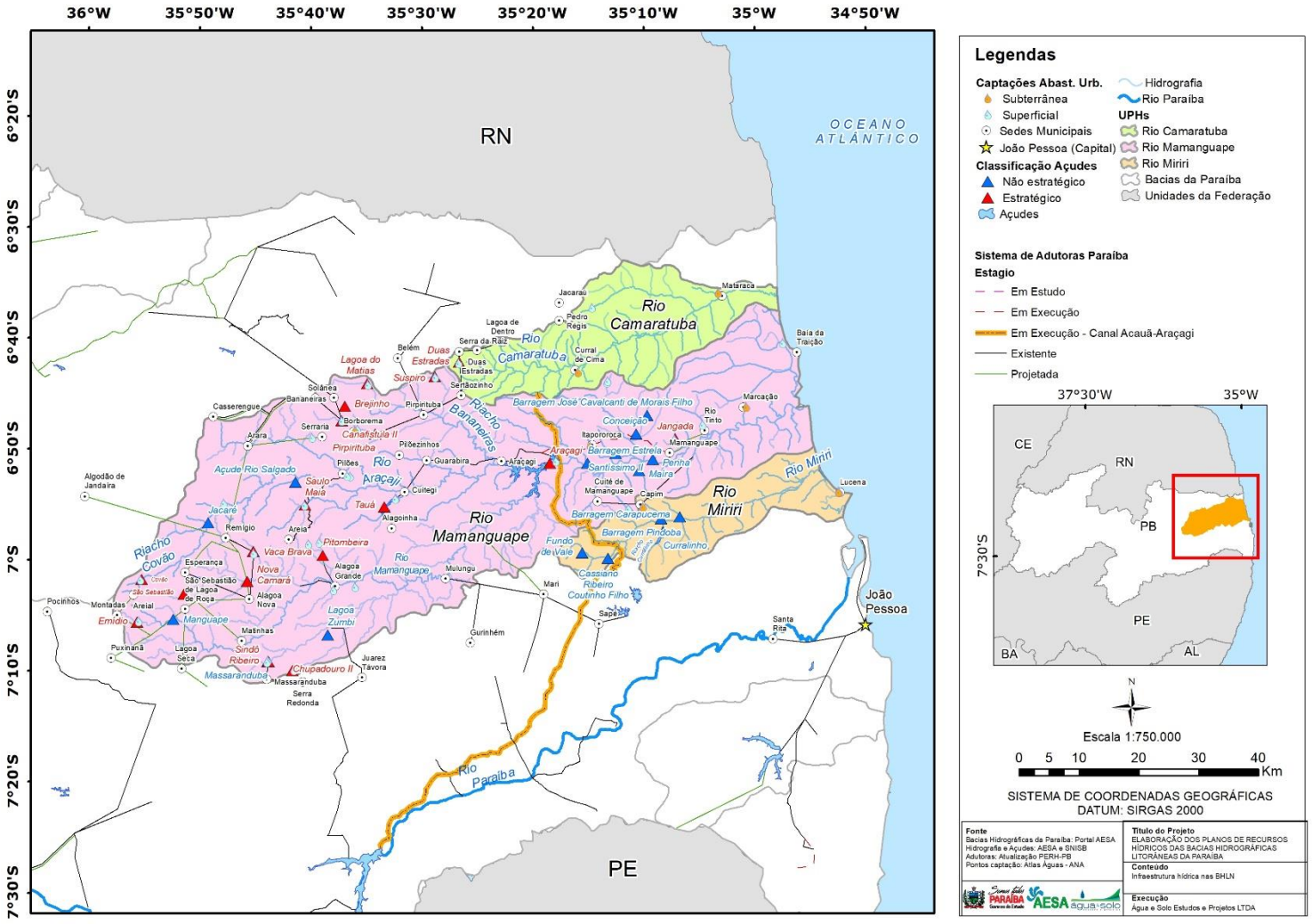


Figura 6.2 - Infraestrutura hídrica nas BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2021.

Visando alinhar o desenvolvimento do PBHLN às ações em nível federal relacionadas à segurança hídrica, consultou-se o portfólio de intervenções previstas no PNSH. Além disso, também foram verificadas as intervenções previstas no Atlas Águas, as quais complementam o PNSH, porém com enfoque no abastecimento urbano. As intervenções previstas no PNSH para as BHLN são apresentadas na **Tabela 6.3**, enquanto a única intervenção prevista no Atlas Águas é apresentada na **Tabela 6.4**. Verifica-se que ambas as fontes tratam da intervenção no Sistema de Nova Camará, visto que esta tem como objetivo aumentar a oferta hídrica para abastecimento humano da região central do agreste paraibano.

Tabela 6.3 - Intervenções previstas no PNSH para as BHLN

Estudo/Projeto/Obra	Código PNSH	Situação atual
Sistema Adutor Nova Camará	PB-005	Em Obras
Canal Acauã-Araçagi/Vertentes Litorâneas (Trecho 2)	PB-001	Em Obras
Canal Acauã-Araçagi/Vertentes Litorâneas (Trecho 3)	PB-001	Com Estudo Complementar

Fonte: Plano Nacional de Segurança Hídrica, 2019

Tabela 6.4 - Intervenções previstas no Atlas Águas para as BHLN

Estudo/Projeto/Obra	Código Atlas Águas	Situação atual
Sistema Integrado Nova Camará	PB-NO-AAB-007	Em Obras

Fonte: Atlas Águas, 2021

É importante destacar que está em andamento o Projeto de Segurança Hídrica da Paraíba (PSH-PB). O projeto ainda está em fase inicial, elaborando os termos para contratação de serviços. Todavia, seu desenvolvimento será acompanhado para manter o PBHLN atualizado.

7 Situação dos recursos hídricos – Águas superficiais e subterrâneas

Neste capítulo é realizada uma avaliação da situação atual dos recursos hídricos nas BHLN, em termos de quantidade e qualidade, além dos usos da água e possíveis conflitos existentes.

7.1 Disponibilidade hídrica superficial

Para a avaliação da disponibilidade hídrica superficial, foram retomados os resultados do Estudo Hidrológico apresentado no Relatório Parcial 03 (RP3), sendo complementados com a influência de reservatórios na simulação.

7.1.1 Bacia hidrográfica do rio Mamanguape

Como haviam postos fluviométricos instalados na área da bacia hidrográfica do rio Mamanguape, a determinação das vazões de permanência para as sub-bacias localizadas à montante desses postos foi realizada com base nas séries históricas de vazões observadas.

Sendo assim, os valores das disponibilidades hídricas (Q_{80}, Q_{90} e Q_{95}) para as sub-bacias SBMa1 a SBMa8 apresentados pela **Tabela 7.1** foram determinados com base nas séries históricas dos postos fluviométricos de Mulungu, Sítio Passagem e Ponte do Leitão e consideraram apenas os anos que não possuíam falhas nos dados registrados. Ressalta-se que os reservatórios considerados nas simulações foram: Tauá (8.573.500 m³), Saulo Maia (9.833.615 m³), Nova Camará (26.581.614 m³), Araçagi (63.289.037 m³), Pirpirituba (4.666.188 m³). A inclusão desses reservatórios no modelo hidrológico se deve por serem classificados como estratégicos na Atualização do PERH-PB.

Já os valores das disponibilidades hídricas apresentados na **Tabela 7.1** e que são relativos às sub-bacias SBMa9 e SBMa10, foram obtidos a partir da regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico calibrado no *software* HEC-HMS para a área situada à montante da bacia hidrográfica do rio Mamanguape. Isto é, consideraram-se as precipitações ocorridas entre 1994 e 2018, a fim de determinar as vazões de permanência nas sub-bacias SBMa9 e SBMa10. Mais informações sobre o modelo hidrológico estão sendo apresentadas pelo *"Estudo Hidrológico: Potencialidades e Disponibilidades Hídricas das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte"*, referente à Etapa 3 dos PRHBHL.

Tabela 7.1 - Disponibilidade hídrica (Q90) de cada uma das sub-bacias do rio Mamanguape

Sub-bacia	Local	Área de drenagem a montante da sub-bacia (km²)	Q_{80} (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	Q_{90} (m³/s)	Q_{90} específica (m³/s.km²)
SBMa1	Alto Mamanguape	874,13	0,363	0,156	0,260	0,00030
SBMa2	Açude Nova Camará	101,78	0,048	0,020	0,030	0,00030
SBMa3	Rio Araçagi	906,79	0,118	0,028	0,060	0,00007
SBMa4	Açude Saulo Maia	47,20	0,0069	0,001665	0,003	0,00006
SBMa5	Açude Tauá	57,67	0,0085	0,002035	0,004	0,00007
SBMa6	Açude Pirpituba	42,25	0,0104	0,001808	0,004	0,00009
SBMa7	Açude Araçagi	2540,64	0,629	0,108	0,220	0,00009
SBMa8	Médio Mamanguape	2948,71	0,731	0,126	0,260	0,00009
SBMa9	Médio Baixo Mamanguape	3135,39	1,481	0,817	1,080	0,0058
SBMa10	Baixo Mamanguape	3510,65	1,520	0,784	1,080	0,0029

Fonte: Acervo próprio, 2022

Destaca-se que as bacias com maior disponibilidade de água são a SBMa9 (Médio Baixo Mamanguape, com Q_{90} de 0,0058 m³/s.km²) e SBMa10 (Baixo Mamanguape, com Q_{90} de 0,0029 m³/s.km²). As sub-bacias que demonstraram menor disponibilidade de água foram as bacias SBMa3 (Rio Araçagi), SBMa4 (Açude Saulo Maia) e SBMa5 (Açude Tauá). A **Figura 7.1** exibe a disponibilidade de produção de água específica de cada sub-bacia (Q_{90}).

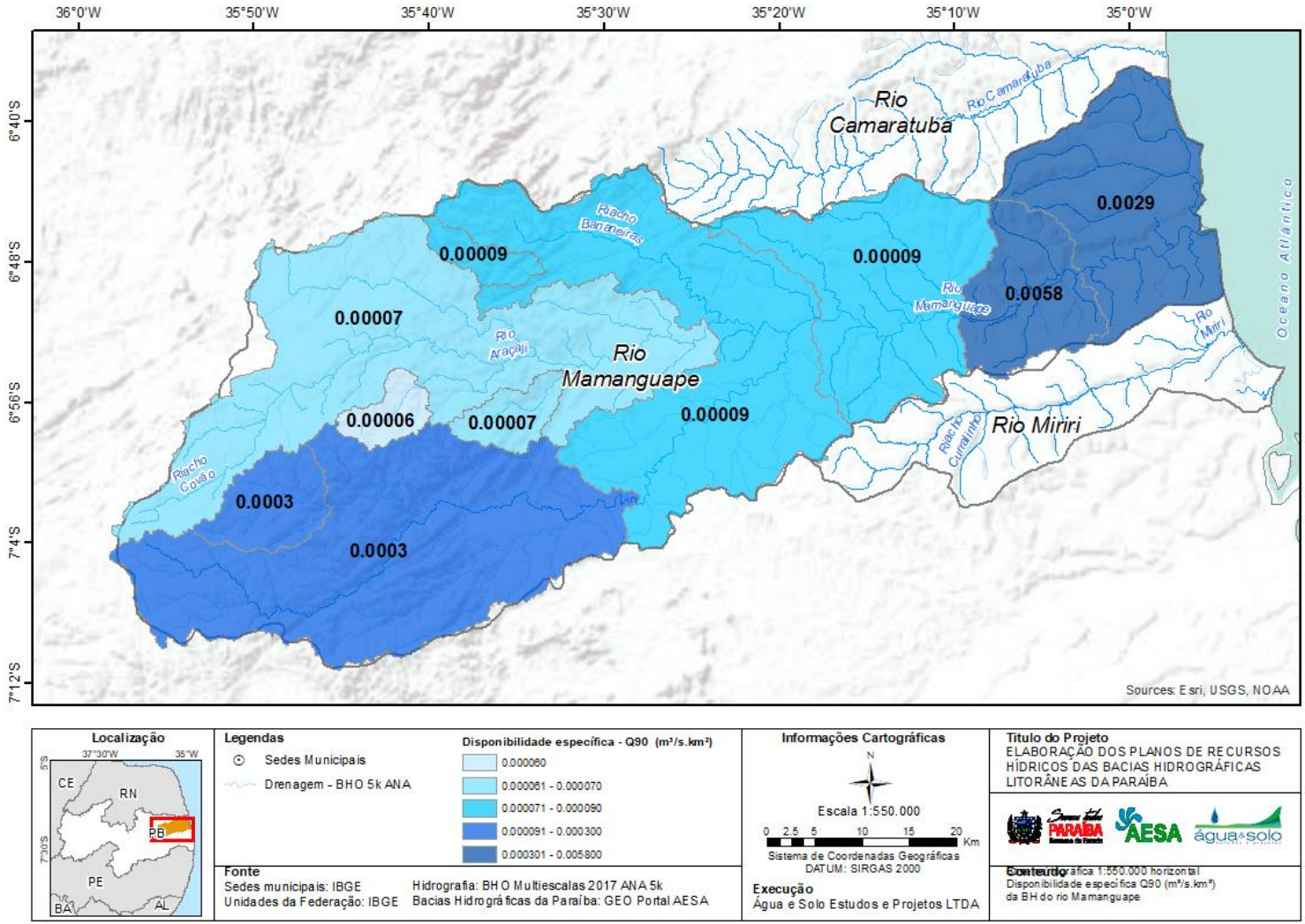


Figura 7.1 - Disponibilidade específica de cada uma das sub-bacias do rio Mamanguape
Fonte: Acervo próprio, 2022.

Por fim, estão apresentadas pela **Figura 7.2**, **Figura 7.3** e **Figura 7.4** as curvas de permanência elaboradas a partir das séries históricas para os sensores fluviométricos de Mulungu, Sítio Passagem e Ponte do Leitão, respectivamente. Já na **Figura 7.5** está apresentada a curva de permanência referente ao exutório da bacia hidrográfica do rio Mamanguape.

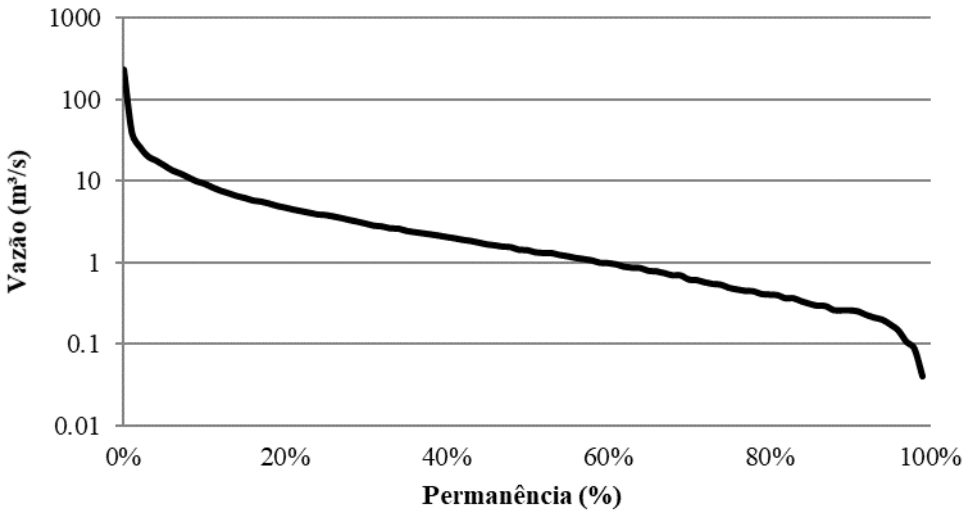


Figura 7.2 - Curva de permanência elaborada a partir dos dados da estação fluviométrica Mulungu (38750000)

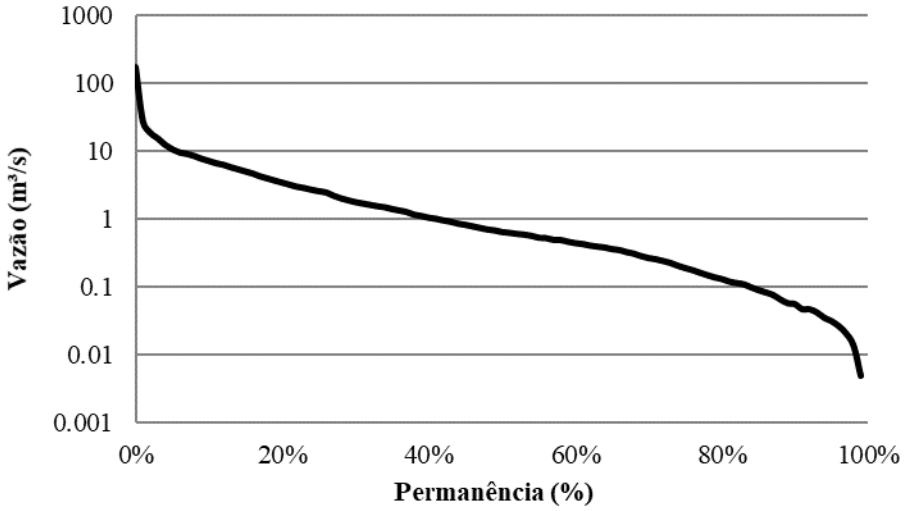


Figura 7.3 - Curva de permanência elaborada a partir dos dados da estação fluviométrica Sítio Passagem (38771000)

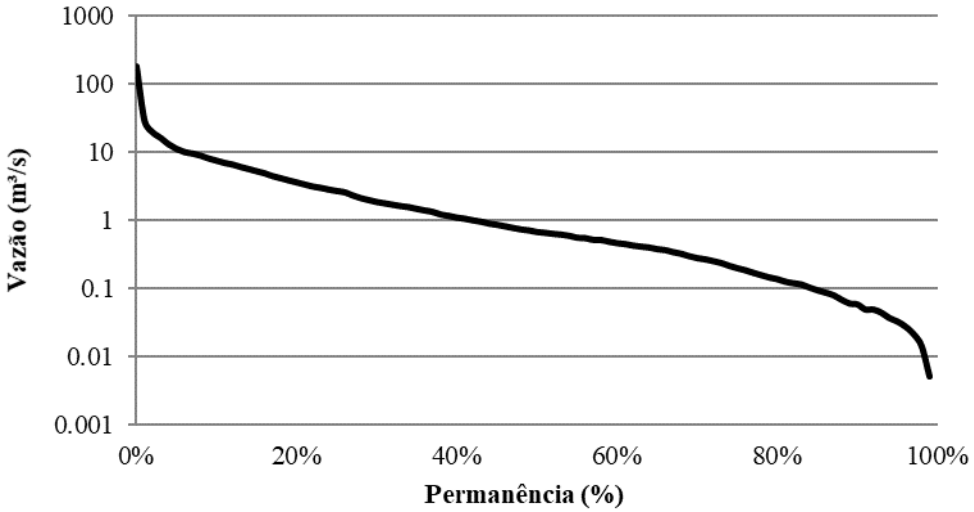


Figura 7.4 - . Curva de permanência elaborada a partir dos dados da estação fluviométrica Ponte do Leitão (38790000)

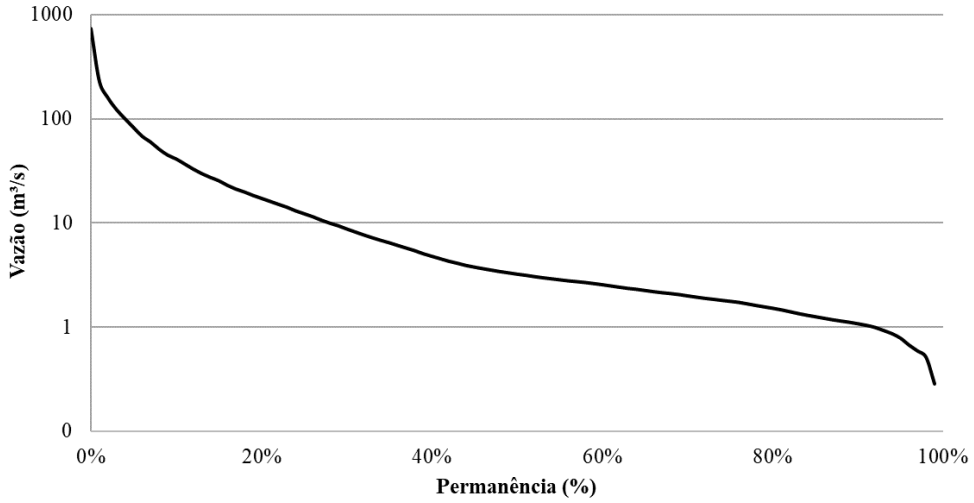


Figura 7.5 - Curva de permanência referente ao exutório da bacia hidrográfica do rio Mamanguape

7.1.2 Bacia hidrográfica do rio Camaratuba

As vazões de permanência para a bacia do rio Camaratuba foram determinadas com base na regionalização dos valores dos parâmetros obtidos para as sub-bacias do rio Mamanguape, considerando características de similaridade hidrológica. Para a regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico do HEC-HMS, também foram considerados dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos como, por exemplo, as abstrações iniciais da água da chuva, que considera os diferentes tipos de cobertura vegetal e de solo e a capacidade de saturação do solo.

Dessa forma, a disponibilidade de produção de água em cada uma das sub-bacias do rio Camaratuba foi obtida por meio do modelo hidrológico do HEC-HMS. Os valores das vazões

Q_{80}, Q_{90} e Q_{95} estão apresentados pela **Tabela 7.2.** É válido ressaltar que os valores da Q_{90} que foram utilizados como base para o cálculo do balanço hídrico das sub-bacias do rio Camaratuba.

Tabela 7.2 - Disponibilidade de produção de água em cada sub-bacia do rio Camaratuba

Sub-bacia	Local	Área de drenagem da sub-bacia (km²)	Q_{80} (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	Q_{90} (m³/s)	Q_{90} específica (m³/s.km²)
SBCa1	Alto Camaratuba	55,54	0,023	0,0121	0,0180	0,00030
SBCa2	Médio Alto Camaratuba	78,48	0,014	0,0076	0,0110	0,00010
SBCa3	Médio Camaratuba	101,34	0,008	0,0059	0,0082	0,00008
SBCa4	Médio Baixo Camaratuba	194,24	0,0845	0,0740	0,0850	0,00040
SBCa5	Rio da Pitanga	121,19	0,185	0,1333	0,1500	0,00100
SBCa6	Baixo Camaratuba	67,68	0,025	0,0182	0,0210	0,00030

Fonte: Acervo próprio, 2022

A análise das disponibilidades específicas das sub-bacias demonstra uma variabilidade nos valores obtidos. Isso pode ser uma consequência da variabilidade espacial das chuvas na área dessa bacia hidrográfica. Nesse caso, a maior disponibilidade é referente ao Rio da Pitanga (SBCa5) e a menor é referente ao Médio Camaratuba (SBCa3).

A **Figura 7.6** apresenta de forma espacializada as disponibilidades específicas superficiais em cada sub-bacia e a **Figura 7.7** exibe a curva de permanência referente ao exutório da bacia do rio Camaratuba.

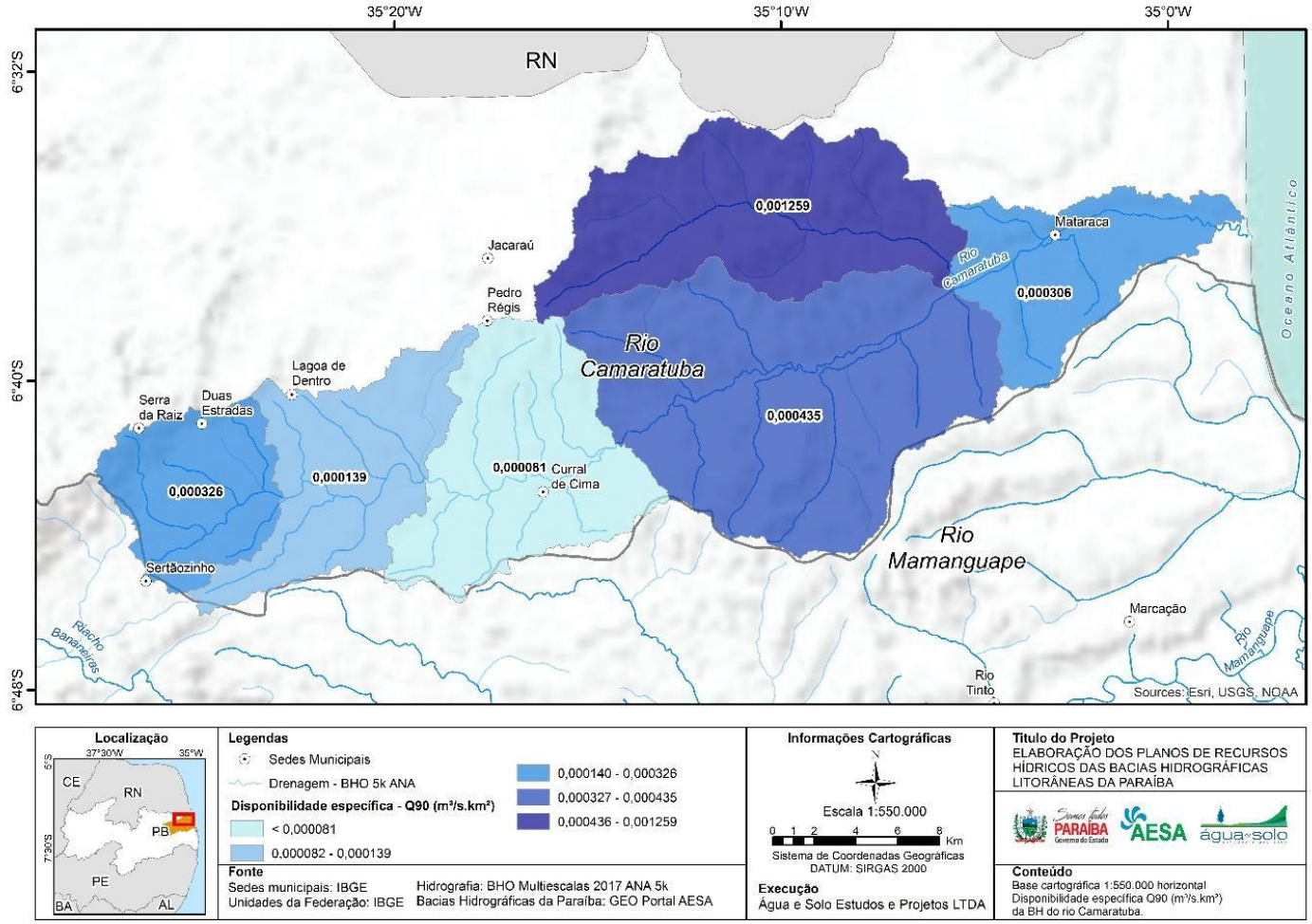


Figura 7.6 - Disponibilidade específica (Q90) para cada uma das sub-bacias do rio Camaratuba.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

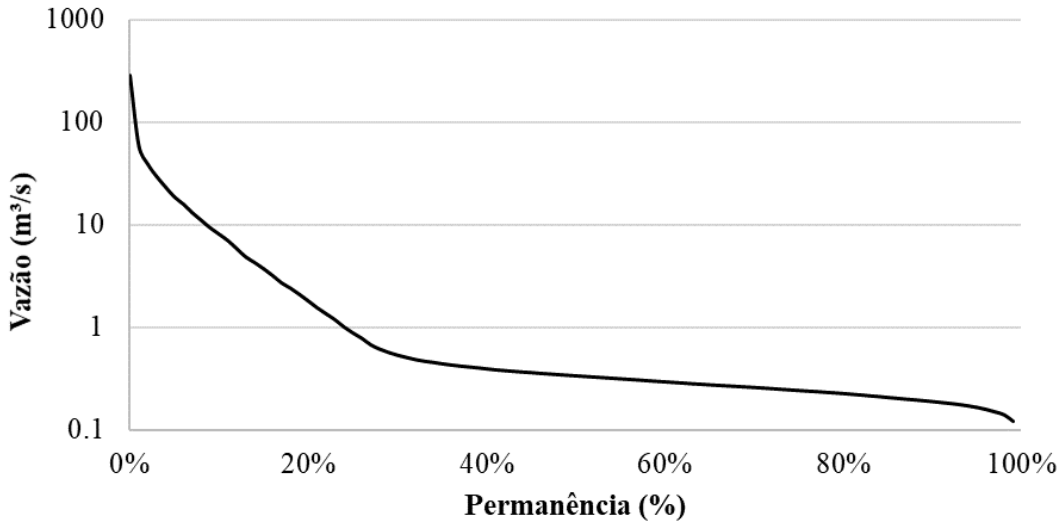


Figura 7.7 - Curva de permanência no exutório da bacia do rio Camaratuba.

Destaca-se que a fim de serem obtidos valores mais precisos relativos à disponibilidade hídrica nesse local, é necessário que seja aprimorado o monitoramento hidrometeorológico na bacia, por meio da instalação de sensores fluviométricos, já que não existe nenhuma estação com dados.

7.1.3 Bacia hidrográfica do rio Miriri

Da mesma forma que a bacia hidrográfica do rio Camaratuba, a bacia do rio Miriri não possui estação fluviométrica com dados observados de vazão. Sendo assim, os valores das vazões de permanência para essa bacia hidrográfica foram determinados pelo modelo hidrológico HEC-HMS, tomando como base a regionalização dos parâmetros obtidos para as sub-bacias do rio Mamanguape. Sendo assim, foram obtidos os valores das vazões da Q_{80}, Q_{95} e Q_{90} que estão apresentados pela **Tabela 7.3** para cada uma das sub-bacias. Esses valores estão apresentados de forma gráfica pela **Figura 7.8** e **Figura 7.9**.

Assim como no caso da bacia hidrográfica do rio Camaratuba, ressalta-se também a importância do aprimoramento do sistema de monitoramento hidrometeorológico dessa bacia hidrográfica a fim de obter dados mais precisos das vazões de permanência.

Tabela 7.3 - Disponibilidade (Q90) hídrica em cada sub-bacia do rio Miriri

Sub-bacia	Local	Área de drenagem da sub-bacia(km²)	Q_{80} (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	Q_{90} (m³/s)	Q_{90} específica (m³/s.km²)
SBMi1	Açude Cassiano	32,98	0,0288	0,0183	0,023	0,00068
SBMi2	Riacho Fundo do Vale	37,12	0,0157	0,0102	0,012	0,00033
SBMi3	Açude Curralinho	36,32	0,0369	0,0263	0,032	0,00088
SBMi4	Alto Miriri	35,98	0,0102	0,0068	0,008	0,00022
SBMi5	Médio Miriri	30,80	0,0145	0,0109	0,012	0,00040
SBMi6	Açude Pindoba	10,50	0,0115	0,0085	0,010	0,00094
SBMi7	Açude Carapucema	10,69	0,0121	0,0088	0,011	0,00098
SBMi8	Médio Baixo Miriri	84,33	0,0281	0,0211	0,023	0,00028
SBMi9	Baixo Miriri	46,53	0,0136	0,0101	0,011	0,00024
SBMi10	Foz Miriri	67,41	0,0167	0,0122	0,014	0,00020

Fonte: Acervo próprio, 2022

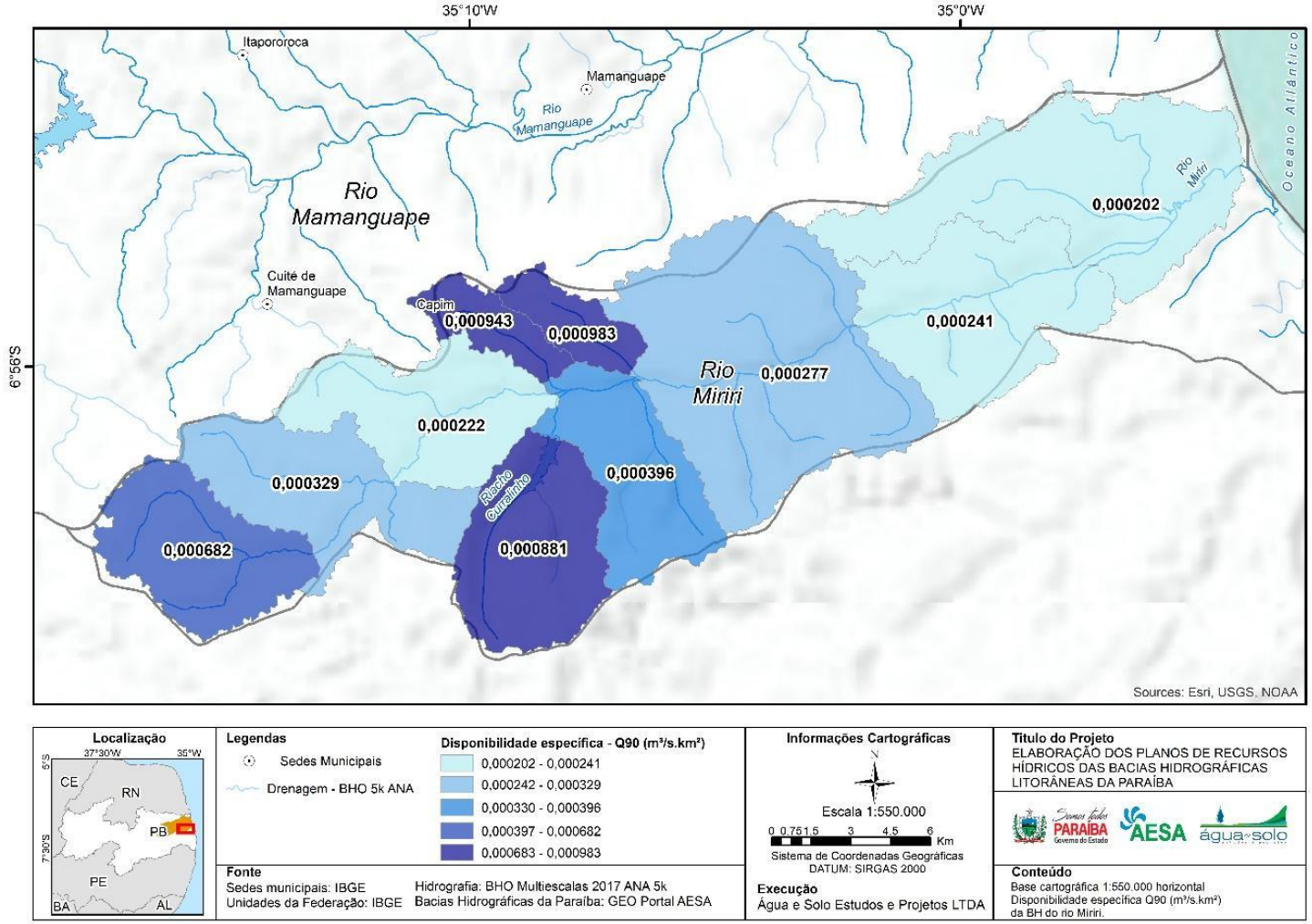


Figura 7.8 - Disponibilidade específica (Q90) para cada uma das sub-bacias do rio Miriri
Fonte: Acervo próprio, 2022.

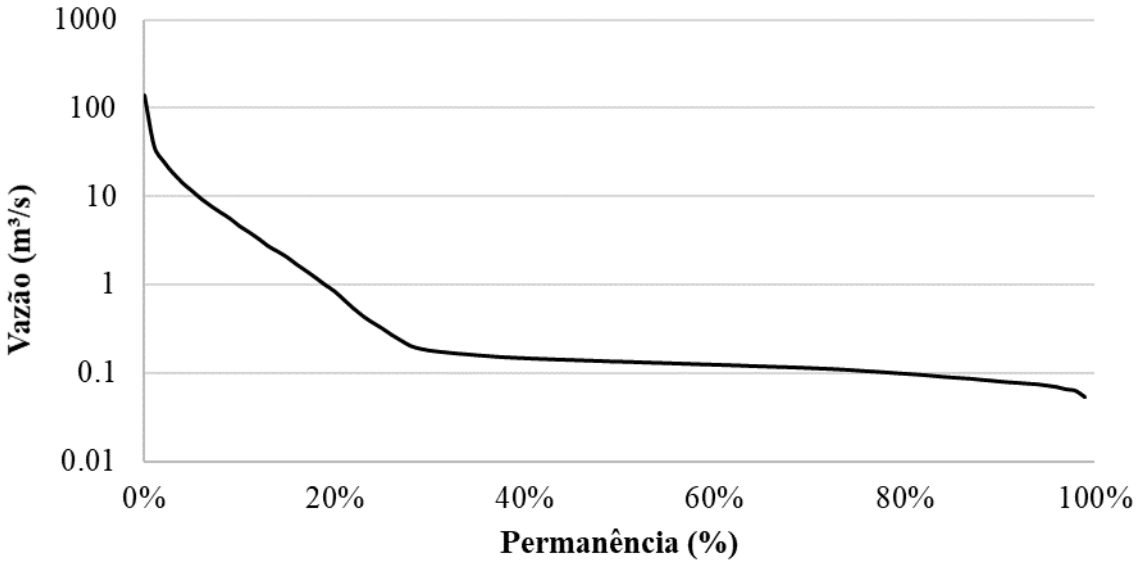


Figura 7.9 - Curva de Permanência no exutório da bacia do rio Miriri
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

7.1.4 Monitoramento dos açudes da AESA-PB

No site da AESA-PB é possível acessar os dados referentes ao monitoramento dos açudes e reservatórios presentes no estado da Paraíba. Na área das bacias hidrográficas do Litoral Norte os reservatórios monitorados são: Covão (672.270 m³), Emídio (461.151 m³), Manguape (655.375 m³), São Sebastião (453.075 m³), Massaranduba (3.022.715 m³), Chupadouro II (634.620 m³), Brejinho (789.000 ³), Pitombeira (2.955.820 m³), Vaca Brava (3.783.556 m³), Nova Camará (26.581.614 m³), Canafístula II (4.102.626 m³), Lagoa do Matias (1.239.883 m³), Pirpirituba (4.666.188 m³), Tauá (8.573.500 m³), Saulo Maia (9.833.615 m³), Araçagi (63.289.037 m³), Suspiro (276.400 m³) e Jangada (470.000 m³).

Estão disponíveis dados mensais referentes ao volume desses reservatórios desde agosto de 2012 até o presente (agosto de 2022). Os dados mensais fornecidos são referentes ao último dia de cada mês. Além disso, também há informações sobre a afluência e a defluência mensal em cada reservatório de interesse.

Já os dados diários referentes ao volume dos açudes são possíveis de serem obtidos somente para o último mês, ou seja, somente é possível acessar os dados diários dos últimos 30 dias até o momento presente. Entretanto, nesse caso, existem inconsistências significativas nos dados que impossibilitam uma aplicação mais assertiva no modelo hidrológico com resolução temporal diária. Além disso, ressalta-se a necessidade de expor informações acerca das questões

estruturais dos reservatórios e vertedouros, bem como o estabelecimento dos critérios de operação. Por fim, comenta-se que as informações disponíveis são fundamentais e devem ser aprimoradas para que de fato integrem as tomadas de decisão acerca da disponibilidade dos recursos hídricos.

7.2 Disponibilidade hídrica subterrânea

A região das Bacias do Litoral Norte está localizada, a oeste, sobre rochas do embasamento cristalino da Província Borborema e, a leste, sobre unidades litoestratigráficas da Bacia Sedimentar Paraíba. Sobrepostas de maneira descontínua sobre os diferentes tipos litológicos da região ocorrem coberturas detríticas diversas, de pouca espessura, que funcionam principalmente como unidades de recarga.

Do ponto de vista hidrogeológico o embasamento cristalino é composto por rochas duras, com baixa capacidade de armazenamento, pouca circulação e produção limitada de água subterrânea, enquanto que na bacia sedimentar da faixa litorânea encontram-se reservatórios de águas subterrâneas significativos, os quais são utilizados principalmente para abastecimento humano. Neste contexto foram estabelecidos para as Bacias do Litoral Norte dois grandes sistemas aquíferos: o Sistema Cristalino e o Sistema Paraíba.

O Sistema Aquífero Cristalino engloba as rochas antigas relacionadas ao Complexo Serrinha, Complexo São Caetano, à Formação Seridó e ao Plúton Esperança, estando presente predominantemente a oeste, em região de clima semiárido, envolvendo os trechos do médio e alto curso das bacias. O Sistema Aquífero Paraíba, composto por rochas sedimentares, com destaque para as Formações Beberibe e Barreiras, ocorre no trecho do baixo curso das bacias do Litoral Norte, próximo ao litoral, em região de clima mais úmido (**Figura 7.10**). Cabe destacar que na área das bacias, a Formação Beberibe não aflora em superfície, encontrando-se sobreposta aos sedimentos da Formação Barreiras e Depósitos Flúvio-marinhos.

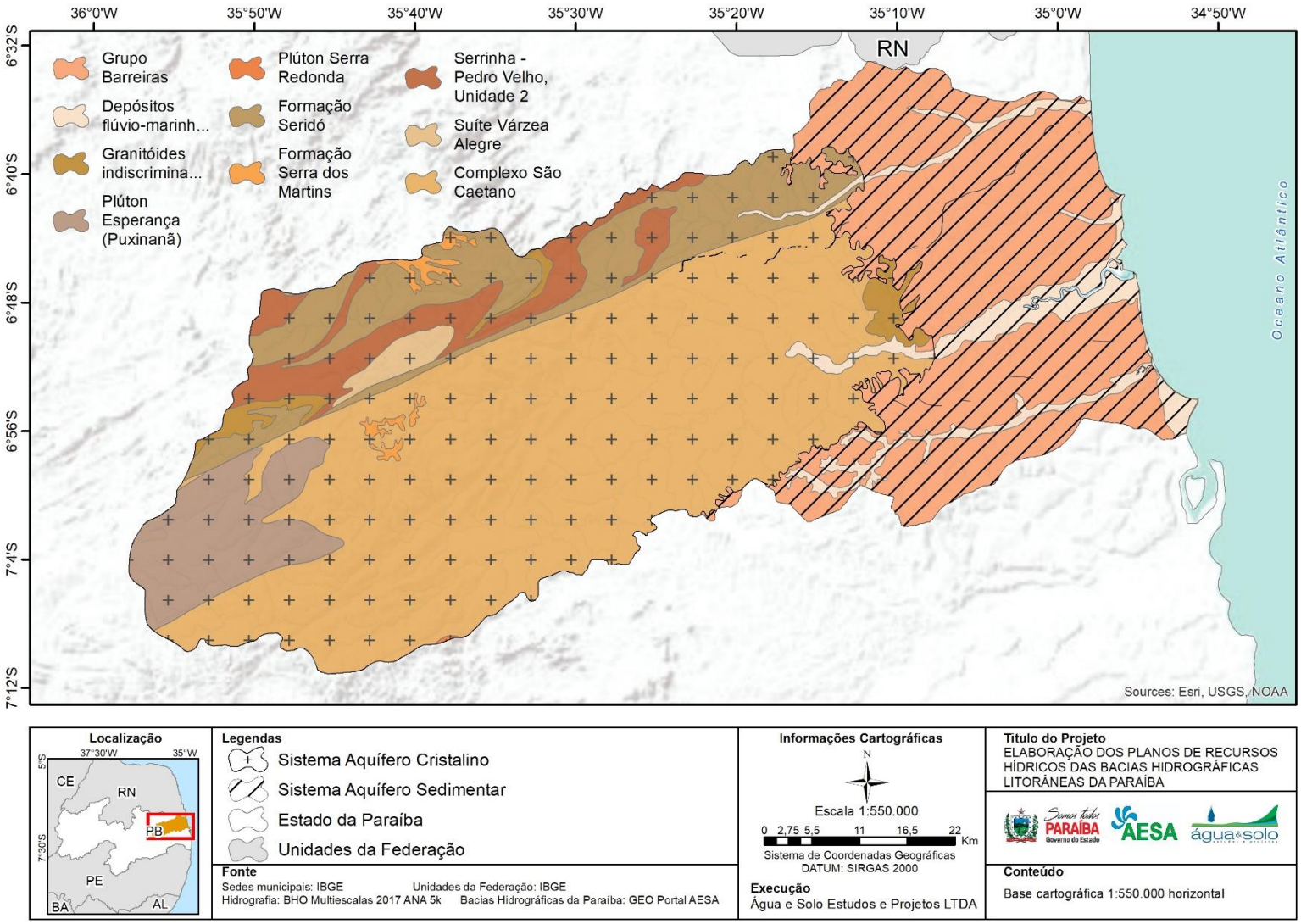


Figura 7.10 - Domínios Hidrogeológicos e Unidades Geológicas Superficiais nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

Na região do embasamento do cristalino as águas subterrâneas são utilizadas principalmente para abastecimento rural disperso, função das pequenas vazões disponíveis, enquanto que na região litorânea, na bacia sedimentar, adquirem importância como fonte de abastecimento humano para alguns núcleos urbanos expressivos através de captações da CAGEPA.

Apesar da importância desses mananciais da região litorânea, não se dispõe de conhecimento adequado do funcionamento hidráulico desses aquíferos e da capacidade de produção, como também não se faz o monitoramento adequado de seu uso como subsídio para ações de preservação da quantidade e da qualidade das águas.

Esforços mais significativos para caracterização e entendimento desses mananciais da região litorânea foram realizados no âmbito do Estudo de Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba (COSTA *et al*, 2007), envolvendo estudos hidrogeológicos e geofísicos, cadastro de poços, teste de bombeamento, análises de qualidade da água, dentre outros.

Esses estudos já indicavam para o ano de 2007 a possibilidade de uma exploração excessiva do Sistema Aquífero Paraíba (unidade Beberibe), inclusive caracterizando regiões onde já se identifica rebaixamento de nível estático, pontos com nível estático negativo em relação ao nível do mar e inversão de direção de fluxo natural das águas. O estudo conclui que já pode estar em curso (ano de 2007) uma sobre-exploração das águas subterrâneas, recomendado ações de monitoramento, fiscalização e controle do uso dessas águas.

7.2.1 Análise de dados cadastrais e produtividade dos poços e dos sistemas aquíferos

A principal base de dados utilizada para caracterização das captações e do uso dos mananciais hídricos subterrâneos nas Bacias do Litoral Norte foi o cadastro de poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS/CPRM, com um total de 1.460 poços, e o cadastro fornecido pela AESA com 168 poços.

Para fornecer um panorama das possibilidades de utilização das águas subterrâneas na região das bacias, as informações referentes a vazão de estabilização, vazão específica e o nível estático do poço foram espacializadas e agrupadas por unidade administrativa municipal.

Na apresentação dos dados, define-se:

- **Vazão de estabilização:** é a vazão firme obtida ao final do teste de bombeamento;
- **Vazão específica ou capacidade específica**: capacidade de produção dos poços em função do rebaixamento produzido: razão entre a vazão (m^3/h) e o rebaixamento (m);

- **Nível estático:** é a profundidade da água no do poço em repouso medida em metros a partir do nível do solo.

A Vazão específica ou capacidade específica (Qs = m^3 /h/m) fornece uma ideia do desempenho dos poços e, no seu conjunto, do potencial do sistema aquífero em função do volume extraído pelos poços em funcionamento. A **Tabela 7.4** exibe os valores mínimos, médios e máximos para os parâmetros supracitados por município.

Tabela 7.4 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLN por município (SIAGAS/AESA).

Município	Vazão de estabilização Mínima (m^3/h)	Vazão de estabilização máximas (m^3/h)	Vazão de estabilização média (m^3/h)	Vazões específicas mínimas (m^3/h/m)	Vazões específicas máximas (m^3/h/m)	Vazão específicas média (m^3/h/m)	Número de Poços s
Alagoa grande	0,10	18,00	2,92	0,01	0,51	0,24	96
Alagoa nova	0,37	8,00	3,19				18
Alagoinha	0,10	12,00	2,21	0,05	0,16	0,12	59
Algodão de Jandaíra	13,20	13,20	13,20	2,17	2,17	2,17	6
Araçagi	0,12	12,00	2,61	0,00	0,54	0,11	64
Arara	0,05	3,50	1,18	0,00	1,75	0,29	38
Areia	0,21	3,00	1,41	0,01	0,13	0,07	43
Areial	0,20	0,20	0,20	0,01	0,01	0,01	11
Baia da Traição	3,20	39,60	16,86	0,12	4,31	1,61	33
Bananeiras	0,40	2,82	1,16	0,01	0,09	0,04	16
Belém	1,20	1,20	1,20	0,05	0,05	0,05	10
Borborema							10
Capim							10
Casserengue	0,03	1,98	0,68	0,00	0,11	0,04	5
Cuité de Mamanguape	0,80	0,80	0,80				9
Cuitegi	3,15	3,15	3,15				30
Curral de cima	0,70	6,00	2,44				16
Duas estradas	0,07	3,00	2,02	0,00	0,60	0,30	26
Esperança	0,04	2,00	0,51	0,00	0,01	0,00	33
Guarabira	0,15	12,00	2,14	0,01	1,00	0,38	198
Itapororoca	0,35	5,00	2,66	0,33	0,67	0,53	37
Jacaraú							5
Juarez Távora							2
Lagoa de Dentro	0,31	4,00	2,17	0,02	0,14	0,09	17
Lagoa seca	0,05	6,00	1,09	0,01	0,10	0,03	80
Lucena	2,00	80,00	27,06	0,17	5,29	1,21	28
Mamanguape	0,50	14,40	4,99	0,07	6,00	1,19	51
Marcação	3,60	90,00	30,14	0,25	12,86	4,31	23
Mari	2,00	2,00	2,00	0,25	0,25	0,25	6

Município	Vazão de estabilização Mínima (m³/h)	Vazão de estabilização máximas (m³/h)	Vazão de estabilização média (m³/h)	Vazões específicas mínimas (m³/h/m)	Vazões específicas máximas (m³/h/m)	Vazão específicas média (m³/h/m)	Número de Poços s
Massaranduba	0,09	2,00	0,75	0,01	0,11	0,04	27
Mataraca	2,00	30,00	15,67	0,14	7,50	1,96	13
Matinhas	0,07	0,07	0,07	0,03	0,03	0,03	19
Montadas	0,10	2,50	0,76	0,02	0,02	0,02	13
Mulungu	0,17	6,00	1,78	0,01	1,50	0,39	99
Pedro Regis							7
Pilões	1,50	3,00	2,13	0,10	0,10	0,10	21
Pilõezinhos	0,90	11,00	5,30				28
Pirpirituba	1,84	13,00	5,13	0,31	1,52	0,73	37
Puxinanã							2
Remígio	0,50	3,13	1,65	0,04	0,20	0,09	20
Rio Tinto	0,90	66,00	14,95	0,06	4,66	1,21	83
Santa Rita							4
São Sebastião	0,09	0,13	0,11	0,01	0,01	0,01	6
Sape	0,90	3,00	2,18	2,00	2,00	2,00	14
Serra da raiz	0,80	2,00	1,40	0,05	0,11	0,08	10
Serra redonda							14
Serraria	0,80	8,00	3,08	0,04	0,44	0,24	21
Sertãozinho	0,48	8,00	3,28	0,03	4,62	1,58	18
Solânea	0,40	8,00	2,53				24

Estes poços cadastrados encontram-se distribuídos de forma heterogênea no território das bacias, função das demandas locais e das disponibilidades. Alguns municípios se destacam pela concentração de poços, a exemplo de Guarabira (198), Mulungu (99), Alagoa Grande (96), Rio Tinto (83) e Lagoa Seca (80).

Os poços com maior vazão média de estabilização estão situados nos municípios de Marcação (30,14 m³/h), com o máximo de 90,0 m³/h, Lucena (27,06 m³/h), com o máximo de 80,0 m³/h Baia da Traição (16,86 m³/h), com o máximo de 39,60 m³/h, Mataraca (15,67 m³/h) com máximo de 30,00 m³/h e Rio Tinto (14,95 m³/h) com máximo de 66,00 m³/h. Estes municípios estão situados próximo a região costeira captando água no Sistema aquífero Sedimentar (Formações Beberibe e Barreiras).

Os poços com menores vazões estão concentrados nos municípios de Areia, Matinhas, São Sebastião, Areial e Esperança, em áreas do embasamento cristalino.

A Vazão específica, definida como razão entre a vazão e o rebaixamento produzido no poço, fornece uma ideia da produtividade do sistema aquífero, que pode ser classificado conforme apresentado na **Tabela 7.5.**

Tabela 7.5 - Classes de produtividade dos poços (Correa et al., 2016)

Classe de Produtividade	Vazão de Referência (Qesp) $m^3/h/m$
Fraca	< 0,5
Moderada	$0,5 \leq Q_{esp} < 3,0$
Elevada	$3,0 \leq Q_{esp} < 12,0$
Muito Elevada	≥ 12,0

A partir dos dados observados, conclui-se que a produtividade dos poços da bacia é caracterizada como fraca em 24 municípios (69%), moderada em 10 (29%) e elevada em apenas 01 município (3%). A maior parte dos municípios onde a produtividade é moderada a elevada estão situados na região costeira e captam água no Sistema Aquífero Paraíba.

As informações dos poços dos cadastros do SIAGAS, perfazendo um total de 1.460 poços, foram transportadas para um ambiente SIG, utilizando o registro de coordenadas, o que permitiu correlacionar a sua localização e respectivos dados cadastrais com regiões e atributos físicos da bacia, a exemplo da geologia, determinante na definição e delimitação dos diferentes sistemas aquíferos.

Estes poços foram classificados em função das litologias, dos domínios aquíferos e vazões de produção, dentre outros parâmetros que permitiram o reconhecimento e avaliações específicas sobre as características dessas captações e das águas delas derivadas.

Deve-se destacar que o cadastro de poços do SIAGAS reúne registros de dados dos poços quando da sua perfuração, não havendo informações das condições de uso atual. Assim, é possível que parte destes poços esteja fora de operação ou em regime de utilização distinto da sua capacidade definida pelos testes iniciais de vazão e qualidade.

Apesar da possibilidade de que esses poços não contemplem o universo de captações subterrâneas e que a maioria dos dados se refere à época de perfuração, quando foram feitos os testes hidrodinâmicos e de qualidade, o tratamento estatístico dos dados fornece um panorama das principais características quantitativas e do desempenho destas captações. Essas análises são feitas por sistema aquífero na tentativa de compor um panorama regionalizado das características principais e do que se pode esperar em termos de produção de água.

Os dados cadastrais dos poços indicam que o aquífero sedimentar na região do baixo curso apresenta a maior vazão de retirada, correspondente a 75 % da explotação potencial de águas subterrâneas da bacia. A **Tabela 7.6** apresenta as vazões por sistema aquífero nas Bacias Litorâneas Norte.

Tabela 7.6 - Número de poços e vazões produzidas por Sistema Aquífero (SIAGAS).

Sistema Aquífero	Poços Perfurados	Vazão média (m³/h)	Vazão total (m³/dia)	Vazão total (%)
Sistema Cristalino	1207	2,06	9.945,7	39,2
Sistema Paraíba	253	15,24	15.422,9	60,8
Total	**1.460**	**-**	**25.368,6**	**100**

A vazão total dada em m³/dia foi estimada considerando um bombeamento diário médio de 4 horas, e se presta, principalmente, para uma avaliação relativa entre Sistemas Aquíferos, desde quando não se conhece a situação atual dos poços, os equipamentos instalados e o regime efetivo de exploração.

A partir da espacialização dos dados dos poços produtivos, constatou-se que 82,7% foram perfurados no sistema Aquífero Cristalino, no terço superior e médio da bacia hidrográfica, correspondente a uma região de predomínio de clima semiárido a árido. Nessa região a escassez de água é mais pronunciada e a disponibilidade de água superficial ao longo do ano, sobretudo nos períodos secos, fica restrita àquelas acumuladas em reservatórios superficiais. Nestas áreas, eventualmente, a única fonte de água para dessedentação, mesmo que limitada em termos de volume e qualidade, está armazenada em subsuperfície e é captada através de poços.

O restante dos poços (17,3%) foi perfurado no terço inferior das bacias, em rochas sedimentares da Formação Barreiras e/ou da bacia sedimentar Paraíba, próximo ao litoral e em zona de maiores precipitações. A **Tabela 7.7** apresenta a produtividades dos poços por sistema aquífero.

Tabela 7.7 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLN por Sistema Aquífero (SIAGAS)

Sistema Aquífero	Vazão de estabilização Mínima (m³/h)	Vazão de estabilização máximas (m³/h)	Vazão de estabilização média (m³/h)	Vazões específicas mínimas (m³/h/m)	Vazões específicas máximas (m³/h/m)	Vazão específicas média (m³/h/m)	Número de Poços
Sistema Cristalino	0,03	18,00	2,08	0,001	6,00	0,33	1.207
Sistema Paraíba	0,50	90,00	15,24	0,06	12,86	1,56	253

De acordo com as informações de produtividade dos poços e de vazões específicas, pode-se constar que o sistema aquífero associado ao embasamento cristalino apresenta, em média, baixa produção de água subterrânea, justificada pela baixa capacidade de armazenamento e menores índices pluviométricos da região, o que reduz a sua recarga. Por outro lado, o aquífero granular associado a bacia sedimentar apresenta, em média, poços com produtividade moderada, embora localmente sejam registrados poços de produtividade muito elevada, apresentado vazões de até 90m³/h.

A **Figura 7.11** apresenta a distribuição espacial dos dados de capacidade específica (produtividade) dos poços no território das Bacias do Litoral Norte.

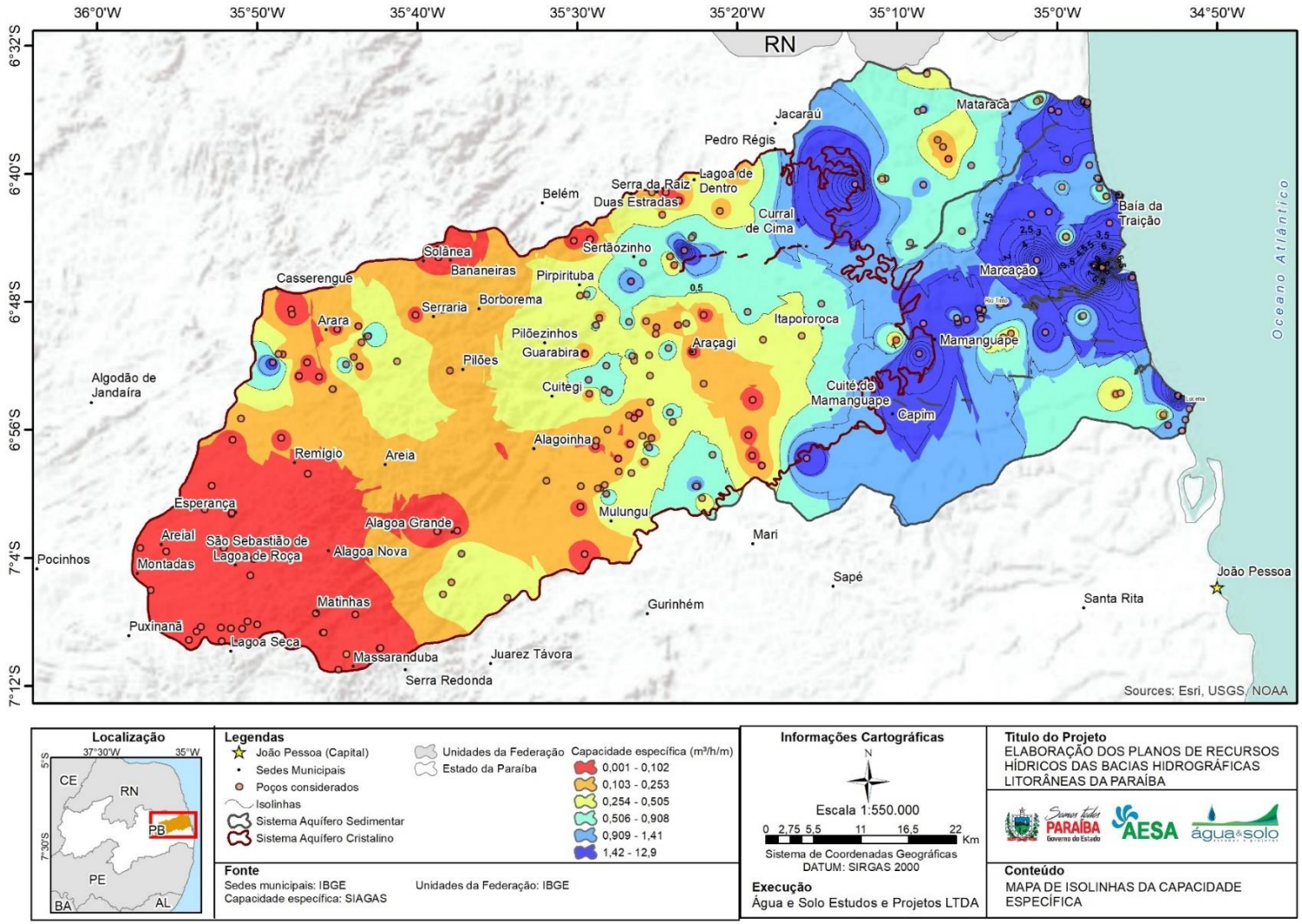


Figura 7.11 - Capacidade específica dos poços das BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

A **Tabela 7.8** exibe a profundidade do nível da água dentro do poço, quando este está em condição de repouso. Os poços com N.A. médio mais profundos estão localizados nos municípios de Belém, Mamanguape, Solânea, Mataraca e Matinhas, enquanto os mais rasos ficam nos municípios de Borborema, São Sebastião, Puxinanã, Lagoa de Dentro e Alagoa Nova, com valores abaixo de 2,0 metros.

Tabela 7.8 - Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLN (SIAGAS/AESA)

Município	Nível mínimo (m)	Nível máximo (m)	Nível médio (m)	Número de Poços
Alagoa grande	0,10	56,00	7,81	96
Alagoa nova	0,20	8,00	1,69	18
Alagoinha	0,50	23,00	10,85	59
Algodão de Jandaíra	6,00	6,00	6,00	6
Araçagi	0,10	30,00	7,03	64
Arara	0,50	21,00	5,38	38
Areia	0,62	9,00	2,87	43
Areial	1,10	5,04	2,64	11
Baia da Traição	1,00	22,00	7,64	33
Bananeiras	3,34	36,00	11,02	16
Belém	19,00	19,00	19,00	10
Borborema	0,50	0,50	0,50	10
Capim	3,07	3,07	3,07	10
Casserengue	1,91	3,00	2,27	5
Cuité de Mamanguape	2,00	2,00	2,00	9
Cuitegi	0,40	6,10	3,43	30
Curral de cima	1,50	18,00	7,70	16
Duas estradas	1,00	7,00	2,70	26
Esperança	0,30	21,00	3,90	33
Guarabira	0,30	27,00	3,82	198
Itapororoca	2,00	19,00	10,00	37
Jacaraú				5
Juarez Távora				2
Lagoa de Dentro	0,08	3,11	1,67	17
Lagoa seca	0,02	28,17	6,01	80
Lucena	1,00	42,50	8,95	28
Mamanguape	0,30	80,00	17,46	51
Marcação	1,50	8,00	4,11	23
Mari	2,00	4,00	3,33	6
Massaranduba	1,37	13,00	4,74	27
Mataraca	4,00	46,00	12,50	13
Matinhas	0,50	23,50	12,08	19
Montadas	0,05	11,00	4,69	13
Mulungu	0,02	25,00	7,39	99
Pedro Regis	9,00	9,00	9,00	7
Pilões	0,50	30,00	10,83	21
Pilõezinhos	1,00	4,00	2,70	28
Pirpirituba	2,00	12,00	5,32	37
Puxinanã	1,40	1,40	1,40	2

Município	Nível mínimo (m)	Nível máximo (m)	Nível médio (m)	Número de Poços
Remígio	1,00	14,00	4,10	20
Rio Tinto	0,30	60,62	7,54	83
Santa Rita				4
São Sebastião	0,95	1,53	1,24	6
Sape	1,00	6,00	3,43	14
Serra da raiz	1,00	22,00	9,00	10
Serra redonda	1,77	5,00	2,87	14
Serraria	0,70	48,00	10,85	21
Sertãozinho	1,58	2,71	2,19	18
Solânea	0,50	41,00	14,70	24

Agrupando esses dados de nível estático por sistema aquífero temos os valores apresentados conforme **Tabela 7.9**.

Tabela 7.9 - Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLN por sistema aquífero (SIAGAS/AESA).

Sistema Aquífero	Nível mínimo (m)	Nível máximo (m)	Nível médio (m)	Número de Poços
Sistema Cristalino	0,02	56,00	6,39	1.207
Sistema Paraíba	0,30	80,00	9,88	253

O sistema aquífero cristalino apresenta um nível estático médio de 6,39 metros enquanto no aquífero sedimentar o nível é de 9,88 metros. Os poços do Sistema Aquífero Cristalino apresentam profundidade média de em torno de 44,0 metros e apenas 48 poços (4%) apresentam profundidade superior a 60 metros. No aquífero sedimentar a profundidade média é de 59,8 metros com 43 (17%) poços apresentando profundidade superior a 100 metros. O poço mais profundo registrado no aquífero sedimentar atingiu a profundidade de 211 metros, no município de Lucena.

7.2.2 Reservas e Disponibilidade

A ocorrência de águas subterrâneas ao longo da bacia é heterogênea, sendo determinada pelas características de permeabilidade e porosidade do substrato rochoso no qual a água infiltra e fica armazenada, bem como pela recarga proveniente das precipitações ou de cursos d'água influentes, especialmente nos períodos chuvosos e de cheia.

As reservas hídricas dos sistemas aquíferos são divididas em reservas permanentes e reservas renováveis. Em sistemas aquíferos livres, as reservas permanentes ou seculares correspondem ao volume de água armazenado abaixo do nível inferior da variação anual do freático, enquanto

que as reservas renováveis ou reguladoras correspondem ao volume de água armazenada acima do nível freático mínimo.

A variação do nível do freático ao longo do tempo é causada pela infiltração (recarga) de uma parcela da precipitação pluviométrica que incide sobre uma bacia hidrográfica, infiltra no solo e efetivamente chega aos aquíferos. Ao longo do ano hidrológico, parte desta recarga é restituída aos rios na forma de escoamento de base.

Assim, de forma genérica, a reserva renovável corresponde ao escoamento de base dos rios, ou seja, à contribuição do aquífero para os rios ao longo de um ano hidrológico. Segundo (ANA, 2007) o valor de escoamento básico de um rio pode ser considerado como o valor de recarga dos aquíferos de uma determinada bacia.

A disponibilidade hídrica subterrânea está baseada no conceito de Reserva Renovável (ou Reguladora) que corresponde à variação de volume hídrico entre o máximo e o mínimo de armazenamento do aquífero livre devido a flutuações sazonais do nível do lençol freático. Corresponde, portanto, ao volume de água armazenado na faixa de flutuação do nível hidrostático do aquífero.

A dificuldade para o cálculo de disponibilidade hídrica subterrânea na maioria dos sistemas aquíferos está na falta de estudos específicos sobre as características hidrodinâmicas dos reservatórios subterrâneos e ausência de uma rede de monitoramento sazonal que caracterize a variação anual do nível estático.

Estudos pretéritos já abordaram a disponibilidade hídrica subterrânea abrangendo a região das Bacias do Litoral Norte. O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2019) considera a existência de três Sistemas Aquíferos para essa região das Bacias do Litoral Norte. O Sistema Aquífero Cristalino, predominante na região semiárida, relacionado às rochas antigas do embasamento; O sistema Aquífero Serra dos Martins, muito restrito em termos de área de abrangência, estando relacionado à formação litoestratigráficas homônima, e o Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco, na região litorânea, tendo como arcabouço as formações que compõem a bacia sedimentar Paraíba-Pernambuco.

Para o Aquífero Paraíba-Pernambuco os estudos do PERH (2019) definiram dois subsistemas: um sistema livre relacionado a sedimentos da Formação Barreiras e sedimentos arenosos recentes (aluviões, dunas e sedimentos de praia), podendo englobar também níveis superiores da Formação Gramame (calcários) e da Formação Beberibe (arenitos calcíferos); e outro sistema confinado, relacionado aos arenitos quartzosos e/ou calcíferos da Formação

Beberibe/Itamaracá, cujas unidades confinantes podem ser a Formação Gramame (margas), níveis argilosos da Base da Formação Barreiras ou argilas e folhelhos que ocorrem no topo de própria Formação Beberibe (Formação Itamaracá).

No cálculo das estimativas de disponibilidade hídrica subterrânea o PERH (2019) manteve os valores definidos pelo PERH (2006) calculado por sub-bacia hidrográfica conforme **Tabela 7.10**, justificando que não houve atualização da rede de monitoramento desde aquele período, ressaltando também a escassez de dados.

Tabela 7.10 - Valores de potencialidade e disponibilidade das águas subterrâneas (PERH, 2019/2006)

Sub-bacia	Potencial Subterrâneo (hm³/ano)		Reserva Subterrânea Explorável (hm³/ano)	Sistema Aquífero
	Subterrâneo	Ativado		
Rio Miriri	51,56	13,20	Não Exploráveis	Aluvial / Paraíba
Rio Mamanguape	57,25	9,70	4,00	Aluvial / Paraíba
Camaratuba	61.93	4,32	Desconhecida	Aluvial / Paraíba

O potencial subterrâneo foi calculado a partir das vazões de base dos rios que compõem a bacia hidrográfica instalada sobre os sistemas aquíferos responsáveis pelo escoamento de base. Já o Potencial Ativado expressa a capacidade máxima de exploração instalada, correspondente ao somatório das vazões de descarga anual feita pelos poços em operação em regime de bombeamento de 12 horas, durante todo o ano.

O Estudo de Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba (Costa et al, 2007), abrangendo apenas os aquíferos sedimentares da região costeira, concluiu pela baixa disponibilidade desses mananciais.

Avaliando a Potencialidade da exploração de água subterrânea na região da Bacia Paraíba a partir do escoamento de base dos rios, Costa *et al.* (2007) encontrou o valor de 678,48 x 10^6 m^3/ano. Adicionalmente, utilizando uma taxa de infiltração efetiva de 15% do total precipitado sobre as zonas de recarga, encontrou o valor de 765 x 10^6 m^3/ano, o que perfaz uma diferença de 12,8% entre os dois métodos. Sendo conservador e admitindo uma margem de segurança, concluiu por um potencial estimado de 650 x $10^6 m^3$ /ano.

Deste valor, ainda segundo o autor, o percentual de 60% constitui a parcela disponível para uso preservando-se o retorno de parte da vazão de base para atendimento da vazão ecologia dos mananciais superficiais. Assim, com base no valor da reserva reguladora de 650 x 10^6 m^3/ano, a disponibilidade efetiva estimada seria de 390 x 10^6 m^3/ano ou 12,37 m^3/s.

Costa et al (2007) estimou também as reservas permanentes do sistema semiconfinado utilizando dados de estudos geofísicos e dos poços que penetraram completamente o sistema aquífero, atingindo o embasamento cristalino. Essas estimativas levaram em consideração a geometria do aquífero, a qual foi compartimentada em blocos estruturais em função de condicionantes geológicos. Adotando dados de porosidade eficaz de 10%, coeficiente de armazenamento ($2x10^4$) e carga hidráulica de 10 metros, chegou a um volume de 81,9 x 10^9 m^3.

Costa et al (2007) considera ainda uma a disponibilidade instalada corresponde à descarga anual explorada pelos poços em operação existentes na bacia, em regime de bombeamento de 24/24 horas, e uma disponibilidade efetiva que corresponde àquela descarga anual efetivamente bombeada, conforme seja o regime de bombeamento praticado. Entretanto, a definição desses valores fica prejudicada em função da falta de um cadastro atualizado e da situação funcional dos mesmos.

7.2.3 Estimativa da Disponibilidade Hídrica

A estimativa da disponibilidade hídrica para os sistemas aquíferos pode ser estabelecida a partir da parcela da precipitação pluviométrica que infiltra e efetivamente chega aos sistemas aquíferos, constituindo assim a reserva renovável ou reguladora. Para tanto, é necessário definir as áreas de recarga, a precipitação média que incide sobre essas áreas e a taxa de infiltração para cada unidade aquífera.

Essa metodologia foi proposta por Costa (1998) para áreas da região Nordeste onde não se dispõe de dados suficientes e atualizados, e vem sendo utilizada em diversos estudos de âmbito regional.

As taxas de infiltração variam em função do tipo de solo, da topografia, dos índices de precipitação e intensidade das chuvas, do clima e da vegetação, dentre outros fatores que condicionam o movimento da água no solo, tanto superficial quanto subterrâneo.

Parte da água infiltrada no terreno retorna à superfície por efeito da evapotranspiração e parte se desloca para baixo, alcançando a zona saturada, onde se incorporam às reservas hídricas subterrâneas. Essa água infiltrada pode se deslocar lateralmente em direção à rede de drenagem, retornando à superfície como descarga de base dos mananciais hídricos superficiais.

Segundo Costa (2007) as taxas de infiltração efetiva para o sistema aquífero Paraíba têm estimativas que variam entre 10% e 30%, conforme cálculos apresentados no Relatório

SUDENE/CONESP-OESA (1975). Ainda segundo Costa (2007) uma taxa de recarga variando entre 11% e 15% para o sistema aquífero Pernambuco-Paraíba é perfeitamente factível.

O Plano Diretor da Bacia do Rio Gramame (2000), conferiu à taxa um valor médio de 15%, aventando a hipótese de que ela pode variar entre os limites de 10% a 30% (Costa et al, 2007).

Na região da Bacia Paraíba Costa *et al.* (2007) estimou a Reserva Renovável a partir do escoamento de base dos rios medido na rede hidrométrica local, como também estimou essas mesmas reservas a partir da infiltração de águas pluviais, adotando um percentual de 15% de infiltração efetiva, concluindo que ambas apresentam resultados aproximados com diferença em torno de 12,8%.

Para terrenos cristalinos com manto de intemperismo a Ana (2007) adota como valor de referência um percentual de infiltração efetiva de 4% do valor da precipitação.

Neste estudo as Reservas Reguladoras foram estimadas a partir da seguinte equação:

Reserva reguladora = A x P x I (m^3/ano).

Onde:

A = Área de recarga do aquífero (m^2);
P = Precipitação pluviométrica média anual na área de recarga (mm/ano);
I = Taxa efetiva de infiltração (taxa de recarga).

Foi adotada uma taxa de infiltração efetiva de 15% para o aquífero sedimentar e uma taxa de 4% para o aquífero cristalino.

Este valor de disponibilidade hídrica estimado a partir da reserva renovável é conservador e está baseada no conceito de sustentabilidade do sistema, uma vez que não atinge as reservas permanentes, caracterizando uma explotação passível de ser reposta ao longo de um período anual, ou plurianual quando considerados ciclos hidrológicos mais longos nos cálculos dos índices médios de precipitação.

Assim, em termos de disponibilidade, não se pode utilizar toda a reserva reguladora do sistema aquífero, tendo em vista a necessidade de manutenção das descargas de base para os mananciais superficiais.

Neste sentido, o conceito de Disponibilidade Explotável representa a parcela da Reserva Reguladora que pode ser explotada do aquífero levando-se em conta a preservação das reservas

ecológicas, ou seja, o volume de água que são restituídas do aquífero para a rede de drenagem superficial.

Estudos da ANA (2007) adotam como regra geral que as reservas explotáveis de um aquífero correspondem a 20% das reservas reguladoras, destacando que se trata de um valor conservador com intuito de preservar a restituição de vazões ecológicas aos mananciais superficiais.

Costa *et al*. (2007) calculando as vazões de base mínimas para atendimento de demandas ecológicas nos períodos de estiagem adotou um valor de 60% para o percentual da reserva reguladora disponível para explotação.

Para as Bacias do Litoral Norte foi adotado como parcela passível de utilização o percentual de 60% das reservas renováveis estimadas.

A **Tabela 7.11** apresenta os valores de Reserva Renovável e Disponibilidade Explotável por sistema aquífero nas Bacias do Litoral Norte.

Tabela 7.11 - Valores de Reserva Renovável e Disponibilidade das águas subterrâneas

Sub-bacia	Área de Recarga (km²)		Reserva Reguladora (m³/ano)		Disponibilidade (m³/ano)	
	Cristalino	Sedimentar	Cristalino	Sedimentar	Cristalino	Sedimentar
Rio Camaratuba	249,10	388,50	$9,12 \times 10^6$	$71,07 \times 10^6$	$5,47 \times 10^6$	$42,64 \times 10^6$
Rio Mamanguape	2.909,20	608,30	$106,48 \times 10^6$	$111,27 \times 10^6$	$63,89 \times 10^6$	$66,76 \times 10^6$
Rio Miriri	2,80	432,80	$10,24 \times 10^4$	$79,17 \times 10^6$	$6,15 \times 10^6$	$47,50 \times 10^6$
Total	**3.161,10**	**1.429,50**	**$115,70 \times 10^6$**	**$261,51 \times 10^6$**	**$69,42 \times 10^6$**	**$156,90 \times 10^6$**

A área de recarga de cada unidade aquífera foi obtida a partir do mapa hidrogeológico elaborado para este estudo, o qual mostra a delimitação dos sistemas aquíferos baseado na litologia.

A precipitação foi calculada a partir dos dados dos postos pluviométricos e sintetizadas como precipitação média anual.

A avaliação quantitativa das reservas de águas subterrâneas e da disponibilidade são dificultadas pela precariedade de dados e pela falta de programas sistemáticos de monitoramento dirigido a essa finalidade.

Assim, os valores apresentados neste estudo são estimativos, sendo necessário ampliar o conhecimento da bacia a partir de estudos específicos sobre mananciais hídricos subterrâneos, sobre a interação entres recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como atividades de controle e monitoramento do uso desses mananciais.

7.3 Demandas hídricas

Para avaliar as demandas de água em uma bacia hidrográfica para fins de planejamento podem ser adotados dados diretos, referentes à outorga, ou estimativas com dados secundários mais facilmente obtidos.

Considerando que a outorga não apresenta um grau de cobertura suficiente para essa avaliação, o uso de indicadores sobre dados de população, de rebanhos, de áreas irrigadas e da produção industrial podem ser utilizados.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico vem desenvolvendo uma série de estudos sobre consumo de água no Brasil, apresentando indicadores que permitem estimar as retiradas e os consumos de água.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos foram utilizados os coeficientes do Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil — PLIRHINE, que foi um estudo desenvolvido pela SUDENE e publicado em 1980.

Já na revisão do Plano, foram utilizadas duas referências da ANA: Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos (2017) e Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (2019).

Para avaliar as demandas das bacias do Litoral Norte, foram levantados os dados necessários para aplicação das referências da ANA, tal como estavam na revisão do Plano Estadual, mantendo uma coerência para os diferentes instrumentos de planejamento.

Além disso, foi consultado o portal do SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, mantido pela ANA. Assim, foram obtidas três bases de informações: cálculo com dados levantados e coeficientes da ANA, revisão do Plano Estadual e dados retirados do SNIRH.

Os dados mais difíceis de serem encontrados são os referentes à indústria, já que os índices utilizados dependem do tipo de indústria e do número de funcionários. Para realizar os cálculos, foram utilizados os dados do portal de licenciamento ambiental. Foram levantadas as licenças para a atividade industrial e estimado o número de funcionários pelo porte de empreendimento. Para as atividades CNAE que não possuíam índices de consumo, foram utilizados os tipos mais similares.

Esse procedimento, no entanto, gerou discrepâncias significativas com os valores constantes na revisão do Plano Estadual.

Da mesma forma, os dados censitários sobre irrigação não guardaram coerência com a revisão do Plano Estadual, nem com o SNIRH.

Assim, abandonou-se a proposta inicial de cálculo e fez-se a comparação entre o Plano revisado e o SNIRH. Verificou-se que as diferenças entre as duas bases mostram valores menores para o consumo industrial na revisão do Plano do que no SNIRH. Como relatado, a indústria teve uma redução da atividade, o que poderia explicar esse menor valor. Comparando os valores municipais, 37 dos 51 municípios têm valores maiores pelo SNIRH em comparação com a revisão do Plano Estadual. Aplicando-se um acréscimo de 25% nos valores da ANA para o ano de 2022, observa-se que 42 dos 51 municípios do Litoral Norte ficam nessa condição.

Considerando essas discrepâncias e a existência de projeções de demanda para o período até 2040, decidiu-se adotar os dados do SNIRH para definir a demanda do plano.

O SNIRH apresenta os dados na forma de gráfico com a porcentagens de cada uso e o uso total, em m³/s. Para o estado da Paraíba no corrente ano de 2022, a retirada total é 23,29 m³/s e o consumo total é 15,39 m³/s. A irrigação é o uso mais significativo, com 63,2% do consumo.

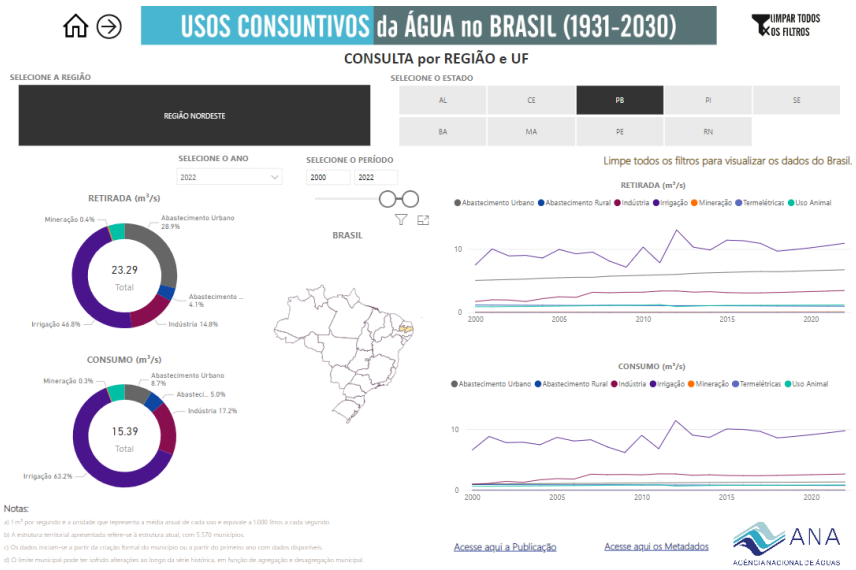


Figura 7.12 - Consumo de água em 2022 segundo o Portal do SNIRH

Os valores foram levantados para todos os municípios na Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil – BD Usos, com dados de diagnóstico até 2021 e projeções até 2040, compatível com o horizonte do Plano Nacional de Recursos Hídricos. A BD Usos foi lançada recentemente, em 2019.

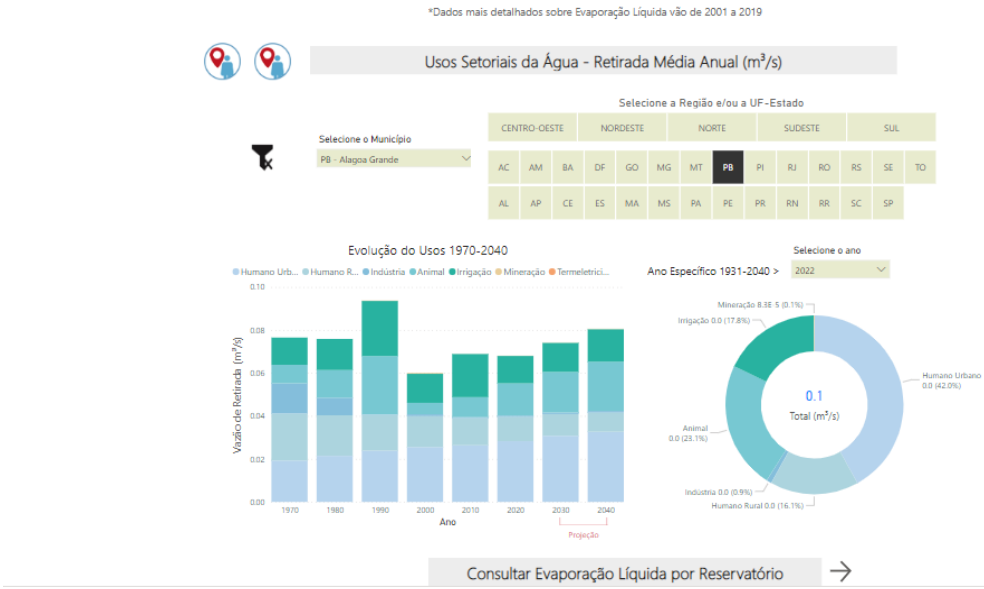


Figura 7.13 - Usos setoriais da água - retirada méda anual

Com os dados capturados por município, foram geradas as tabelas a seguir.

Tabela 7.12 - Participação de cada uso de água na retirada total de água (SNIRH, ano de referência 2022)

Município	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Miner ação	Agricultura irrigada	Dessedentação Animal
Alagoa Grande	42,00%	16,10%	0,90%	0,10%	17,80%	23,10%
Alagoa Nova	19,00%	14,30%	34,70%	0,00%	25,70%	6,40%
Alagoinha	62,80%	17,90%	0,30%	0,00%	1,60%	17,40%
Algodão de Jandaíra	40,90%	23,20%	1,00%	0,00%	0,00%	34,90%
Araçagi	33,10%	27,00%	0,40%	0,00%	8,10%	31,40%
Arara	59,60%	18,40%	0,20%	0,00%	1,60%	20,10%
Areia	51,20%	9,90%	2,80%	0,00%	22,60%	13,50%
Areial	79,70%	11,60%	0,20%	0,00%	0,00%	8,50%
Baía da Traição	14,10%	17,60%	0,00%	0,00%	66,20%	2,10%
Bananeiras	26,60%	31,90%	7,70%	0,00%	4,50%	29,40%
Belém	65,10%	8,30%	5,70%	0,00%	0,40%	20,60%
Borborema	70,50%	10,30%	0,00%	7,40%	0,00%	11,90%
Capim	31,60%	4,10%	0,00%	0,00%	61,90%	2,40%
Casserengue	39,20%	31,30%	0,00%	1,90%	0,00%	27,60%
Cuité de Mamanguape	22,50%	11,90%	0,00%	0,00%	56,10%	9,50%
Cuitegi	63,30%	8,80%	2,90%	0,00%	9,10%	15,90%
Curral de Cima	11,70%	36,60%	0,00%	0,00%	21,00%	30,60%
Duas Estradas	52,40%	6,90%	12,30%	0,00%	0,00%	28,40%
Esperança	61,00%	21,80%	3,60%	0,00%	1,50%	12,00%
Guarabira	55,00%	3,60%	33,90%	0,00%	0,00%	7,00%
Gurinhém	25,90%	33,20%	0,10%	0,80%	0,00%	40,10%
Itapororoca	37,60%	11,40%	0,00%	0,00%	39,80%	11,20%
Jacaraú	28,20%	8,90%	0,10%	0,00%	55,00%	7,70%
Juarez Távora	70,70%	13,30%	0,20%	0,00%	0,00%	15,90%
Lagoa de Dentro	37,90%	22,10%	0,00%	0,00%	0,00%	40,00%
Lagoa Seca	41,20%	33,60%	1,10%	0,00%	14,30%	9,70%
Lucena	47,50%	1,10%	18,50%	0,00%	32,60%	0,30%
Mamanguape	8,40%	1,12%	58,20%	0,00%	31,80%	0,50%
Marcação	17,30%	10,70%	0,00%	0,00%	71,40%	0,63%
Mari	21,30%	4,00%	0,00%	0,00%	67,60%	7,00%

Município	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Mineração	Agricultura irrigada	Dessedentação Animal
Massaranduba	45,40%	31,10%	1,50%	1,10%	0,00%	20,90%
Mataraca	5,70%	0,61%	0,00%	22,50 %	70,50%	0,60%
Matinhas	14,80%	68,70%	0,00%	0,00%	0,00%	16,50%
Montadas	76,00%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	11,50%
Mulungu	31,70%	20,00%	1,20%	0,00%	0,00%	47,10%
Pedro Régis	37,70%	24,80%	0,00%	0,00%	23,50%	14,00%
Pilões	54,70%	30,60%	1,80%	0,00%	0,00%	13,00%
Pilõezinhos	56,60%	22,80%	0,00%	0,00%	0,00%	20,60%
Pirpirituba	61,20%	10,20%	0,50%	0,00%	11,00%	17,10%
Pocinhos	44,60%	20,70%	2,40%	1,40%	0,00%	30,90%
Puxinanã	36,40%	42,30%	1,30%	0,00%	0,50%	19,60%
Remígio	70,20%	15,90%	1,00%	0,00%	0,00%	12,80%
Rio Tinto	7,00%	3,33%	30,90%	0,00%	58,30%	0,50%
São Sebastião de Lagoa de Roça	38,60%	42,90%	0,60%	0,00%	5,10%	12,90%
Sapé	25,20%	6,60%	0,60%	0,20%	64,60%	2,82%
Serra da Raiz	46,80%	17,90%	0,00%	0,00%	4,60%	30,60%
Serra Redonda	39,30%	18,00%	26,60%	0,00%	0,00%	16,10%
Serraria	31,50%	15,90%	23,00%	0,00%	9,00%	20,70%
Sertãozinho	73,10%	9,50%	0,30%	0,00%	0,00%	17,10%
Solânea	66,50%	14,90%	0,40%	0,00%	0,00%	18,20%

Tabela 7.13 - Valores de retirada de água, em litros por segundo (L/s)

Município	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Mineração	Agri. irrigada	Dessed. Animal	Total
Alagoa Grande	29,4	11,27	0,63	0,07	12,46	16,17	70
Alagoa Nova	14,25	10,73	26,03	-	19,28	4,8	75,08
Alagoinha	20,1	5,73	0,1	-	0,51	5,57	2
Algodão de Jandaíra	2,05	1,16	0,05	-	-	1,75	5
Araçagi	12,25	9,99	0,15	-	3	11,62	37
Arara	11,92	3,68	0,04	-	0,32	4,02	9,98
Areia	38,4	7,43	2,1	-	16,95	10,13	5
Areial	11,96	1,74	0,03	-	-	1,28	5
Baía da Traição	5,36	6,69	-	-	25,16	0,8	8
Bananeiras	11,17	13,4	3,23	-	1,89	12,35	2,04
Belém	22,79	2,91	2	-	0,14	7,21	5,04
Borborema	8,46	1,24	-	0,89	-	1,43	12,01
Capim	15,8	2,05	-	-	30,95	1,2	50
Casserengue	5,1	4,07	-	0,25	-	3,59	13
Cuité de Mamanguape	7,2	3,81	-	-	17,95	3,04	32
Cuitegi	8,86	1,23	0,41	-	1,27	2,23	4
Curral de Cima	1,76	5,49	-	-	3,15	4,59	14,99
Duas Estradas	4,45	0,59	1,05	-	-	2,41	8,5
Esperança	28,06	10,03	1,66	-	0,69	5,52	45,95
Guarabira	93,5	6,12	57,63	-	-	11,9	169,2

Município	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Mineração	Agri. irrigada	Dessed. Animal	Total
Gurinhém	7,38	9,46	0,03	0,23	-	11,43	28,53
Itapororoca	19,55	5,93	-	-	20,7	5,82	52
Jacaraú	19,74	6,23	0,07	-	38,5	5,39	9,93
Juarez Távora	8,48	1,6	0,02	-	-	1,91	12,01
Lagoa de Dentro	5,69	3,32	-	-	-	6	15
Lagoa Seca	19,78	16,13	0,53	-	6,86	4,66	47,95
Lucena	64,13	1,49	24,98	-	44,01	0,41	135
Mamanguape	68,88	9,18	477,24	-	260,76	4,1	820,2
Marcação	10,03	6,21	-	-	41,41	0,37	58,02
Mari	26,63	5	-	-	84,5	8,75	124,9
Massaranduba	14,07	9,64	0,47	0,34	-	6,48	31
Mataraca	9,98	1,07	-	39,38	123,38	1,05	174,8
Matinhas	1,04	4,81	-	-	-	1,16	7
Montadas	13,68	2,25	-	-	-	2,07	18
Mulungu	9,51	6	0,36	-	-	14,13	30
Pedro Régis	5,66	3,72	-	-	3,53	2,1	15
Pilões	6,56	3,67	0,22	-	-	1,56	12,01
Pilõezinhos	5,09	2,05	-	-	-	1,85	9
Pirpirituba	14,69	2,45	0,12	-	2,64	4,1	24
Pocinhos	16,73	7,76	0,9	0,53	-	11,59	37,5
Puxinanã	8,01	9,31	0,29	-	0,11	4,31	22,02
Remígio	21,06	4,77	0,3	-	-	3,84	29,97
Rio Tinto	25,9	12,32	114,33	-	215,71	1,85	370,1
São Sebastião de Lagoa de Roça	6,76	7,51	0,11	-	0,89	2,26	17,52
Sapé	52,92	13,86	1,26	0,42	135,66	5,92	210
Serra da Raiz	3,28	1,25	-	-	0,32	2,14	6,99
Serra Redonda	6,88	3,15	4,66	-	-	2,82	17,5
Serraria	5,36	2,7	3,91	-	1,53	3,52	17,02
Sertãozinho	8,77	1,14	0,04	-	-	2,05	12
Solânea	29,26	6,56	0,18	-	-	8,01	4

A partir destas tabelas foi possível calcular as retiradas e os consumos de água nos municípios das BHLN. Foi acrescentado o uso da aquicultura com os dados constantes na revisão do Plano Estadual, já que esse uso não consta do Portal do SNIRH.

Inicialmente, destaca-se que os usos mais importantes nos municípios analisados são a indústria de transformação e a agricultura irrigada, que somam cerca de 80% do total. Os usos de abastecimento urbano (6,9%) e dessedentação animal (6,3%) ocupam uma posição intermediária, enquanto os demais usos ficam abaixo de 5%.

Tabela 7.14 - Usos totais

	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Mineração	Agri. irrigada	Dessed. Animal	Aquicultura	Total
Consumo Total (l/s)	215	60	1.321	42	1.186	198	114	3.136
Participação	6,9%	1,9%	42,1%	1,3%	37,8%	6,3%	3,6%	
Retirada Total (l/s)	1.075	302	1.523	42	1.482	247	114	4.787
Participação	22,5%	6,3%	31,8%	0,9%	31,0%	5,2%	2,4%	100 %
Consumo / retirada	20,0%	20,0%	86,7%	100%	80,0%	80,0%	100%	65,5 %

Os usos de água considerados *rurais* (abastecimento rural, mineração, agricultura irrigada, dessedentação animal e aquicultura) foram ponderados pela área ocupada pelo município na bacia. Os usos considerados *urbanos* foram o abastecimento urbano e a indústria.

Tabela 7.15 - Usos urbanos por município

	Retirada (l/s)			Consumo (l/s)		
Município	Camaratuba	Mamanguape	Miriri	Camaratuba	Mamanguape	Miriri
Alagoa Grande	-	69,31	-	-	25,36	-
Alagoa Nova	-	75,08	-	-	21,41	-
Alagoinha	-	33,12	-	-	7,13	-
Algodão de Jandaíra	-	0,06	-	-	0,03	-
Araçagi	0,08	38,88	0,03	0,05	15,60	0,01
Arara	-	19,98	-	-	4,21	-
Areia	-	77,23	-	-	25,38	-
Areial	-	14,70	-	-	1,23	-
Baía da Traição	4,32	33,96	-	2,94	19,46	-
Bananeiras	-	28,37	-	-	10,23	-
Belém	-	2,80	-	-	1,76	-
Borborema	-	14,89	-	-	5,16	-
Capim	-	20,42	29,65	-	15,60	10,58
Casserengue	-	1,16	-	-	0,58	-
Cuité de Mamanguape	-	29,92	2,13	-	16,08	1,51
Cuitegi	-	14,00	-	-	3,05	-
Curral de Cima	11,20	3,76	-	5,21	2,07	-
Duas Estradas	8,38	0,07	-	1,97	0,05	-
Esperança	-	40,34	-	-	4,56	-
Guarabira	-	170,30	-	-	11,89	-
Gurinhém	-	0,25	-	-	0,14	-
Itapororoca	0,02	53,94	-	0,01	24,34	-
Jacaraú	20,30	-	-	14,72	-	-
Juarez Távora	-	0,15	-	-	0,08	-

Município	Retirada (l/s)			Consumo (l/s)		
	Camaratuba	Mamanguape	Miriri	Camaratuba	Mamanguape	Miriri
Lagoa de Dentro	11,82	0,00	-	3,60	0,00	-
Lagoa Seca	-	17,20	-	-	7,74	-
Lucena	-	-	122,27	-	-	25,01
Mamanguape	145,34	673,04	-	113,91	99,48	-
Marcação	-	57,87	-	-	34,56	-
Mari	-	10,29	15,83	-	8,23	10,58
Massaranduba	-	19,34	-	-	2,23	-
Mataraca	45,59	-	-	30,05	-	-
Matinhas	-	7,00	-	-	1,89	-
Montadas	-	16,54	-	-	1,39	-
Mulungu	-	28,07	-	-	11,30	-
Pedro Régis	7,31	-	-	4,10	-	-
Pilões	-	12,01	-	-	1,98	-
Pilõezinhos	-	9,00	-	-	1,89	-
Pirpirituba	0,05	23,97	-	0,03	5,87	-
Pocinhos	-	0,02	-	-	0,01	-
Puxinanã	-	1,21	-	-	0,48	-
Remígio	-	26,78	-	-	2,53	-
Rio Tinto	37,88	301,02	65,96	30,25	128,40	43,95
São Sebastião de Lagoa de Roça	-	-	0,74	-	-	0,28
Santa Rita	-	1.412,53	-	-	314,93	-
Sapé	-	0,02	47,50	-	0,01	34,24
Serra da Raiz	1,58	1,39	-	0,95	0,83	-
Serra Redonda	-	1,76	-	-	0,85	-
Serraria	-	17,02	-	-	4,58	-
Sertãozinho	2,41	9,61	-	1,41	0,47	-
Solânea	-	36,56	-	-	4,35	-
Total	296,27	3.424,92	284,10	209,20	849,39	126,17

Observa-se que os municípios de Santa Rita (39%), Mamanguape (24%) e Rio Tinto (12%) são dos que apresentam os maiores consumos de água. Juntos, representam quase 75% do consumo total.

Analisando a relação entre consumo e retirada, verifica-se que as três bacias têm comportamento muito diferente. A bacia do Camaratuba tem um perfil de consumo mais elevado, compatível com o uso de irrigação que apresenta menor retorno. Já a bacia do Miriri tem um menor consumo e, portanto, um maior retorno, compatível com os usos de abastecimento e dessedentação animal. A bacia do Mamanguape ocupa uma posição intermediária.

Na comparação entre as bacias, a do Mamanguape é a de maior expressão, com 86% da vazão de consumo das BHLN.

Tabela 7.16 - Comparação entre as bacias

-	Camaratuba	Mamanguape	Miriri	Média
Consumo/retirada	72%	67%	58%	66%
	Camaratuba	Mamanguape	Miriri	Total
Sobre o consumo da BHLN	8%	86%	6%	100%

Os usos da água na bacia do rio Camaratuba mostram o predomínio da agricultura irrigada (81%) e da dessedentação animal (7%), mostrando o perfil mais rural da bacia.

Bacia do rio Camaratuba

Tabela 7.17 - Usos da bacia do rio Camaratuba

Uso da água	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Mineração	Agri. irrigada	Dessed. Animal	Aquicultura	Total
Consumo (l/s)	4,37	4,24	0,91	8,51	173,93	14,90	7,62	214,48
Participação	2,04%	1,98%	0,42%	3,97%	81,10%	6,95%	3,55%	100,00%

Para a bacia do Mamanguape o uso industrial é o predominante, com 87% da vazão de consumo estimada, seguida do abastecimento urbano, sendo os usos rurais de baixa expressão.

Tabela 7.18 - Usos da bacia do rio Mamanguape

Uso da água	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Mineração	Agri. irrigada	Dessed. Animal	Aquicultura	Total
Consumo (l/s)	152,31	34,48	1.289,36	1,09	1,09	1,09	1,091	1.480,511
Participação	10,29%	2,33%	87,09%	0,07%	0,07%	0,07%	0,07%	100,00%

Por fim, a bacia do Miriri também tem caráter urbano, mas com grande participação do abastecimento urbano, cerca de 40%, que junto com a indústria (54%), representam quase a totalidade do consumo de água.

Tabela 7.19 - Usos da bacia do rio Miriri

Uso da água	Humano Urbano	Humano Rural	Indústria transformação	Mineração	Agri. irrigada	Dessed. Animal	Aquicultura	Total -
Consumo (l/s)	15,985	2,113	21,653	0,123	0,123	0,123	0,123	40,245
Participação	39,72%	5,25%	53,80%	0,31%	0,31%	0,31%	0,31%	100,00%

7.4 Usos múltiplos e conflitos existentes

Para auxiliar a compreender os usos da água existentes nas BHLN, foi consultado o banco de outorgas da AESA e consideradas as orientações recebidas dos membros do CBH-LN e GET. Já para a discussão quanto aos conflitos existentes, foi consultado o canal de denúncias da

AESA, além dos conflitos identificados durante o reconhecimento de campo e a elaboração de um formulário de participação pública.

7.4.1 Usos da água identificados no banco de outorgas

A **Figura 7.14** apresenta a espacialização dos usos da água nas bacias, de acordo com a finalidade dos cadastros apresentadas no banco de outorgas da AESA. Na UPH do Rio Camaratuba e na UPH do Rio Mamanguape existem UCs de Proteção Integral. Além disso, a foz do Rio Camaratuba e a foz do Rio Mamanguape são conhecidas por atividades de turismo, estando também localizadas nessas regiões 3 Terras Indígenas, conforme apresentado no item 3.7.

O banco de outorgas considerado contemplou as informações registradas até 31/01/2022, considerando as outorgas que estavam cadastradas como "vigente" e também as cadastradas como "vencidas". Tratando-se da água superficial, verifica-se que o uso para irrigação predomina na UPH Rio Camaratuba com 91,1% das outorgas. Na UPH Rio Mamanguape, o uso para irrigação também predomina, com 62,5% das outorgas, seguido do uso para aquicultura (22,4%). Na UPH Rio Miriri predomina o uso para irrigação com 85,0% das outorgas. Já para as águas subterrâneas, na UPH Rio Camaratuba predomina o uso para abastecimento rural (52,0%), seguido do uso agroindustrial (28,0%). Na UPH Rio Mamanguape, também predomina o uso para abastecimento rural com 47,5% das outorgas, seguido do uso para abastecimento público (22,9%). Por fim, na UPH Rio Miriri predomina o uso para irrigação (71,8%), seguido do uso para abastecimento público (17,9%).

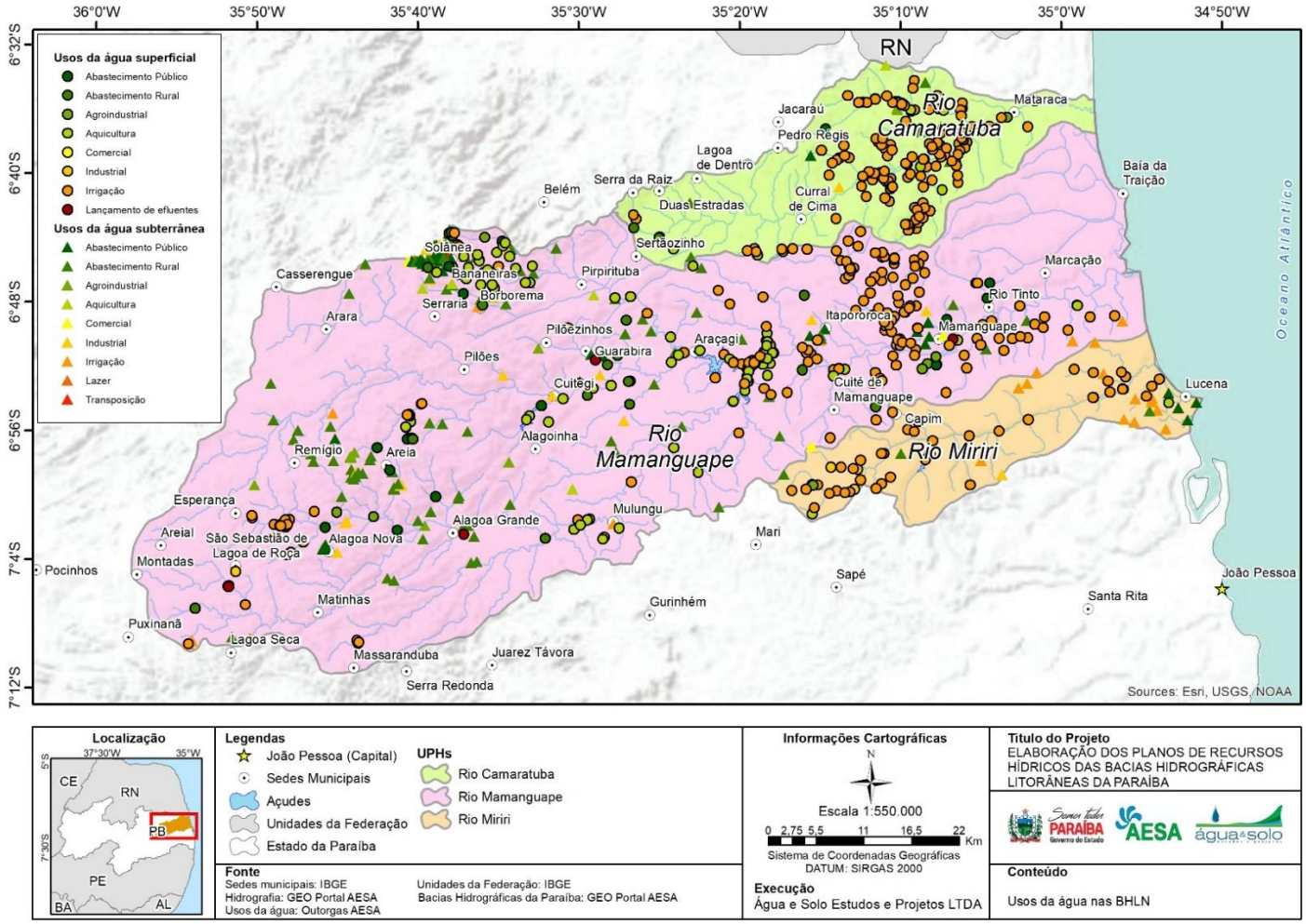


Figura 7.14 - Usos da água nas BHLN
Fonte: Acervo próprio, 2022.

7.4.2 Conflitos pelo uso da água

A seguir são discutidas as fontes consultadas para discussão sobre os conflitos pelo uso da água.

7.4.2.1 Canal de denúncias da AESA

A AESA disponibiliza em seu site um canal para cadastro de denúncias anônimas sobre o uso irregular da água no estado da Paraíba. No site estão disponíveis 194 denúncias do período de 2017 a 2020, sendo que 53 dessas denúncias foram apuradas e as outras 141 foram descartadas por falta de informações acerca do ocorrido ou por não terem relação com as competências da AESA. Das 53 denúncias apuradas pela AESA, 9 não apresentaram irregularidade. As denúncias que apresentam alguma irregularidade são dividias em sete tipos: construção ou reforma de barragem sem a devida licença (1); deixar expirar o prazo de validade da outorga, sem solicitar a devida renovação ou prorrogação (2); execução de obra ou serviço para utilização dos recursos Hídricos, sem a respectiva outorga (3); iniciar a implantação ou implantar qualquer empreendimento, ou serviço de interferência hídrica, sem a devida licença (4); perfurar poços ou manter em funcionamento tal corpo hídrico, sem a devida autorização (5); utilizar os Recursos Hídricos de domínio estadual, ou quando delegado, os de domínio federal, sem a devida licença (6); outros (7).

Os municípios presentes nas BHLN totalizam 34% das denúncias apuradas pela AESA, são eles: Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Itapororoca, Mamanguape, Massaranduba, Mulungu, Santa Rita, São Sebastião de Lagoa de Roça e Solânea. O município que recebeu o maior número de denúncias foi Bananeiras, com 4, seguido de Alagoa Nova, com 3 denúncias. Apenas 3 das 18 denúncias apuradas não apresentaram irregularidades. As denúncias (5) e (6) foram o tipo de irregularidade mais recorrente nas bacias hidrográficas do Litoral Norte, com o somatório de 5 denúncias cada. A **Tabela 7.20** apresenta as denúncias por tipo de irregularidade nas BHLN e a **Tabela 7.21** apresenta a distribuição das denúncias que apresentam irregularidade por município nas BHLN.

Tabela 7.20 - Denúncias por tipo de irregularidade nas BHLN

Apresenta Irregularidade	Tipo de Irregularidade	Número de denúncias
Não		3
Sim	Construção ou reforma de barragem, sem a devida licença (1)	2
	Deixar expirar o prazo de validade da outorga, sem solicitar a devida renovação ou prorrogação (2)	1

Apresenta Irregularidade	Tipo de Irregularidade	Número de denúncias
	Execução de obra ou serviço para utilização dos recursos Hídricos, sem a respectiva outorga (3)	1
	Iniciar a implantação ou implantar qualquer empreendimento, ou serviço de interferência hídrica, sem a devida licença (4)	1
	Perfurar poços ou manter em funcionamento tal corpo hídrico, sem a devida autorização (5)	5
	Utilizar os Recursos Hídricos de domínio estadual ou quando delegado os de domínio federal, sem a devida licença (6)	5

Fonte: Acervo próprio, 2022

Tabela 7.21 - Distribuição das denúncias que apresentam irregularidade por município nas BHLN.

Município	Número de denúncias que apresentam irregularidade	Tipos de Irregularidade
Alagoa Nova	3	(3), (5), (6)
Areia	1	(5)
Bananeiras	3	(1), (5), (6)
Itapororoca	1	(1)
Mamanguape	1	(2)
Mulungu	2	(4), (6)
Santa Rita	1	(6)
São Seb. de Lag. Roça	1	(6)
Solânea	2	(5), (5)

Fonte: Acervo próprio, 2022

7.4.2.2 Reconhecimento de campo

Durante a Etapa 2 dos PRHBHL, foi realizada atividade de reconhecimento de campo, onde foi possível identificar potenciais conflitos pelo uso da água, sendo eles:

- **Barramentos instalados próximo às nascentes do rio Riachão**

Os açudes formados são utilizados para irrigação de hortifrúti presentes no entorno. Junto com o rio Mamanguape, o rio Riachão alimenta a barragem de Nova Camará, o que pode estar sendo prejudicado pelas intervenções ao longo destes mananciais.

- **Baixo armazenamento barragem Nova Camará**

Na região do Brejo, alguns municípios são abastecidos por caminhão pipa. A ampliação da extensão da Adutora de Nova Camará busca levar água para uma maior parte da população, o que reforça a importância deste reservatório. No entanto, verificou-se um nível muito baixo de água no momento da visita.

- **Antropização das nascentes do rio Bananeiras**

Foi verificada a presença de barramentos próximos às nascentes do rio Bananeiras, sendo este um importante curso d'água para alimentação do reservatório Araçagi.

- **Barramentos instalados próximos à barragem Lagoa do Matias**

Foi observado a construção de pequenos barramentos ao longo do curso d'água que alimenta a barragem. Segundo relatos da AESA, os açudes formados pelos barramentos são utilizados para a atividade de aquicultura. Estas intervenções prejudicam a vazão afluente ao reservatório da barragem.

- **Degradação do entorno do reservatório Araçagi**

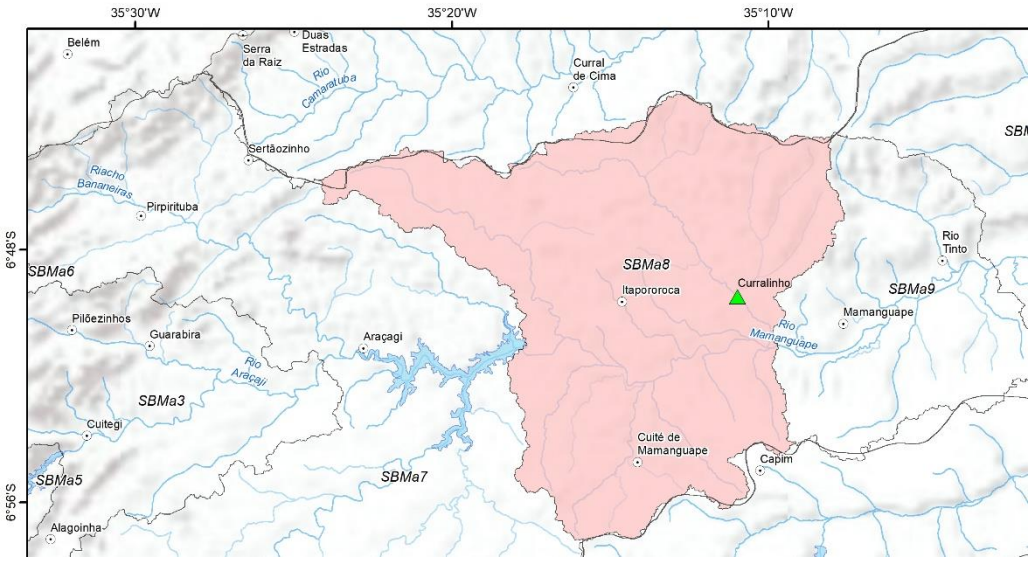
Foram relatados problemas de degradação ambiental, retirada de mata ciliar e uso de agrotóxico na plantação de abacaxi nas proximidades do reservatório Araçagi.

- **Rio Curralinho e Comunidade de Curralinho**

Foi relatado a construção de 8 barragens no leito do rio Curralinho a montante da comunidade. Essas barragens têm impedido o abastecimento para consumo humano da comunidade, inclusive há relatos de que um projeto da FUNASA não funciona por falta de água. Além disso, a comunidade entende ser necessário a criação de um novo barramento próximo a sua área para que possam captar água para irrigação de abacaxis.

A comunidade está localizada na sub-bacia SBMa8, na bacia do rio Mamanguape. Suas coordenadas são: 6°49'30,1''S - 35°10'57,7''O.

Durante a Primeira Consulta Pública, houve grande discussão acerca do tema. Representantes da comunidade estiveram presentes e reforçaram a importância da construção de uma barragem. A equipe da AESA informou que já realizou um estudo para implantação de barragem em mais de um local próximos à comunidade.



- **Voçoroca em Rio Tinto**

Foi verificada a presença de uma grande voçoroca no município de Rio Tinto, causada pela erosão intensa do solo, o que vem aumentando o aporte de sedimentos a jusante, degradando a qualidade da água. Durante reuniões com o GET e CBH-LN, foi apresentada uma proposta inicial para recuperação da área, a qual vem sendo debatida entre os atores envolvidos no Plano. Na Fase C será elaborado um programa específico para essa situação.

7.4.2.3 Percepções do meio social sobre os principais problemas na bacia do Litoral Norte

Com o intuito de construir um diagnóstico que refletisse os saberes, as preocupações e as demandas da população sobre os recursos hídricos da região, foi realizada uma atividade de mobilização por meio de formulários.

Um questionário foi aplicado por meio da ferramenta *Google Forms*, que permitiu a elaboração de um banco de dados e o levantamento de informações. O formulário propôs uma lista de possíveis problemas que ocorram no Litoral Sul e no Litoral Norte da Paraíba. O participante deveria selecionar aqueles que acontecem em cada bacia e que impactam de maneira significativa os seus recursos hídricos, podendo selecionar quantas opções desejasse. Caso um problema não estivesse listado, o participante poderia selecionar a opção "Outros" e relatar o problema. Preferencialmente, a comunidade do Litoral Norte deveria indicar problemas no Litoral Norte, enquanto a comunidade do Litoral Sul deveria indicar problemas no Litoral Sul. Porém, contribuições de uma região para a outra também foram aceitas.

Neste processo, as BHLN foram separadas nas UPHs já estabelecidas nas análises anteriores. A divisão tem o intuito de permitir que as respostas ao formulário reflitam os saberes e demandas específicas de cada região. Foram obtidas 15 participações por meio do formulário no total. A UPH Rio Camaratuba obteve 9 respostas, assim como a UPH Rio Mamanguape. A UPH Rio Miriri obteve 8 respostas.

A seguir, na **Tabela 7.22**, os resultados da pesquisa são apresentados individualmente por UPH. O objetivo era compreender, a partir da percepção do meio social, quais os problemas mais representativos em cada uma das regiões prospectadas. Todavia, o formulário teve pouca aderência, trazendo pequena contribuição para o Plano até o momento. De qualquer forma, os problemas que obtiveram valor igual ou acima de 50% das respostas em todas as UPHs são destacados em negrito na **Tabela 7.22.**

Tabela 7.22 - Resumo dos principais problemas citados nas respostas ao formulário nas BHLN por UPH.

Principais problemas	Rio Camaratuba		Rio Mamanguape		Rio Miriri	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
APPs degradadas	**7**	**77,8**	**8**	**88,9**	**7**	**87,5**
Assoreamento dos rios	**7**	**77,8**	**8**	**88,9**	**7**	**87,5**
Atividade pecuária	1	11,1	2	22,2	1	12,5
Baixa oferta de água			2	22,2		
Baixa vazão dos poços artesianos			1	11,1		
Barragens ilegais	1	11,1	2	22,2	1	12,5
Captação de água irregular / Uso de bombas	3	33,3	2	22,2	2	25
Carcinicultura			2	22,2	1	12,5
Conflitos pelo uso da água	2	22,2	5	55,6	1	12,5
Deficiência nos serviços de abastecimento de água			5	55,6	1	12,5
Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário	**6**	**66,7**	**7**	**77,8**	**4**	**50**
Deficiência nos serviços de manejo de resíduos sólidos	4	44,4	7	77,8	3	37,5
Deficiência nos serviços de drenagem urbana	1	11,1	3	33,3	1	37,5
Dejetos dos animais	3	33,3	3	33,3	3	37,5
Demandas hídricas muito grandes			1	11,1		
Desmatamento	**7**	**77,8**	**7**	**77,8**	**4**	**50**
Desperdício de água	1	11,1	1	11,1	1	12,5
Degradação das nascentes	**7**	**77,8**	**6**	**66,7**	**5**	**62,5**
Desvio do percurso de rios	1	11,1	1	11,1		
Dificuldade de obtenção da outorga	1	11,1	1	11,1		
Erosão	3	33,3	7	77,8	5	62,5
Estiagem	1	11,1	2	22,2	1	12,5
Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)	3	33,3	3	33,3	3	37,5
Expansão agrícola desordenada (outras culturas)	1	11,1	2	22,2	2	25
Extinção de peixes			2	22,2	1	12,5
Extração de areia			2	22,2		
Extração de madeira	2	22,2	3	33,3	1	12,5
Falhas na gestão de recursos hídricos					1	12,5
Falta de acesso à irrigação	1	11,1				
Falta de ações de Educação Ambiental	**7**	**77,8**	**6**	**66,7**	**5**	**62,5**
Falta de ações de preservação ambiental	**8**	**88,9**	**6**	**66,7**	**5**	**62,5**
Falta de água na zona rural			2	22,2		
Falta de assistência do órgão gestor de recursos hídricos	2	22,2	1	11,1		
Falta de fiscalização	3	33,3	3	33,3	2	25
Falta de iniciativa governamental	3	33,3	2	22,2	2	25
Falta de investimentos em infraestrutura	3	33,3	4	44,4	1	12,5
Falta de investimentos em gestão	2	22,2	3	33,3	1	12,5
Falta de orientação aos produtores rurais	2	22,2	2	22,2		
Faltam estruturas de armazenamento de água	2	22,2	3	33,3		
Impunidade de crimes ambientais	1	11,1	1	11,1		
Má gestão pública	1	11,1				
Mineração	1	11,1	1	11,1		
Óleo de embarcações						
Pesca predatória					1	12,5
Poços artesianos sem manutenção						
Poluição hídrica	4	44,4	4	44,4	4	50
Queimadas			1	11,1		
Uso abusivo de agrotóxicos	4	44,4	4	44,4	4	50
Uso do solo de forma incorreta	1	11,1	2	22,2	3	37,5
Vetores de doenças			2	22,2	1	12,5
Não há problemas						
Outros			2	22,2		

Fonte: Formulário

Foram indicados como “outros” os seguintes problemas na UPH Rio Mamanguape: Presença de voçoroca e Eutrofização.

A interpretação das respostas deve ser realizada conforme o seguinte exemplo:

Para a UPH Rio Camaratuba, das 9 respostas registradas, 8 (88,9%) indicaram que a “Falta de ações de preservação ambiental” é um dos principais problemas na UPH; 7 (77,8%) indicaram que “APPs degradas”, “Assoreamento dos rios”, “Desmatamento”, “Degradação das nascentes” e “Falta de educação ambiental” também representam principais problemas na UPH.

7.4.2.3.1 Consulta pública

No dia 16/09/2022, foi realizada a 1ª consulta pública para apresentação do diagnóstico. Para aqueles que estavam presentes, foi aplicado o mesmo formulário apresentado acima. Foram obtidas 24 respostas e abaixo, na tabela, podem ser observadas as respostas dadas acerca dos principais problemas perceptíveis na região das Bacias do Litoral Norte.

Tabela 7.23 - Respostas do formulário na Consulta Pública

Principais problemas	Absoluto	%
APPs degradadas	**15**	**63%**
Assoreamento dos rios	**19**	**79%**
Atividade pecuária	5	21%
Baixa oferta de água	10	42%
Baixa vazão dos poços artesianos	5	21%
Barragens ilegais	**12**	**50%**
Captação de água irregular / Uso de bombas	**17**	**71%**
Carcinicultura	10	42%
Conflitos pelo uso da água	**13**	**54%**
Deficiência nos serviços de abastecimento de água	**12**	**50%**
Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário	**15**	**63%**
Deficiência nos serviços de manejo de resíduos sólidos	**13**	**54%**
Deficiência nos serviços de drenagem urbana	10	42%
Dejetos dos animais	10	42%
Demandas hídricas muito grandes	**16**	**67%**
Desmatamento	11	46%
Desperdício de água	**18**	**75%**
Degradação das nascentes	8	33%
Desvio do percurso de rios	5	21%
Dificuldade de obtenção da outorga	**12**	**50%**
Erosão	**18**	**75%**
Estiagem	10	42%
Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)	**17**	**71%**
Expansão agrícola desordenada (outras culturas)	**15**	**63%**
Extinção de peixes	**13**	**54%**
Extração de areia	11	46%
Extração de madeira	10	42%
Falhas na gestão de recursos hídricos	**15**	**63%**
Falta de acesso à irrigação	9	38%
Falta de ações de Educação Ambiental	11	46%
Falta de ações de preservação ambiental	5	21%

Principais problemas	Absoluto	%
Falta de água na zona rural	3	13%
Falta de assistência do órgão gestor de recursos hídricos	1	4%
Falta de fiscalização	2	8%
Falta de iniciativa governamental	8	33%
Falta de investimentos em infraestrutura	**14**	**58%**
Falta de investimentos em gestão	**12**	**50%**
Falta de orientação aos produtores rurais	**17**	**71%**
Faltam estruturas de armazenamento de água	10	42%
Impunidade de crimes ambientais	7	29%
Má gestão pública	10	42%
Mineração	11	46%
Óleo de embarcações	10	42%
Pesca predatória	10	42%
Poços artesianos sem manutenção	**15**	**63%**
Poluição hídrica	**19**	**79%**
Queimadas	5	21%
Uso abusivo de agrotóxicos	10	42%
Uso do solo de forma incorreta	5	21%
Vetores de doenças	**12**	**50%**

Dentre as problemáticas, destacam-se “Assoreamento dos rios”, “Captação de água irregular/uso de bombas”, “Desperdício de água”, “Erosão”, “Expansão Agrícola Desordenada (Cana-de-açúcar)”, “Falta de orientação aos produtores rurais” e “Poluição Hídrica”, que foram citadas por 70% ou mais participantes da consulta.

O Anexo IV apresenta os formulários de contribuição da Primeira Consulta Pública.

7.5 Fontes de poluição

Na **Figura 7.15** estão apresentadas as potenciais fontes de poluição das BHLN e na **Tabela 7.24** está apresentado o número total de empreendimentos que representam essas fontes por bacia hidrográfica. Destacam-se as atividades industriais e de transformação, localizadas principalmente na zona mais à montante da bacia hidrográfica do rio Mamanguape e as atividades de extração e beneficiamento próximas à cidade de Mamanguape. As informações foram obtidas através do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (PNLA).

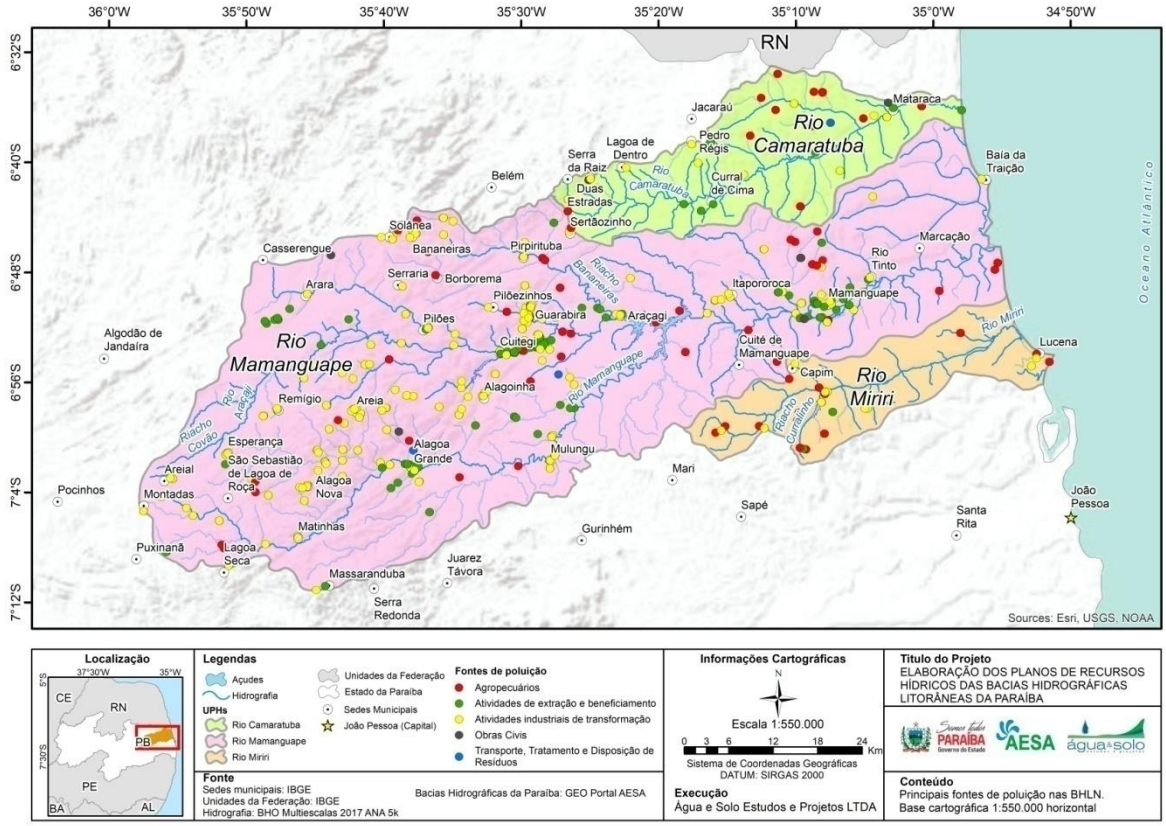


Figura 7.15 - Principais fontes de poluição das BHLN.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

Tabela 7.24 - Número de empreendimentos (potenciais fontes de poluição) por bacia hidrográfica.

Bacia hidrográfica	Tipologia de atividade	N° de empreendimentos
Mamanguape	Agropecuários	75
	Atividades de extração e beneficiamento	146
	Atividades industriais de transformação	299
	Obras Civis	9
	Transporte, Tratamento e Disposição de Resíduos	2
Subtotal		531
Miriri	Agropecuários	31
	Atividades de extração e beneficiamento	6
	Atividades industriais de transformação	24
Subtotal		61
Camaratuba	Agropecuários	28
	Atividades de extração e beneficiamento	13
	Atividades industriais de transformação	26
	Obras Civis	1
	Transporte, Tratamento e Disposição de Resíduos	2
Subtotal		70

7.6 Qualidade das águas superficiais

7.6.1 Rede de monitoramento

A análise da qualidade das águas superficiais nas bacias do Litoral Norte contou com as informações disponibilizadas por três fontes de dados distintas: a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) e a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). A **Tabela 7.25** elenca as fontes de dados utilizadas para avaliação da qualidade das águas superficiais, os respectivos pontos monitorados divididos conforme o local (ambiente lêntico e lótico), o número de amostras e os parâmetros analisados.

Tabela 7.25 - Pontos e parâmetros de monitoramento analisados pelas fontes de dados elencadas.

Fonte de Dados	Pontos de monitoramento	Número de amostras	Intervalo	Parâmetros analisados
AESA	- 3 em reservatórios - 4 em rios TOTAL: 7	93	2018	Condutividade Elétrica, Temperatura da água, Temperatura do ar, Oxigênio dissolvido, pH, Turbidez.
			2019	Condutividade Elétrica, Fósforo total, Nitrato, Nitrogênio amoniacal, Ortofosfato dissolvido, Oxigênio dissolvido, pH, Temperatura da água, Temperatura do ar, Turbidez.
			2020	Alcalinidade total, Cloreto total, Clorofila a, Condutividade Elétrica, Fósforo total, IET, Nitrato, Nitrogênio amoniacal, Ortofosfato dissolvido, Oxigênio dissolvido, pH, Temperatura da água, Turbidez.
			2021	Alcalinidade total, Cloreto total, Clorofila a, Condutividade Elétrica, Escherichia coli, Fitoplâncton quantitativo, Fósforo total, Nitrato, Nitrogênio amoniacal, Ortofosfato dissolvido, Oxigênio dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Temperatura da água, Temperatura do ar, Turbidez.
CAGEPA	- 26 em reservatórios - 7 em ETAs - 6 em rios - 2 em locais não informados TOTAL: 47	2643	2007, 2014 - 2018	2,4-D + 2,4,5-T, Alaclor, Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin Atrazina, Carbendazim+Benomil, Carbofurano, Clordano (Cis + Trans), Clorpirifos+Clorpirifos oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (a, ß e Sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacloro, Molinato, Parationa Metilica, Pendimetalina, Permetrina, Profenofos, Simazina, Sulfato, Tebuconazol, Terbufos, Trifluralina.
SUDEMA	- 8 em rios TOTAL: 8	769	2006 - 2021	Coliformes fecais, Condutividade, Cor, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, pH Salinidade, Sólidos Dissolvidos Totais, Temperatura, Turbidez.

Conforme apresentado na tabela acima, apesar do número de amostras ser relativamente grande para as bacias do Litoral Norte, a região – bem como o estado da Paraíba como um todo – não dispõe de uma rede de monitoramento das águas superficiais consolidada e padronizada. A AESA (com atendimento ao Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água QUALIÁGUA de iniciativa da Agência Nacional de Águas) vem expandindo o número

de parâmetros analisados. Os dados oriundos da Agência estão concentrados nos anos mais recentes (2018 a 2021).

A SUDEMA possui o maior número de amostras consideradas, com período relativamente abrangente de avaliação. Contudo, de acordo com os dados disponibilizados, o órgão realiza o monitoramento apenas em ambientes lóticos (rios e riachos). As análises da CAGEPA não apresentam coordenadas geográficas para a maioria dos pontos de coleta, com dados não georreferenciados, sendo a localização relacionada apenas ao nome do curso d'água avaliado.

A rede de monitoramento existente nas BHLN é deficiente em termos de cobertura espacial, abrangência temporal e adoção de metodologias em comum ou padronização. Nas bacias em questão os pontos de análise encontram-se em sua grande maioria na bacia do rio Mamanguape. Há uma necessidade de concepção e operacionalização de uma rede de monitoramento das águas superficiais que seja bem distribuída espacialmente, georreferenciada e padronizada.

Além destes pontos, a quantidade de análises químicas realizadas é limitada. Parâmetros como fósforo e nitrogênio possuem poucas análises ou estas são parciais (como a monitoramento de nitrogênio amoniacal e nitrato, sem monitoramento conjunto do nitrito, ou a ausência de análises de nitrogênio total). Tais nutrientes são de especial relevância diante da problemática emergente de eutrofização dos corpos hídricos devido às ações antrópicas.

Da mesma forma, os parâmetros monitorados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, por sua vez, devem refletir o uso de agrotóxicos das culturas presentes nas BHLN. A agricultura possui grande influência na região, principalmente para os cultivos de cana-de-açúcar, abacaxi, caju, manga, tamarindo, mandioca, milho, urucum, castanha de caju, café, entre outros. Os parâmetros monitorados devem permear as principais substâncias utilizadas nesses cultivos.

A **Tabela 7.26** apresenta os pontos de monitoramento que foram avaliados, bem como o número de coletas realizado em cada ponto e o período das análises. Já a **Figura 7.16** apresenta a distribuição espacial dos pontos de amostragem nas BHLN. Destaca-se que algumas das informações referentes às análises realizadas pela CAGEPA não possuíam o ponto exato onde as amostras foram coletadas.

Tabela 7.26. Pontos de monitoramento de qualidade das águas das BHLN.

Responsável	Código da estação	Corpo hídrico	Lat.	Long.	Nº campanhas	Data 1ª campanha	Data última campanha
AESA-PB	38615000	Riacho Areia	-6,942500	-35,678050	12	14-ago-18	06-mai-21
AESA-PB	38700000	Rio Camaratuba	-6,648149	-35,121226	14	22-mar-18	26-mai-21
AESA-PB	38710900	Rio Riachão	-7,033016	-35,760938	3	7-nov-20	06-mai-21
AESA-PB	38750000	Rio Mamanguape	-7,029000	-35,468000	23	24-fev-03	12-abr-19
AESA-PB	38775000	Rio Mamanguape	-6,852882	-35,296005	16	28-set-17	06-mai-21
AESA-PB	38795000	Rio Mamanguape	-6,808730	-35,079247	11	28-sep-17	27-mai-21
AESA-PB	38796000	Rio Miriri	-6,891173	-34,936284	14	22-mar-18	27-mai-21
SUDEMA	CM01	Rio Camaratuba	-6,609794	-35,062685	104	25-jan-06	18-nov-21
SUDEMA	CM02	Rio Camaratuba	-6,599573	-35,042048	103	25-jan-06	18-nov-21
SUDEMA	CM03	Rio Camaratuba	-6,602121	-34,965934	103	25-jan-06	18-nov-21
SUDEMA	MM01	Rio Mamanguape	-6,854202	-35,134423	95	4-jan-06	11nov-21
SUDEMA	MM02	Rio Mamanguape	-6,818471	-35,069290	93	4-jan-06	11-nov-21
SUDEMA	MM03	Rio Mamanguape	-6,775221	-34,924561	92	4-jan-06	11-nov-21
SUDEMA	MR01	Rio Miriri	-6,939469	-35,095253	104	4-jan-06	11-nov-21
SUDEMA	MR02	Rio Miriri	-6,864389	-34,902700	75	4-jan-06	2-dez-20
CAGEPA	-	Açude Nova Camará	-7,059000	-35,759000	-	-	-
CAGEPA	-	Barragem Araçagi	-6,853000	-35,296000	5	15-mai-15	22-nov-18
CAGEPA	-	Açude Covão	-7,026000	-35,917000	-	-	-
CAGEPA	-	Açude Lagoa dos Matias	-6,742000	-35,576000	6	23-dez-07	20-nov-18
CAGEPA	-	Açude Tauá	-6,907000	-35,535000	5	23-dez-07	15-mai-18
CAGEPA	-	Açude Duas Estradas	-6,706000	-35,443000	4	31-mai-16	21-nov-18
CAGEPA	-	Barragem Brejinho	-7,133000	-35,627000	5	27-mai-15	01-nov-18
CAGEPA	-	Barragem Jangada	-6,819000	-35,119000	2	15-dez-16	03-out-17
CAGEPA	-	Açude Massaranduba	-7,162000	-35,717000	2	12-dez-16	28-set-17
CAGEPA	-	Açude Emídio	-7,092000	-35,925000	-	-	-
CAGEPA	-	Açude Pirpirituba	-6,812000	-35,570000	1	05-jan-17	05-jan-17

Fonte: AESA, CAGEPA e SUDEMA.

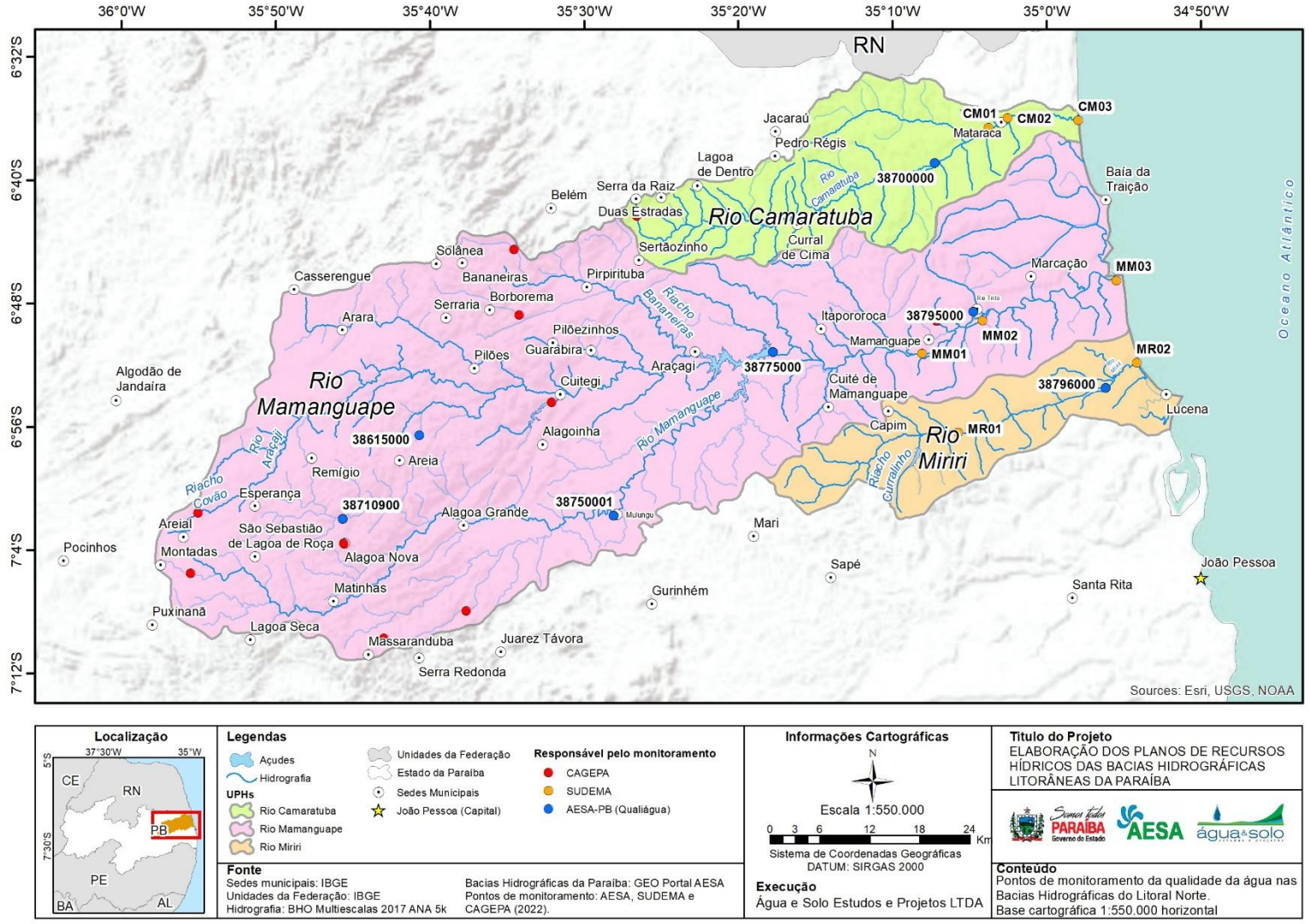


Figura 7.16 - Pontos de monitoramento de qualidade da água nas BHLN.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

7.6.2 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) possui como objetivo fornecer um resultado que possibilite avaliar a qualidade da água bruta para abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Devido a isso, a utilização do índice em outros contextos de avaliações possui limitações.

No Brasil, o IQA foi adaptado e desenvolvido primeiramente pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) em 1975, a partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos. Nas décadas seguintes, outros estados brasileiros adotaram este mesmo IQA, que hoje é o principal indicador de qualidade da água utilizado no Brasil (ANA, 2020). O IQA CETESB é composto por nove parâmetros com seus respectivos pesos, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. O índice é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice conforme a **Equação 1** abaixo.

Equação 1

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Em que:
IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;
qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e;
wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Os pesos adotados podem ser distintos conforme a referência bibliográfica considerada. Para a Agência Nacional de Águas (2012), tais parâmetros e seus respectivos pesos são: Oxigênio Dissolvido (0,17); Coliformes Termotolerantes (0,15); pH (0,12); Demanda Bioquímica de Oxigênio (0,10); Temperatura da Água (0,10); Nitrogênio Total (0,10); Fósforo Total (0,10); Turbidez (0,08); e Resíduo Total (0,08). A partir do resultado obtido por meio do produto ponderado dos parâmetros, os valores são classificados em faixas de qualidade que adotam a seguinte distribuição: 79-100 (ótima), 51-79 (boa), 36-51 (razoável), 19-36 (ruim), 0-19 (péssima).

Os dados de qualidade das águas superficiais conforme as três fontes disponíveis no estado da Paraíba - CAGEPA, SUDEMA e AESA – são insuficientes para o cálculo do Índice de

Qualidade das Águas nas bacias no Litoral Norte. Para as fontes de dados elencadas não há monitoramento de todos os parâmetros necessários para o cálculo do índice e há uma dificuldade em integrar os resultados dos distintos bancos de dados haja em vista que os pontos se diferem substancialmente em sua localização. Para os dados da AESA, referentes aos do programa QUALIÁGUA, por exemplo, apesar de existirem dados de monitoramento para os parâmetros oxigênio dissolvido, *Escherichia coli*, temperatura, pH, fósforo, turbidez e sólidos totais não há registros de DBO e nitrogênio total.

Até o ano de 2020, a Rede Nacional de Qualidade da Água contava com apenas quatro estações de monitoramento nas bacias do Litoral Norte, todas estas na bacia do rio Mamanguape. Tais pontos possuem os resultados do IQA CETESB apenas para os anos de 2008 e 2009. A **Tabela 7.27** apresenta as informações relativas a estes pontos de monitoramento além dos valores máximos, médios e mínimos do índice. Nota-se que para estes anos, em geral nos açudes analisados (Araçagi, São Gonçalo, Tauá e Vaca Brava), a qualidade da água era considerada boa.

Tabela 7.27 - Estações de monitoramento da RNQA nas bacias do litoral Norte e seus respectivos IQA CETESB.

Código da Estação		AG68	SG03	TA67	VB65
Corpo D'Água		Açude Araçagi	Açude São Gonçalo	Açude Tauá	Açude Vaca Brava
Município		Itapororoca	Araçagi	Cuitegi	Areia
Longitude		-35,296005	-35,31167	-35,53511	-35,75217
Latitude		-6,852882	-6,83583	-6,90667	-6,99167
2008	Mínimo	74,45	70,19	73,28	73,72
	Média	78,45	70,57	80,63	78,22
	Máximo	82,45	70,96	87,99	82,72
2009	Mínimo	57,04	76,60	67,93	71,05
	Média	67,18	76,61	72,10	77,06
	Máximo	75,84	76,62	76,28	83,07
		Ótima			
		Boa			

Por outro lado, o Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado da Paraíba (2019) elencou as águas na bacia do Mamanguape com qualidade boa (IQA médio de 71,58) para o período entre 2007 e 2017. A bacia registrou valores mínimo e máximo do IQA CESTEB respectivamente iguais a 49 (regular) e 84 (ótima). O índice não foi calculado para as bacias do rio Miriri e Camaratuba. Em geral, para as BHs/SBHs analisadas no estado da Paraíba, todas as bacias apresentaram médias de IQA correspondentes à qualidade boa. Apesar disso, vale ressaltar que a qualidade das águas superficiais é variável, dependente de fatores como sazonalidade e efeito

de fontes poluidoras difusas e pontuais que provocam características físico-químicas distintas entre os corpos hídricos de uma mesma localidade.

7.6.3 Índice de Estado Trófico (IET)

A eutrofização é o crescimento excessivo de plantas aquáticas a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (THOMANN & MUELLER, 1987). A principal causa da ocorrência da eutrofização é o nível excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente nitrogênio e fósforo. Os principais impactos à qualidade da água associados com a eutrofização são: a presença de algas nocivas, o crescimento excessivo de macrófitas e consequente perda de transparência e o baixo nível de oxigênio dissolvido diante da produção excessiva de matéria orgânica.

O Índice do Estado Trófico (IET) busca classificar o nível de eutrofização da água, ou seja, avalia sua qualidade quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. No presente projeto, o índice foi determinado a partir dos dados de concentração de fósforo total, em µg/L, de reservatórios e rios monitorados pela AESA no período de 2019 a 2021. Os reservatórios considerados e seus respectivos municípios são os açudes Araçagi (Itapororoca), Nova Camará (Alagoa Nova) e Saulo Maia (Areia). Para o cálculo do IET foi utilizada a metodologia proposta por Lamparelli (2004), sendo estabelecida para ambientes lênticos e lóticos pela **Equação 2** a seguir.

Equação 2

$$Ambientes\ lênticos - reservatórios$$

$$IET\ (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{1{,}77 - 0{,}42 \times \ln PT}{\ln 2}\right)\right)$$

$$Ambientes\ lóticos - rios\ e\ riachos$$

$$IET\ (PT) = 10\ \times \left(6 - \left(\frac{0{,}42 - 0{,}36 \times \ln PT}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

Em que:
PT = concentração de fósforo total expresso em µg/L.

Os valores do IET são classificados segundo classes de estado tróficos, apresentadas **Tabela 7.28,** juntamente com suas características.

Tabela 7.28 - Classe de estado trófico e suas características principais.

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
IET ≤ 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET ≤ 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET ≤ 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET ≤ 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET ≤ 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
IET > 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB (2007); LAMPARELLI (2004).

A **Tabela 7.29** apresenta a média do IET por estação de monitoramento da AESA de acordo com o ano de análise e a estação climática (Chuva, Seca ou Não Informada). As médias dos índices para os reservatórios apontaram características de meio mesotrófico a eutrófico, indicativos de corpos d'água com produtividade intermediária e alta em relação às condições normais. O rio Mamanguape foi classificado como eutrófico na altura do município de Mulungu e mesotrófico em Rio Tinto. Os rios Camaratuba e Miriri possuem características de corpos d'água mesotrófico e oligotrófico, respectivamente. A situação dos reservatórios se mostra pior em termos de qualidade da água para os corpos d'água lênticos, uma vez que dos três açudes analisados, dois apresentaram alta produtividade em relação às condições naturais e com redução da transparência (eutrófico) e o Açude Araçagi especificamente em estado supereutrófico.

Tabela 7.29 - Índice de Estado Trófico para os pontos de monitoramento da AESA, conforme ano e estação climática.

Código da Estação	Corpo d'água	2019			2020			2021			Média Geral
		Chuva	Seca	N.I.	Chuva	Seca	N.I.	Chuva	Seca	N.I.	
AMBIENTES LÊNTICOS											
38775000	Açude Araçagi	71,55	66,06	-	67,28	60,40	-	58,98	58,96	-	64,32
38710900	Açude Nova Camara	-	-	-	-	-	59,94	65,31	65,18	-	62,23
38615000	Açude Saulo Maia	-	-	64,88	-	-	57,26	-	-	55,14	59,45
AMBIENTES LÓTICOS											
38700000	Rio Camaratuba	63,71	55,21	-	46,37	52,53	-	53,94	51,61	-	54,10
38750001	Rio Mamanguape	64,77	62,18	-	-	-	58,23	57,14	-	-	60,89

Código da Estação	Corpo d'água	2019			2020			2021			Média Geral
		Chuva	Seca	N.I.	Chuva	Seca	N.I.	Chuva	Seca	N.I.	
38795000	Rio Mamanguape - Rio Tinto	65,37	58,81	-	-	-	55,29	54,93	53,35	-	57,52
38796000	Rio Miriri	63,69	55,13	-	-	-	46,74	47,63	48,66	-	51,69
	Ultraoligotrófico										
	Oligotrófico										
	Mesotrófico										
	Eutrófico										
	Supereutrófico										
	Hipereutrófico										

O Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (2019), elenca a partir de dados provenientes da SUDEMA, no período de 2006 a 2017 os seguintes valores de IET para a bacia do rio Mamanguape: 65,79 (média), 58,17 (mínimo), 76,32 (máximo) e 25,82 (variância). Os valores encontrados apresentam características de meio supereutrófico, ou seja, com elevada carga de nutrientes. A BH apresentou a menor variação entre as bacias analisas. De forma geral, as águas superficiais monitoradas do estado da Paraíba apresentam condições hipereutróficas (57%) e supereutróficas (42%).

7.6.4 Balneabilidade

A balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (CETESB, 2007). Considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade, a Resolução Conama N° 274/00 estabelece critérios técnicos para a avaliação da balneabilidade das praias brasileiras.

Segundo a Resolução as águas são consideradas próprias quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver: no máximo 250 coliformes fecais ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por l00 mililitros (excelente); no máximo 500 coliformes fecais ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros (muito boa); no máximo 1.000 coliformes fecais ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros (satisfatória). Por outro lado, as águas são consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada alguma uma das seguintes ocorrências:

(i) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;

(ii) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;

(iii) incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;

(iv) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

(v) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;

(vi) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;

A avaliação da balneabilidade nas BHLN foi realizada através do levantamento e sistematização dos relatórios de monitoramento de balneabilidade emitidos no período de 2019 a 2021 pela SUDEMA. Nos relatórios não há distinção entre a qualidade das águas consideradas próprias (em excelente, muito boa ou satisfatória) ou apresentação da ocorrência pela qual as águas foram consideradas impróprias. A **Tabela 7.30** abaixo apresenta o número de registros de águas impróprias nas praias monitoradas pela SUDEMA localizadas na região das BHLN.

Como é possível notar, não houve registros de notificações de praias com águas impróprias para banho nas bacias do Litoral Norte no ano de 2021. No munícipio de Baía da Traição, houve um registro de qualidade imprópria para a praia de Tambá no período de amostragem de 06 a 09 janeiro de 2020. Em 2019 houve um número maior de registros de água imprópria nas praias, especialmente nas localidades do município de Lucena, principalmente nas praias de Ponta de Lucena e Gameleira.

Tabela 7.30 - Síntese dos relatórios de balneabilidade da SUDEMA para as praias das BHLN com registros de “Imprópia”.

Município	Praia	Local	Estação	2021		2020		2019	
				N. de Registros	%	N. de Registros	%	N. de Registros	%
Mataraca	Baleia	No final do acesso à praia da Rua Valfredo Medeiros	01.01A	0	0%	0	0%	0	0%
Mataraca	Barra do Camaratuba	Foz do Rio Camaratuba	1.02	0	0%	0	0%	0	0%
Baía da Traição	Camaratuba	Em frente a desembocadura do Rio Camaratuba	2.00	0	0%	0	0%	0	0%
Baía da Traição	Tambá	Final do acesso à praia na Aldeia Galego	02.00 A	0	0%	1	3%	0	0%
Baía da Traição	Praia do Forte	No final da Rua Don Pedro II	2.01	0	0%	0	0%	0	0%
Baía da Traição	Baia da Traição	No final da Rua Siqueira Campos	2.02	0	0%	0	0%	1	3%
Baía da Traição	Trincheiras	No final da Rua José Edmilson de Medeiros	2.03	0	0%	0	0%	0	0%
Baía da Traição	Acajutibiró	No final da Rua Projetada Seis	2.04	0	0%	0	0%	0	0%
Rio Tinto	Barra do Mamanguape	Foz do rio Mamanguape	3.01	0	0%	0	0%	0	0%
Rio Tinto	Praia de Campina	No final da PB 008	3.02	0	0%	0	0%	0	0%
Rio Tinto	Praia de Oiteiro	Trechos próximos a foz do Rio Miriri	3.00	0	0%	0	0%	0	0%
Lucena	Bomsucesso	No final da Rua Mariano de Souza Falcão	4.00	0	0%	0	0%	3	9%
Lucena	Lucena	Em frente a desembocadura do Riacho Bonsucesso	4.01	0	0%	0	0%	2	6%
Lucena	Ponta de Lucena	Na desembocadura da Camboa em Ponta de Lucena	04.01A	0	0%	0	0%	8	25%
Lucena	Gameleira	Em frente a desembocadura do Riacho Araçá	04.01B	0	0%	0	0%	7	22%

7.6.5 Classificação dos corpos d'água

A classificação dos corpos d'água das BHLN, a fim de determinar seus possíveis usos, foi realizada por meio da Resolução CONAMA nº 357/2005, que *"dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências"*. Desta forma, foi possível classificar os corpos de água de acordo com sua salinidade, dividindo-os em águas doces, salobras ou salinas, sendo que, para cada uma dessas classificações, há um conjunto de parâmetros que definirá seu enquadramento. Os usos permitidos para cada uma das classes estão apresentados nas **Figura 7.17** e **Figura 7.18**.

Usos das águas doces	Especial	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Mandatório em UCs de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas		Mandatório em terras indígenas			
Recreação de contato primário					
Aquicultura					
Abastecimento para consumo humano	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário					
Pesca					
Irrigação		Hortaliças consumidas cruas e frutas inseridas com película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esportes	Culturas arbóreas e forrageiras	
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					

Figura 7.17. Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Usos das águas salobras		Especial	1	2	3
Preservação do equilíbrio natural das comunidades e dos ambientes aquáticos		Mandatório em UCs de Proteção Integral			
Proteção das comunidades aquáticas					
Abastecimento para consumo humano			Após tratamento convencional ou avançado		
Irrigação			Hortaliças		
Recreação			Contato primário	Contato secundário	
Aquicultura e pesca				Pesca	
Navegação					
Harmonia paisagística					

Figura 7.18. Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Como base para a determinação da qualidade das águas das BHLN foram utilizados os dados provenientes das estações de monitoramento da qualidade da água da SUDEMA e AESA – elencadas anteriormente em **Rede de monitoramento**. Os valores dos parâmetros para cada um dos pontos de amostragem e em cada uma das amostras foram comparados com os padrões de qualidade da água presentes na Resolução CONAMA N° 357/2005 com a diferenciação entre águas doces, salobras e salinas. Os parâmetros utilizados para a classificação com base no disposto na Resolução foram: coliformes fecais (org/100mL) ou *Escherichia coli* (org/100mL), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L), Fósforo total (mg/L), Nitrogênio amoniacal (mg/L), Oxigênio Dissolvido (mg/L) e Turbidez (NTU). A análise foi realizada de forma separada para o período seco (sem chuvas recorrentes) relativos aos meses de agosto a janeiro e período chuvoso. Nas **Tabela 7.31** e **Tabela 7.32**, respectivamente para os período seco e chuvoso, estão apresentados a frequência de cada classe para os parâmetros elencados referente a cada estação com disponibilidade de dados.

Tabela 7.31 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o período **CHUVOSO**.

PARÂMETRO	ESTACAO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
CF (org/100mL)/E.coli (org/100mL)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	50%	50%	0%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	50%	50%	0%	0%	0%
	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	19%	53%	19%	0%	9%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	15%	32%	34%	0%	19%
	CM03	Rio Camaratuba	Águas Salobras	83%	11%	0%	0%	7%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	0%	0%	100%	0%	0%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	18%	44%	27%	0%	11%
	MM02	Rio Mamanguape	Águas Salobras	65%	26%	7%	0%	2%
	MM03	Rio Mamanguape	Águas Salinas	91%	9%	0%	0%	0%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	0%	50%	50%	0%	0%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	36%	42%	16%	0%	6%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	74%	21%	0%	0%	4%
DBO (mg/L)	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	98%	0%	2%	0%	0%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	86%	12%	2%	0%	0%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	85%	10%	5%	0%	0%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	87%	7%	7%	0%	0%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	79%	6%	15%	0%	0%
Fósforo total (mg/L)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	0%	0%	17%	0%	83%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	0%	0%	25%	0%	75%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	0%	29%	43%	0%	29%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	33%	17%	0%	0%	50%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	100%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	67%	0%	0%	0%	33%

PARÂMETRO	ESTACAO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	50%	0%	17%	0%	33%
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
OD (mg/L)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	25%	38%	13%	25%	0%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	50%	25%	0%	0%	25%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	86%	14%	0%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	75%	13%	13%	0%	0%
	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	60%	30%	11%	0%	0%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	63%	25%	10%	2%	0%
	CM03	Rio Camaratuba	Águas Salobras	44%	33%	21%	0%	2%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	67%	17%	0%	17%	0%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	75%	0%	13%	0%	13%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	62%	29%	7%	2%	0%
	MM02	Rio Mamanguape	Águas Salobras	58%	21%	9%	0%	12%
	MM03	Rio Mamanguape	Águas Salinas	60%	20%	11%	0%	9%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	25%	38%	25%	13%	0%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	12%	16%	12%	52%	8%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	29%	43%	20%	9%	0%
Turbidez (NTU)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	25%	25%	0%	0%	50%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	75%	13%	0%	0%	13%

PARÂMETRO	ESTACAO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	72%	20%	0%	0%	9%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	67%	26%	0%	0%	7%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	83%	0%	0%	0%	17%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	60%	21%	0%	0%	19%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	88%	13%	0%	0%	0%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	83%	8%	0%	0%	8%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	88%	6%	0%	0%	6%

Tabela 7.32 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o período **SECO**.

PARAMETRO	ESTACAO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
CF (org/100mL)/E.coli (org/100mL)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	100%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	100%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	100%
	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	30%	53%	11%	0%	0%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	17%	32%	21%	0%	0%
	CM03	Rio Camaratuba	Águas Salobras	94%	0%	0%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	43%	33%	13%	0%	0%
	MM02	Rio Mamanguape	Águas Salobras	83%	7%	4%	0%	0%
	MM03	Rio Mamanguape	Águas Salinas	93%	5%	0%	0%	0%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	0%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	22%	46%	16%	0%	0%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	78%	18%	0%	0%	0%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	100%
DBO (mg/L)	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	87%	11%	2%	0%	0%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	79%	15%	6%	0%	0%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	78%	12%	6%	0%	4%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	81%	8%	6%	0%	6%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	84%	13%	3%	0%	0%
Fósforo total (mg/L)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	0%	0%	20%	0%	80%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	100%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	0%	25%	0%	0%	75%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	0%	0%	80%	0%	20%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	0%	0%	50%	0%	50%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	80%	20%	0%	0%	0%

PARAMETRO	ESTACAO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	60%	0%	0%	0%	40%
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
OD (mg/L)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	43%	43%	0%	14%	0%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	33%	0%	33%	0%	33%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	67%	17%	17%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	71%	0%	0%	14%	14%
	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	84%	9%	0%	4%	4%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	54%	15%	13%	15%	4%
	CM03	Rio Camaratuba	Águas Salobras	67%	28%	4%	0%	2%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	50%	50%	0%	0%	0%
	38795000	Rio Mamanguape	Águas Salobras	86%	14%	0%	0%	0%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	58%	29%	2%	10%	0%
	MM02	Rio Mamanguape	Águas Salobras	58%	17%	13%	0%	13%
	MM03	Rio Mamanguape	Águas Salinas	82%	18%	0%	0%	0%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	86%	0%	0%	14%	0%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	12%	4%	6%	58%	20%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	55%	37%	8%	0%	0%
Turbidez (NTU)	38775000	Açude Araçagi	Águas Doces	86%	14%	0%	0%	0%
	38710900	Açude Nova Camara	Águas Doces	33%	0%	0%	0%	67%
	38615000	Açude Saulo Maia	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	38700000	Rio Camaratuba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%

PARAMETRO	ESTACAO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	CM01	Rio Camaratuba	Águas Doces	89%	7%	0%	0%	4%
	CM02	Rio Camaratuba	Águas Doces	87%	9%	0%	0%	4%
	38750000	Rio Mamanguape	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	MM01	Rio Mamanguape	Águas Doces	63%	15%	0%	0%	23%
	38796000	Rio Miriri	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	MR01	Rio Miriri	Águas Doces	88%	8%	0%	0%	4%
	MR02	Rio Miriri	Águas Doces	84%	5%	0%	0%	11%

Quando avaliado de forma comparativa o resultado do enquadramento considerando o período chuvoso e seco, é possível notar que no geral a distribuição entre as classes I, II, III e IV é relativamente semelhante. No período seco, no entanto, há uma maior quantidade de valores de concentrações que ficaram fora dos limites estabelecidos na Resolução (acima do estabelecido na Resolução na maioria dos casos). Em uma avalição geral, os parâmetros turbidez e oxigênio dissolvido apresentaram uma frequência menor de resultados na Classe I no período seco em comparação ao chuvoso. Esta relação é inversa para fósforo, DBO e coliformes fecais.

Em relação aos pontos de monitoramento, as estações que apresentaram maior recorrência de parâmetros na Classe I foram as de código de identificação 38796000 e MM03, localizadas no rio Mamanguape, respectivamente na altura do município de Lucena e na foz do Mamanguape. De acordo com a porcentagem de salinidade destas duas estações as águas nestes segmentos de rio podem ser consideradas salobras (38796000) e salinas (MM03). Para a estação 38796000 apesar desta possuir 100% das amostras de coliformes e oxigênio dissolvido na Classe I, 33% das avaliações ficaram acima dos limites atribuídos às classes para fósforo. Para a foz do Mamanguape, este valor foi de 9% para oxigênio dissolvido.

Em relação às piores qualidades da água, ou seja, aquelas estações com maiores frequências na Classe IV, estão 38750000 no Rio Mamanguape na altura do município de Mulungu, 38710900 relativo ao açude Camara em Alagoa Nova e MR01 no Rio Miriri próximo ao riacho Curralinho. Para estes pontos, o parâmetro oxigênio dissolvido se mostra o mais restritivo.

Os valores acima discutidos e elencados nas **Tabela 7.31** e **Tabela 7.32** são sintetizados na forma de seis mapas, um para cada parâmetro avaliado, apresentados no **Anexo I** – Frequência de classes da qualidade da água nas BHLN. Nos mapas, foram associados gráficos de pizza para cada estação exibindo a distribuição de recorrência das classes para este ponto de monitoramento.

As análises de qualidade de água realizadas pela CAGEPA são referentes a parâmetros orgânicos. De todos os parâmetros que foram analisados, os que constam na Resolução CONAMA nº 357/2005 são: 2,4-D + 2,4,5-T, Alaclor, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Clordano (Cis + Trans), DDT + DDD + DDE, Dieldrin, Endossulfan (A, ß E Sais), Endrin, Glifosato, Heptacloro, HeptacloroEpoxido, Hexaclorobenzeno, Lindano, Metolacloro, Metoxicloro, ParationaMetilica, Pentaclorofenol, Simazina, Sulfato e Trifluralina.

Pelos resultados das análises, foi possível perceber que a maior parte dos compostos apresentou concentração inferior aos limites de quantificação (LQ) dos métodos aplicados para sua

detecção, com exceção de algumas análises referentes ao componente Sulfato. Apesar disso, todos os valores obtidos apresentaram concentrações bem inferiores ao limite máximo estabelecido pelo CONAMA para o enquadramento das águas na Classe 1.

É importante ressaltar que o limite de quantificação dos métodos que foram utilizados para avaliar os parâmetros Paration (LQ = 0,05 µg/L), Heptacloro (0,015 µg/L), Heptacloroepoxido (LQ = 0,005 µg/L) e Pentaclorofenol (0,02 µg/L) são superiores aos limites estabelecidos na Resolução N° 357/05 para enquadrar o curso de água como sendo de Classe 1, ao considerar os valores limites apresentados pela *"Tabela II – Classe I – Águas Doces"*. Isso quer dizer que, apesar do resultado do ensaio ser "menor que o limite de quantificação do método", não necessariamente o curso de água vai estar enquadrado na Classe 1. Entretanto, para fins de simplificação, foi considerado que esse ponto de amostragem pode ser enquadrado na Classe 1, já que os valores de todos os outros parâmetros ficaram dentro dos limites máximos estabelecidos pela Resolução.

Visando fornecer subsídios ao balanço hídrico qualitativo e se alinhar à metodologia adotada para a avaliação da disponibilidade hídrica nas BHLN, também foram atribuídas classes para cada sub-bacia proposta no Estudo Hidrológico. A divisão em sub-bacias parte da suposição - para efeito de simplificação - que a partir das concentrações registradas nas estações de monitoramento, os cursos d'águas contidos na mesma sub-bacia possuem uma mesma Classe de enquadramento. A **Tabela 7.33** apresenta a classe atribuída a cada sub-bacia com base no parâmetro que apresentou a pior classe ao avaliar os dados apresentados anteriormente.

Cabe salientar que para as sub-bacias onde não foram verificados pontos de monitoramento, nenhuma Classe foi atribuída. Além disso, é importante destacar que essa informação não representa uma proposta de enquadramento dos corpos d'água para as BHLN, pois, são várias as sub-bacias em que não há a presença de nenhum ponto de amostragem de qualidade da água e poucas campanhas foram realizadas. Isso demonstra a falta de abrangência geográfica e temporal dos dados de qualidade da água para as BHLN. Por esse motivo, os dados apresentados nas **Tabela 7.31**, **Tabela 7.32** e **Tabela 7.33** devem ser utilizados apenas como uma síntese da qualidade atual das águas nas BHLN, servindo como subsídio para uma futura proposta de enquadramento.

Tabela 7.33 - Classes das sub-bacias das BHLN

UPH	Sub-bacia	Local	Classe	Ponto de amostragem	Parâmetro com pior classe
Rio Mamanguape	SBMa1	Alto Mamanguape	4	38750001	Sólidos dissolvidos totais e fósforo total

UPH	Sub-bacia	Local	Classe	Ponto de amostragem	Parâmetro com pior classe
	SBMa2	Açude Nova Camará	4	38710900	Turbidez, sólidos dissolvidos totais, clorofila e fósforo total
	SBMa4	Açude Saulo Maia	1	38615000	-
	SBMa7	Açude Araçagi	4	387750000	Sólidos dissolvidos totais e fósforo total
	SBMa9	Médio Baixo Mamanguape	4	38795000	Sólidos dissolvidos totais
	SBMa10	Baixo Mamanguape	1	MM03	-
Rio Camaratuba	SBCa4	Médio Baixo Camaratuba	1	3870000	-
	SBCa6	Baixo Camaratuba	4	CM02	Turbidez e CF
Rio Miriri	SBMi8	Médio Baixo Miriri	4	MR01	OD
	SBMi10	Foz Miriri	2	38796000	OD

A falta de dados de monitoramento da qualidade água em determinadas bacias compromete a avaliação do quadro atual das BHLN. A ausência de um levantamento de dados contínuo é especialmente mais notável para os açudes da região, com a falta de informações nas seguintes sub-bacias: SBMi7 (Açude Carapucema), SBMi6 (Açude Pindoba), SBMi3 (Açude Curralinho), SBMi1 (Açude Cassiano), SBMa6 (Açude Pirpituba) e SBMa5 (Açude Tauá). Na bacia hidrográfica do rio Miriri, percebe-se que somente duas das dez sub-bacias possuem pontos de amostragem de qualidade da água.

Nos próximos parágrafos do texto estão apresentados alguns pontos relevantes sobre as classes de enquadramento apresentadas pelas estações de monitoramento e pelas sub-bacias. A **Figura 7.19** relaciona a classe determinada por meio do ponto de amostragem com as **Fontes de poluição** e com o cadastro de outorgas da AESA-PB (**Tabela 7.34**). É válido ressaltar que foram considerados apenas os cadastros de outorgas vigentes no período em que o presente estudo foi desenvolvido.

Ao analisar a estação MR01 na SBMi8, que foi a única sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Miriri enquadrada em Classe 4, percebe-se que ela não é a que mais possui fontes de poluição cadastradas, nem a que possui maior número de cadastros de outorga. Entretanto, ao analisar imagens de satélites, é possível perceber que nessa sub-bacia há a presença de grandes áreas cultivadas que podem contribuir como fontes difusas de poluição, influenciando na qualidade da água do local.

Com relação à bacia do rio Camaratuba, novamente é possível perceber a falta de dados já que somente duas das quatro sub-bacias analisadas possuem dados amostrados de qualidade da água. Nesse caso, a SBCa4 (estação 38700000), que é a sub-bacia com maior número de cadastros de outorga da bacia hidrográfica do rio Camaratuba, ficou enquadrada como Classe 1. A única sub-bacia que ficou enquadrada como Classe 4 é a SBCa6 (com as estações CM03, CM02 e CM01), o que é coerente com o enquadramento de 1988 em que esse trecho de rio estava enquadrado como Classe 3.

Já na bacia hidrográfica do rio Mamanguape quatro sub-bacias ficaram enquadradas na Classe 4, sendo que o parâmetro com pior classificação comum a todas elas foram os sólidos dissolvidos totais. É válido ressaltar que no enquadramento de 1988, essas sub-bacias estavam enquadradas na Classe 2.

Ao analisar a classe resultante para a SBMa10, localizada na foz do rio Mamanguape, é possível perceber que essa sub-bacia ficou enquadrada como Classe 1 – com apenas um ponto de amostragem de qualidade da água que se encontra sob responsabilidade da SUDEMA, sendo ele o MM03. Esse ponto está situado muito próximo à foz do rio Mamanguape, em uma região de mangue, e está classificado como sendo de águas salinas. As áreas próximas ao rio Mamanguape situadas na SBMa10 estão inseridas na APA do Rio Mamanguape e na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) e encontram-se parcialmente sobrepostas às Terras Indígenas Potiguara e Potiguara de Monte-Mor.

Apesar da maioria dos parâmetros terem apresentado maior recorrência de enquadramento na Classe I para o ponto MM03 - conforme apresentados pelos mapas do **Anexo I** – Frequência de classes da qualidade da água nas BHLN - essa região é caracterizada pela prática intensiva de carcinicultura nas proximidades da foz do Mamanguape. Esta atividade surgiu no município de Marcação, por volta dos anos 90, como uma alternativa para melhorar as condições socioeconômicas da população. Atualmente, a carcinicultura é desenvolvida no interior da APA, tanto pela população indígena quanto por empresas privadas. Neste ínterim, diversos são os relatos de deterioração da qualidade da água neste ponto em contrapartida à Classe I encontrada. Este conflito de resultados demonstra a necessidade da avaliação de parâmetros neste ponto diretamente relacionados com os efluentes da carcinicultura, como os nutrientes (nitrogênio e fósforo) que possam de fato refletir a realidade da qualidade das águas locais. Vale ressaltar que no enquadramento de 1988, o Baixo Mamanguape estava classificado como Classe 3.

Tabela 7.34. Número total de fontes de poluição e cadastro de outorgas em cada sub-bacia.

Sub-bacia	Área da sub-bacia (km²)	N° de fontes de poluição	N° de cadastros de outorga	N° fonte poluição/Área	N° cadastros de outorga/Área	Classe
SBCa1	55,54	15	4	0,270	0,072	-
SBCa2	78,49	2	0	0,025	0,000	-
SBCa3	101,34	8	5	0,079	0,049	-
SBCa4	194,24	11	44	0,057	0,227	1
SBCa5	121,19	20	20	0,165	0,165	-
SBCa6	67,68	10	4	0,148	0,059	4
SBMa1	772,35	102	12	0,132	0,016	4
SBMa2	101,78	13	18	0,128	0,177	4
SBMa3	801,92	0	15	0,000	0,019	2
SBMa4	47,20	12	5	0,254	0,106	1
SBMa5	57,68	13	3	0,225	0,052	-
SBMa6	42,25	1	3	0,024	0,071	-
SBMa7	717,47	187	70	0,261	0,098	4
SBMa8	408,07	36	74	0,088	0,181	-
SBMa9	186,68	70	20	0,375	0,107	4
SBMa10	375,26	9	7	0,024	0,019	1
SBMi1	32,98	6	10	0,182	0,303	-
SBMi2	37,12	8	9	0,215	0,242	-
SBMi3	36,31	12	1	0,330	0,028	-
SBMi4	35,98	3	3	0,083	0,083	-
SBMi5	30,80	20	4	0,649	0,130	-
SBMi6	10,50	0	1	0,000	0,095	-
SBMi7	10,69	0	0	0,000	0,000	-
SBMi8	84,33	2	3	0,024	0,036	4
SBMi9	46,53	0	2	0,000	0,043	-
SBMi10	67,41	5	8	0,074	0,119	2

Diante dos resultados apresentados, é válido ressaltar a necessidade de realização de um novo enquadramento para os cursos de água das BHLN haja vista que o único enquadramento existente foi realizado em 1988, descrito pela Resolução COPAM n° 11/88. Além disso, sugere-se que seja analisada a salinidade da água nos pontos de amostragem visto a proximidade das BHLN com o Oceano Atlântico e devido ao fato de que o conhecimento da salinidade é indispensável para o enquadramento dos corpos de água.

Por fim, reforça-se a necessidade de um monitoramento contínuo e que contemple espacialmente a maioria das sub-bacias de interesse. Ademais, se faz necessário a recorrente atualização dos cadastros de outorgas e fontes poluidoras no estado da Paraíba. A partir de um monitoramento mais robusto e a identificação de potenciais fontes poluidoras, a gestão e controle dos aspectos relacionados a qualidade de água podem ser mais assertivos.

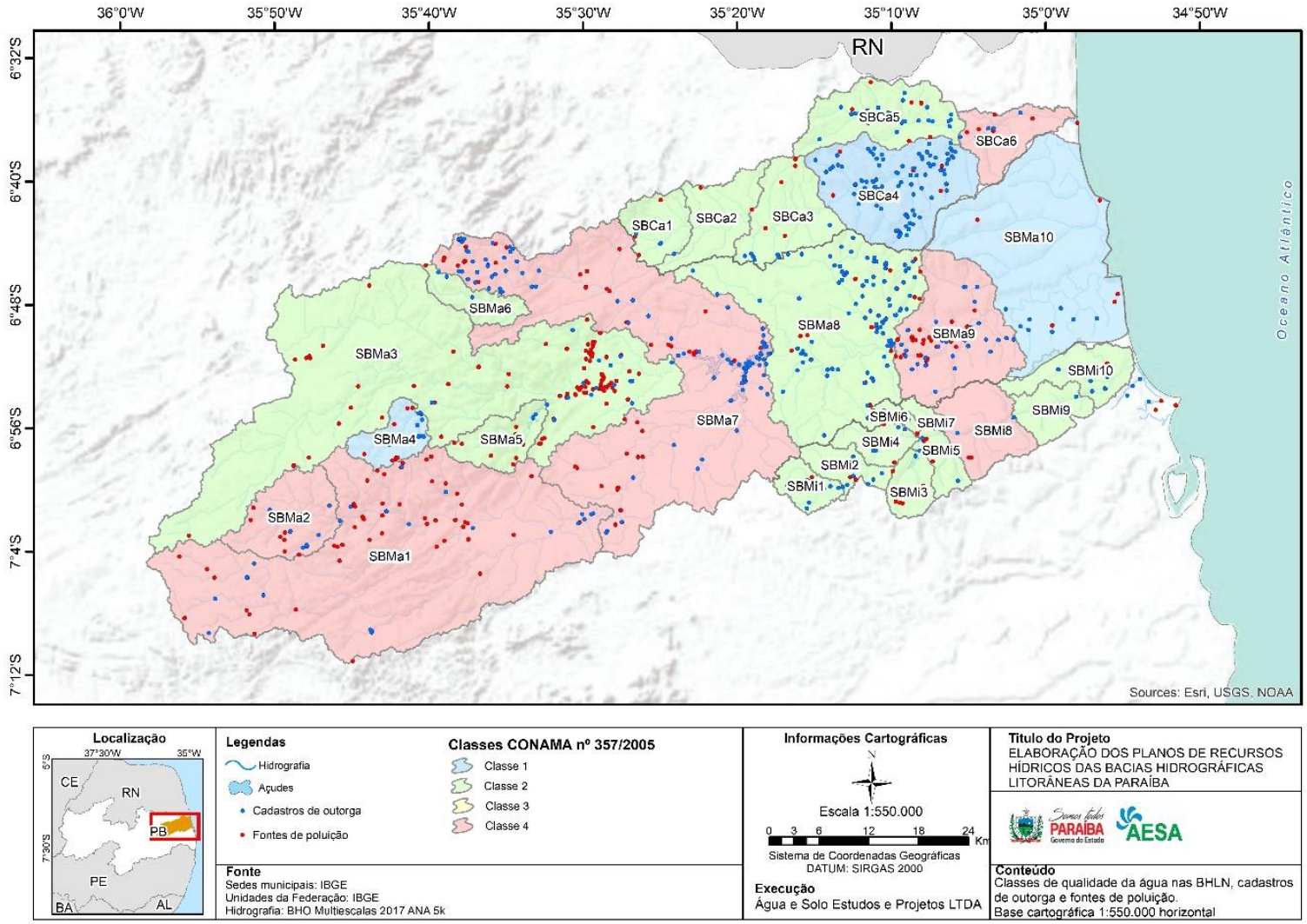


Figura 7.19 - Qualidade da água das sub-bacias do Litoral Norte, cadastros de outorga da AESA-PB e fontes de poluilção.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

7.7 Qualidade das águas subterrâneas

A qualidade da água subterrânea e sua prestabilidade para determinados usos pode ser influenciada por fatores naturais ou antropogênicos. Além das características químicas naturais da água dada pelo contato com a rocha aquífera, que podem ser restritivas para determinado tipo de uso, a exemplo do teor elevado de sais em aquíferos cristalinos de zonas áridas, a contaminação antrópica também pode restringir ou mesmo inviabilizar o uso dessas águas.

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas das Bacias do Litoral Norte - BHLN foi feita a partir de análises químicas de poços no banco de dados da AESA (117 poços), da CAGEPA (17 poços) e dados de análises químicas de 35 poços listados no Estudo de Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba (COSTA *et.al*, 2007).

O estado da Paraíba não dispõe de uma rede de monitoramento de águas subterrâneas consolidada, também não existe padronização dos parâmetros analisados e as análises são de períodos muito distintos. Adicionalmente, parte das análises não apresenta coordenadas geográficas dos pontos de coleta, não permitindo o georreferenciamento dos dados, sendo relacionada apenas ao município.

A **Tabela 7.35** apresenta os parâmetros obtidos por rede de monitoramento de águas subterrâneas na área das BHLN.

Tabela 7.35 - Parâmetros obtidos por rede de monitoramento

Parâmetro	Número de amostras	Intervalo de datas	Parâmetros analisados
AESA	117	2018 a 2022	Temperatura, pH, Condutividade elétrica, Sólidos totais dissolvidos, Bicarbonato, Carbonato ,Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Cloreto, Sulfato, Dureza total, Ferro total, fluoreto, Nitrato, Nitrito, Coliformes totais, Coliformes fecais.
CAGEPA	17	1015 a 2021	Temperatura, pH, Cor aparente, Turbidez, Alcalinidade em hidróxidos, Alcalinidade em carbonatos, Alcalinidade em bicarbonatos, Alcalinidade total, Dióxido de carbono, Oxigênio consumido, Cloretos, Dureza total, Dureza em cálcio, Dureza em magnésio, Condutividade, Sólidos dissolvidos totais, Salinidade, Coliformes totais, E. Coli ou termotolerantes.
COSTA et al (2007)	35	2007	pH, Dureza, Bicarbonato, Carbonato, Alcalinidade total, Condutividade Elétrica, Sólidos totais dissolvidos, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Ferro total, Cloreto, Sulfato, Nitrato e Nitrito.

A partir do levantamento de dados se constatou a necessidade de concepção e operacionalização de uma rede de monitoramento de poços que seja bem distribuída espacialmente, georreferenciada e padronizada.

Além da deficiência da rede de monitoramento em termos de abrangência espacial e temporal, a quantidade de análises químicas e bacteriológicas é limitada, não sendo analisados dados mais abrangentes que reflitam possibilidades de contaminações antrópicas tais com compostos das séries nitrogenadas, compostos orgânicos diversos e parâmetros microbiológicos, bem como aqueles específicos que pode refletir contaminação por esgotos domésticos e industriais, lixões e aterros sanitários, postos de combustível, cemitérios, dentre outros. Da mesma forma, contaminações pelo uso de agrodefensivos em áreas de forte atividade agrícola, sobretudo áreas de agricultura irrigada, bem como em áreas industriais, somente podem ser identificadas e monitoradas a partir de análises físico-químicas específicas.

Assim, para que se tenha um conhecimento atualizado sobre a qualidade das águas subterrâneas nos sistemas aquíferos das bacias é necessário o desenvolvimento de estudos hidrogeológicos específicos e a implantação e operacionalização de uma rede de monitoramento de qualidade, além de inventário de possíveis fontes de contaminação. Esta rede deve subsidiar o enquadramento das águas subterrâneas conforme a Resolução CONAMA nº 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

De acordo com a Resolução CONAMA n° 396/2008, o processo de enquadramento das águas subterrâneas deve ser fundamentado a partir da análise de inúmeros parâmetros, constando no mínimo os Sólidos Totais Dissolvidos, Coliformes Termotolerantes e Nitrato. Contudo, a Resolução estabelece que os parâmetros a serem selecionados para subsidiar o enquadramento deverão ser escolhidos em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critéios técnicos específicos a serem definidos.

Considerando o montante de 514 poços do cadastro do SIAGAS e da AESA que trazem informações sobre a finalidade do uso da água, constatou-se que nas Bacias do Litoral Norte as águas subterrâneas são amplamente utilizadas para abastecimento humano com 52,35% destinando-se a usos múltiplos, 23,08% são utilizadas para abastecimento doméstico e 9,57% para abastecimento público, perfazendo aproximadamente 85% do total. Do restante, 5,07% são utilizadas na irrigação, 4,50% na dessedentação animal, 4,32% para uso industrial e 1,13%

para aquicultura. A **Figura 7.20** mostra a distribuição percentual de tipo de uso da água subterrânea nas BHLN.

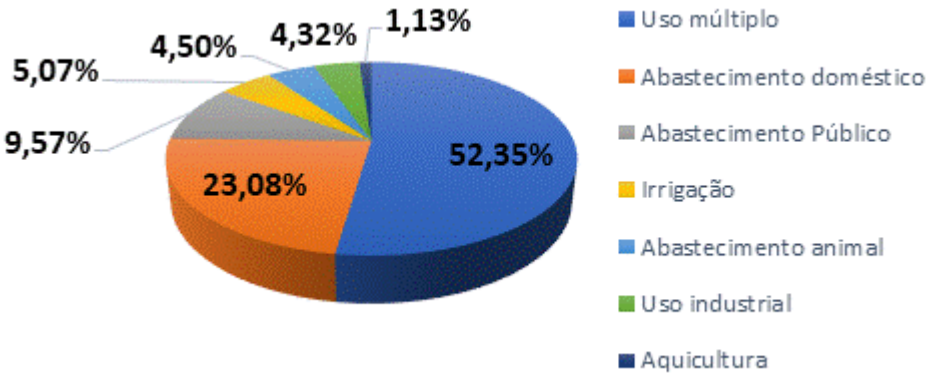


Figura 7.20 - Tipo de uso da água nas BHLN.

Na avaliação qualitativa das águas subterrâneas foram feitas classificações quanto a: (i) tipologia hidroquímica das águas, através do diagrama de PIPER; (ii) índices SAR (Razão de Adsorção de Sódio) que define a prestabilidade das águas para irrigação e (iii) limites máximos permitidos para qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

7.7.1 Caracterização Hidroquímica

O Diagrama de PIPER (1944) é um dos instrumentos mais utilizados para a classificação da tipologia hidroquímica das águas, estabelecendo tipos hidroquímicos em função do balanço e prevalência de cátions e ânions maiores. Ele permite a distinção de grupos hidroquímicos quando se quer analisar um conjunto de amostras.

A tipologia hidroquímica estabelece uma relação entre os cátions (Na+, K+, Ca2+, Mg2+) e ânions (Cl-, SO42- , HCO3- e CO32-) principais, em termos de miliequivalência, ressaltando aqueles predominantes. Em termos práticos essa tipologia de cátions e ânions predominantes reflete a influência de fatores ambientais na composição da água, entre eles o tipo de rocha aquífera, o volume de recarga, o tempo de residência das águas e o clima.

Uma dificuldade para a aplicação desse método é a falta de abrangência e a má qualidade das análises químicas. Quando adequadas, as amostras de água devem apresentar a concentração total de cátions aproximadamente igual à concentração de ânions (ambos expressos em meq/L), considerando a premissa de que as águas naturais são eletricamente neutras. Entretanto, nem todos os elementos são analisados nas amostras e, quando os teores dos elementos analisados

são baixos, o erro associado à metodologia de medição aplicada a cada um deles pode superar um erro máximo admissível no fechamento do balanço iônico.

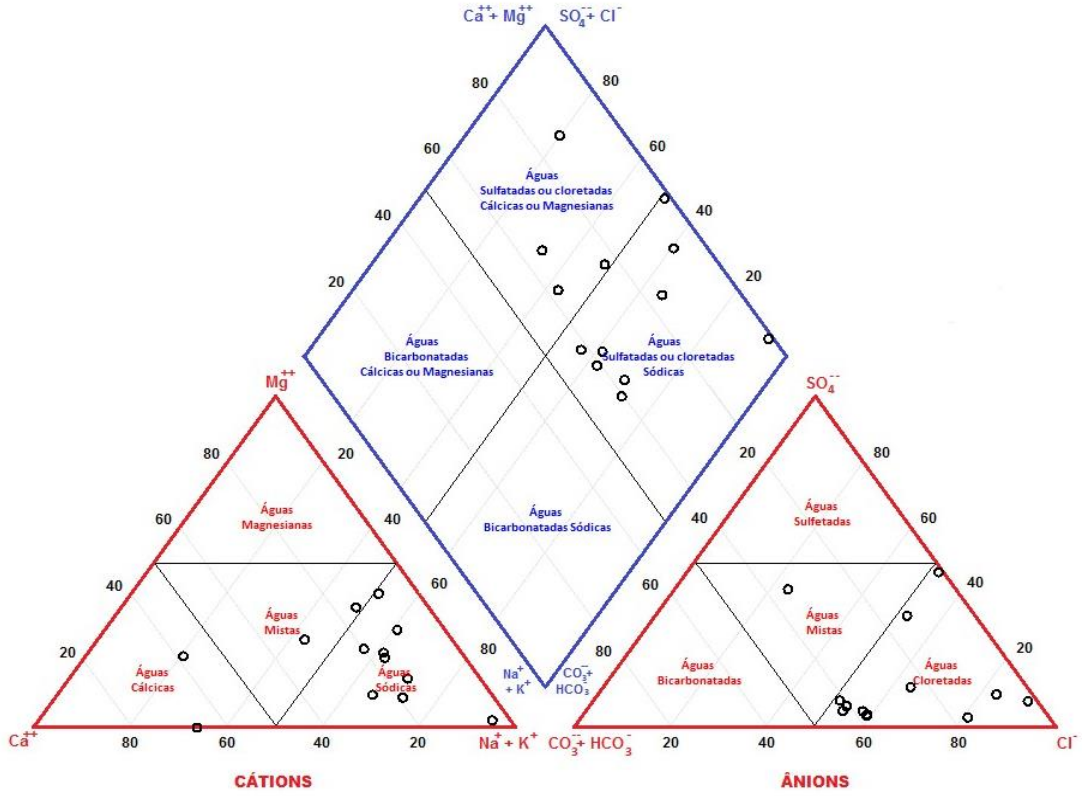
Erros analíticos que impedem o fechamento do balanço iônico ocorrem também em função de falhas nos procedimentos de coleta, demora na realização das análises, armazenamento inadequados, falha na execução da técnica laboratorial, dentre outros. Adicionalmente, quando as águas são pouco mineralizadas, pequenos erros analíticos podem representar diferenças significativas no balanço iônico, inviabilizando a utilização da amostra.

A partir da plotagem das amostras validadas pelo balanço iônico obteve-se a representação gráfica no Diagrama de PIPER, permitindo uma análise visual comparativa para a composição das diversas amostras de água, que neste estudo foram agrupadas em dois sistemas aquíferos: o Cristalino e o Sedimentar.

Na aplicação do Diagrama de Piper para caracterização da tipologia hidroquímica foi utilizado o software QUALIGRAF da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2014). Trata-se de um programa de acesso livre, que auxilia na interpretação dos resultados e gera um produto gráfico.

De acordo com a metodologia de Piper (1944), quando um cátion ou ânion representa mais de 50% do conteúdo iônico total, a água é classificada por esta espécie predominante ou, quando não identificada uma prevalência, a água é classificada pelos dois mais abundantes. Na figura do diagrama, o campo central, localizado entre os dois triângulos, é utilizado para representar o caráter químico total da água.

As **Figura 7.21** e **Figura 7.22** apresentam o Diagrama de Piper para as amostras dos sistemas aquíferos Cristalino e Sedimentar.



Tipo Hidroquímico	Nº de poços	%
Cloretada Sódica	9	69
Cloretada Mista	2	15
Cloretada Cálcica	1	8
Sulfatada Cálcica	1	8

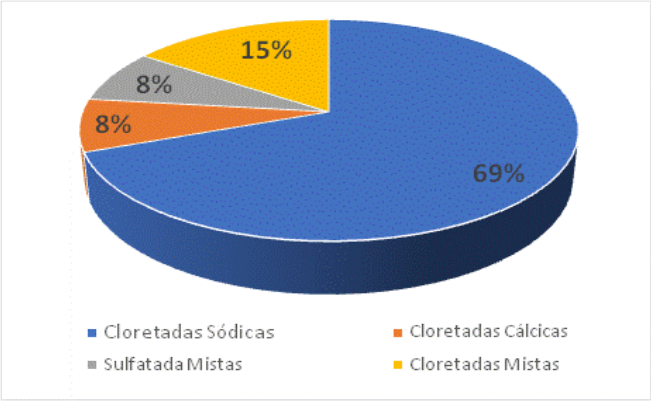
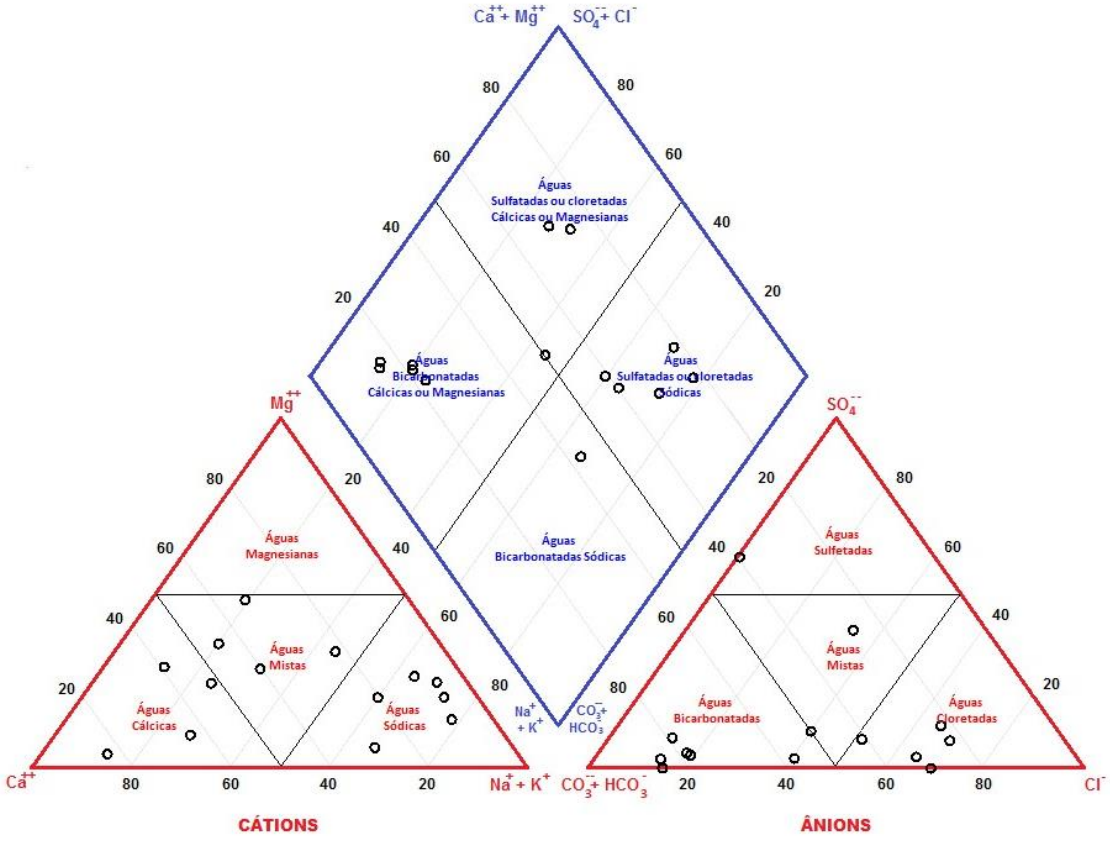


Figura 7.21 - Diagrama de PIPER para o Sistema Aquífero Cristalino.



Tipo Hidroquímico	Nº de poços	%
Cloretada Sódica	4	29
Bicarbonatada Cálcica	3	21
Bicarbonatada Mistas	3	14
Bicarbonatada sódica	1	7
Cloretada Cálcica	2	14
Sulfatada Cálcica	1	7

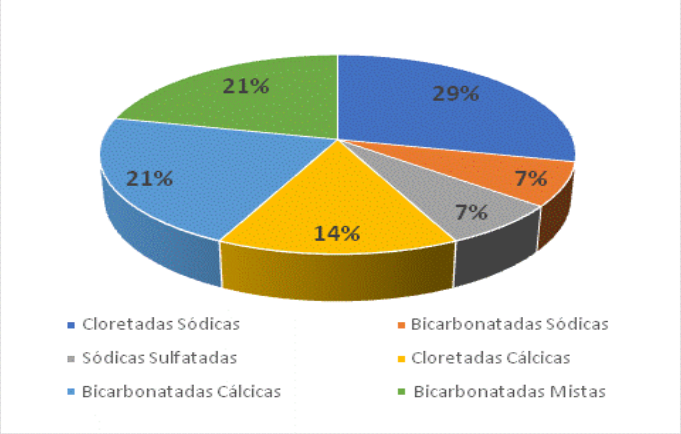


Figura 7.22 - Diagrama de PIPER para o Sistema Aquífero Cristalino

Constata-se que as águas dos poços localizados no sistema aquífero cristalino foram classificadas em sua maioria com cloretadas (95%), sendo 75% sódicas, 17% mistas e 8% cálcicas. Concentrações elevadas de cloretos e eventualmente de sódio são típicas de aquíferos cristalinos em zona árida, associadas à deficiência à baixa recarga, elevada evaporação e pouca circulação hídrica subterrânea.

Nas águas dos poços localizados no Aquífero sedimentar predominam as bicarbonatadas (42%), sendo 43% cálcicas, 43% mistas e 14% sódicas. As águas cloretadas sódicas representam 29% das amostras. Ocorrem também cloretadas e sulfatadas cálcicas.

Valores elevados de cálcio e de bicarbonatos refletem litologias de rochas calcárias, podendo estar relacionado à ocorrência da Formação Gramame.

7.7.2 Qualidade da água para uso na irrigação

Na determinação da qualidade da água para irrigação foi utilizada a classificação proposta pelo *United States Salinity Laboratory* (USSL), que se baseia na razão de adsorção de sódio (SAR – *Sodium Adsorption Ratio*) e na concentração de íons de sais dissolvidos aferido pela condutividade elétrica da água. Este índice composto pelas letras C e S, indica na letra C a concentração de íons de sais dissolvidos e na letra S o risco de sodificação do solo (quantidade de sódio que pode ser adsorvido pelo solo).

Para fins de diagnóstico, a classificação do USSL define as seguintes classes de águas:

Quanto ao perigo de salinização:

- C1 - Águas com baixa salinidade. Condutividade entre 100 e 250 micromhos/cm, que corresponde aproximadamente a 64 e 160 mg/l de sólidos dissolvidos. Pode ser usada na maioria das lavouras e em quase todos os solos, com pequeno risco de salinização, salvo se a permeabilidade do solo for extremamente baixa.
- C2 - Águas com salinidade média. Condutividade entre 250 e 750 micromhos/cm, correspondendo aproximadamente a 160 e 480 mg/l de sólidos dissolvidos, pode ser utilizada em solos que apresentem lixiviação moderada. As plantas com baixa tolerância salina podem ser cultivadas sem risco.
- C3 - Águas com salinidade alta. Condutividade elétrica entre 750 e 2.250 micromhos/cm, correspondendo a 480 e 1.440 mg/l de sólidos dissolvidos, não pode ser usada em solos de drenagem deficiente. Se presta para culturas com boa tolerância salina.
- C4 - Águas com salinidade extremamente alta. Condutividade elétrica entre 2.250 e 5.000 micromhos/cm, correspondendo aproximadamente a 1.440 e 3.200 mg/l de sólidos dissolvidos, geralmente não são utilizadas para irrigação, salvo os casos de plantas com alta resistência salinas em solos bastante permeáveis e abundantemente irrigados.
- C5 - Águas com salinidade extremamente alta. Condutividade elétrica entre 2.250 e 5.000 micromhos/cm, correspondendo aproximadamente a 1.440 e 3.200 mg/l de sólidos dissolvidos, geralmente não são utilizadas para irrigação, salvo os casos

de plantas com alta resistência salinas em solos arenosos permeáveis e abundantemente irrigados.

Quanto ao perigo de sodificação:

- S1 - Água com baixa proporção de sódio e que pode ser usada em quase todos os tipos de solo sem riscos de acumulação de quantidades nocivas de sódio permutável. Faz-se ressalva apenas às lavouras muito sensíveis ao sódio.
- S2 - Água com proporção média de sódio e risco em condições de lixiviação deficiente em terrenos de textura fina com elevada capacidade de troca catiônica. Pode ser usada em solos orgânicos ou de textura grossa com boa permeabilidade.
- S3 - Água com proporção elevada de sódio e que pode conduzir a quantidades perigosas de sódio permutável na maior parte dos solos, aceitável apenas em condições de boa drenagem, presença de matéria orgânica e lixiviação intensa.
- S4 - Água com proporção muito elevada de sódio, geralmente é inadequada para irrigação, exceto quanto a salinidade é muito baixa. Podem ser utilizadas em solos extremamente drenados e ricos em carbonatos.

O programa QUALIGRAF (FUNCEME, 2014), utilizado para a classificação hidroquímica e que gerou os Diagramas de Piper, também foi utilizado para a classificação com base no índice SAR para irrigação. As **Figura 7.23** e **Figura 7.24** apresentam os diagramas de classificação da água subterrânea em relação aos riscos de salinização e sodificação para os sistemas aquíferos cristalino e sedimentar.

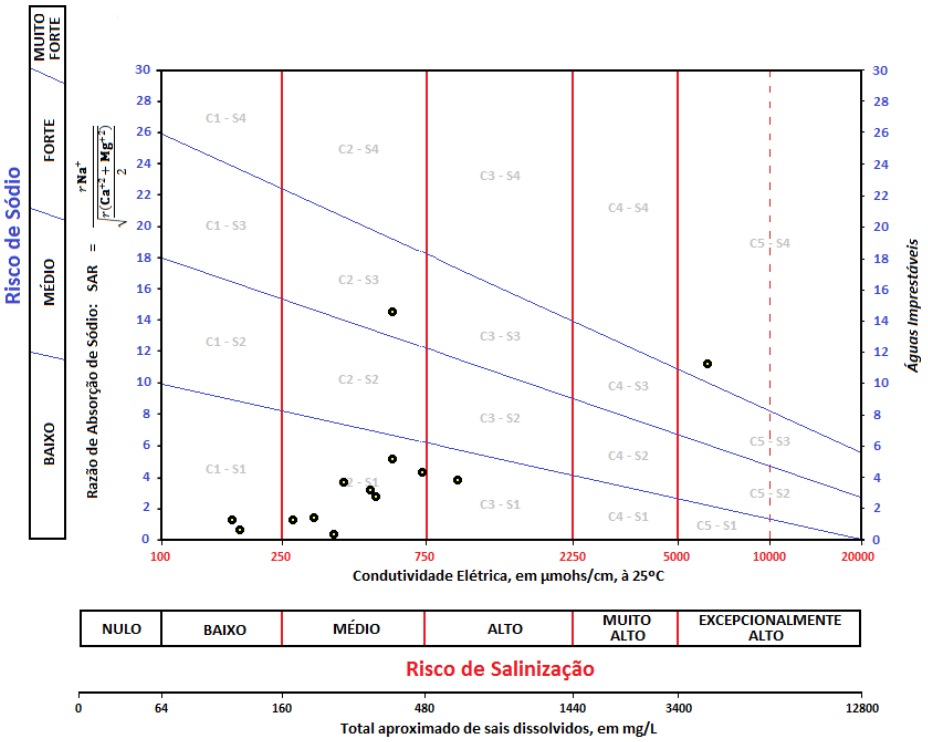


Figura 7.23 - Diagrama de classificação de índice SAR - Aquífero Cristalino.

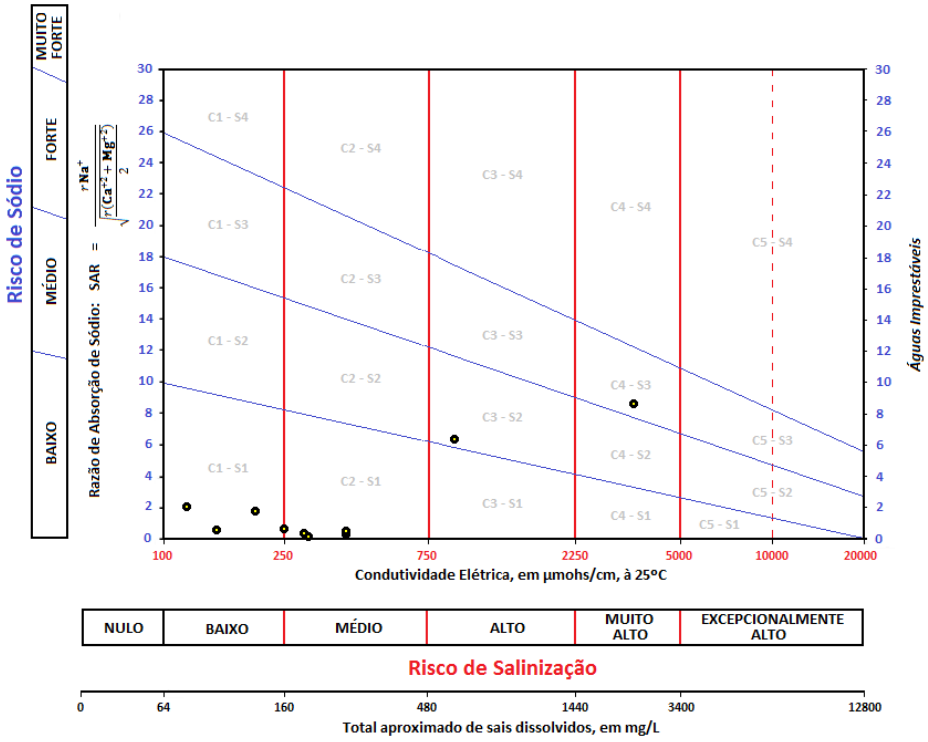


Figura 7.24 - Diagrama de classificação de índice SAR – Aquífero Sedimentar.

A **Tabela 7.36** apresenta a tipificação, o número de amostras e o percentual de ocorrência do índice SAR por sistema aquífero.

Tabela 7.36 - Índice SAR por sistema aquífero

Sistema Aquífero	Cristalino		Sedimentar	
Índice SAR	Número de amostras	%	Número de amostras	%
C0 – S1			4	29
C1 – S1	2	15	4	29
C2 – S1	8	62	4	29
C2 – S3	1	8		
C3 – S1	1	8		
C3 – S2			1	7
C4 – S3			1	7
C5 – S4	1	8		

As águas do aquífero cristalino apresentam, de forma genérica, salinidade média e baixo risco de sodificação. A classes mais representativas foram a C2-S1 (62 %) e C1-S1 (15 %). Uma amostra apresentou salinidade extremamente alta e proporção muito elevada de sódio (C5-S4). O aquífero cristalino, em áreas de menor precipitação, tende a apresentar águas com quantidades mais elevadas de sódio, e que podem conduzir a acumulações deste elemento na maior parte dos solos, com risco de intoxicação das plantas. Água com proporção elevada de sódio e salinidade alta são inadequadas para irrigação

No aquífero sedimentar as classes mais representativas foram a C0-S1 (29%) e C1-S1 (29%) e C2-S1 (29%) com baixo risco de sodificação e baixo a médio risco de salinização.

7.7.3 Potabilidade da água para consumo humano

A avaliação da possibilidade de uso das águas para consumo humano foi realizada a partir de comparação entre os resultados das análises químicas do banco de dados da AESA e da CAGEPA, com os Valores Máximos Permitidos (VMP) para diversos parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama n° 396/2008 e Portarias n° 2.914/2011 e nº 05/2017 do Ministério da Saúde. A Portaria nº 05 de 28 de setembro de 2017 que trata do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e de seu padrão de potabilidade, ratifica e complementa a Portaria n°. 2.914/2011 e em seus anexos estabelece teores máximos para substância que representem risco para a saúde humana.

Cabe ressaltar que essas análises são limitadas e faltam dados que reflitam possíveis contaminações por atividades antrópicas, a exemplo de contaminações por agrodefensivos, derivados de combustíveis, dentre outros. Portanto, esta avaliação está limitada aos parâmetros analisados, sendo insuficiente para refletir a qualidade das águas frente a ocupação antrópica das bacias, sobretudo da região costeira. Faltam dados de íons de elementos menores tais como

os metais pesados: Arsênio, Chumbo, Zinco, Cobre e Mercúrio, entre outros, bem como compostos orgânicos diversos relacionados a agroquímico e combustíveis, além de indicadores microbiológicos.

Os números e resultados das amostras bem como os valores máximos permitidos para cada sistema aquífero são apresentados na **Tabela 7.37** e **Tabela 7.38**.

Tabela 7.37 - Resultados estatísticos da qualidade da água – Aquífero Cristalino (AESA/CAGEPA)

Parâmetro	Número de poços	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	VMP	Número Poços > VMP	% Poços > VMP
Temperatura (ºC)	32	20,2	25,23	27	-	-	-
pH	61	3,8	6,53	9,32	6,0 – 9,5-	18	30%
Cor Aparente (uH)	-	-	-	-	15	-	-
Turbidez (uT)	-	-	-	-	5	-	-
Condutividade Elétrica (µS/cm)	45	0,25	622,23	6250	-	-	-
Alcalinidade Total mg/L CaC03	-	-	-	-	-	-	-
Salinidade ppt	-	-	-	-	-	-	-
STD (mg/L)	50	16	497,72	4234,40	1000	5	10%
Cálcio (mg/L)	22	3	23,48	144	-	-	-
Magnésio (mg/L)	18	0,16	24,84	261	-	-	-
Sódio (mg/L)	28	7,5	114,20	982,8	200	2	7%
Potássio (mg/L)	21	0,16	6,86	36,8	-	-	-
Cloreto (mg/L)	57	1,98	186,3	2076,8	250	7	12%
Carbonato (mg/L)	3	1,89	16,59	46	-	-	-
Bicarbonato (mg/L)	20	1,1	123,74	718	-	-	-
Sulfato (mg/L)	26	2,51	48,92	343,50	250	1	4%
Dureza total (mg/l)	57	9	156,66	1447,5	500	4	7%
Dióxido de Carbono (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-
Oxigênio Consumido (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-
Nitrito (mg/L)	18	0,01	0,16	0,87	1	0	0%
Nitrato (mg/L)	35	0,04	1,60	12	10	1	3%
Fluoreto (mg/L)	2	0,02	0,02	0,02	1,5	0	0%
Ferro (mg/L)	28	0,01	0,25	1,73	0,3	4	14%
Coliformes Fecais NMP/ 100 mi	4	1	1,08	1,10	ausente	3	75%
Coliformes totais NMP/ 100 mi	10	1	306,83	2400	ausente	5	50%
Coliformes termotolerantes NMP/ 100 mi	-	-	-	-	ausente	-	-

*Valores Máximos Permitidos em relação a Portaria nº 2.914/2011, Portaria de consolidação MS nº 5/2017 e a Resolução CONAMA nº 396/2008.

A avaliação dos resultados das análises químicas das amostras coletadas no aquífero cristalino com relação aos valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde) apresentaram resultados analíticos superiores aos VMP nos seguintes parâmetros e respectivos percentuais: Coliformes fecais (75%), Coliformes totais (50%), pH (30%), Ferro (14%), Cloreto (12%), STD (10%), sódio (7%) Sulfato (4%) e Nitrato (3%).

Destaca-se a presença de coliformes totais em 05 das 10 amostras, e de coliformes fecais em 03 das 04 amostras analisadas no sistema aquífero cristalino, indicando contaminação por esgotos e dejetos animal e humano.

As águas subterrâneas se apresentaram ácidas (pH < 6) em cerca de 30 % das amostras, função provavelmente da baixa concentração de bicarbonatos e carbonatos.

Valores elevados de cloreto (12%) e sódio (7%) estão em conformidade com a tipologia hidroquímica das águas que classificou 95% das amostras como cloretadas, sendo 75% sódicas. Valores elevados de cloreto interferem nas características organolépticas das águas, causando gosto desagradável. O excesso de sódio provoca o gosto salgado na água.

A salinidade das águas pode ser mensurada pelos teores de sólidos totais dissolvidos, cloreto e condutividade elétrica. A resolução Conama nº 396/08 estabelece o limite de 500 mg/L de Resíduos Totais para água doce, sendo que, acima deste valor as águas podem ser classificadas como salobras ou salinas. Do total de poços analisados, cerca de 20% apresentam valores de Resíduos Totais superiores a 500 mg/L, que classifica as águas como salobras.

Teores elevados de Ferro (14%) podem estar associado a processos naturais de decomposição de rochas ricas em minerais ferro-magnesianos, ou a matérias de revestimento do poço e equipamentos de bombeio.

De forma genérica as águas são mineralizadas, com valor médio de condutividade elétrica de 622,2 µS/cm.

A avaliação dos resultados das análises químicas das amostras coletadas no aquífero cristalino com relação aos valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde) apresentaram resultados analíticos superiores aos VMP nos seguintes parâmetros e respectivos percentuais: Coliformes fecais (75%), Coliformes totais (50%), pH (30%), Ferro (14%), Cloreto (12%), STD (10%), sódio (7%) Sulfato (4%) e Nitrato (3%).

Destaca-se a presença de coliformes totais em 05 das 10 amostras, e de coliformes fecais em 03 das 04 amostras analisadas no sistema aquífero cristalino, indicando contaminação por esgotos e dejetos animal e humano.

As águas subterrâneas se apresentaram ácidas (pH < 6) em cerca de 30 % das amostras, função provavelmente da baixa concentração de bicarbonatos e carbonatos.

Valores elevados de cloreto (12%) e sódio (7%) estão em conformidade com a tipologia hidroquímica das águas que classificou 95% das amostras como cloretadas, sendo 75% sódicas. Valores elevados de cloreto interferem nas características organolépticas das águas, causando gosto desagradável. O excesso de sódio provoca o gosto salgado na água.

A salinidade das águas pode ser mensurada pelos teores de sólidos totais dissolvidos, cloreto e condutividade elétrica. A resolução Conama nº 396/08 estabelece o limite de 500 mg/L de Resíduos Totais para água doce, sendo que, acima deste valor as águas podem ser classificadas como salobras ou salinas. Do total de poços analisados, cerca de 20% apresentam valores de Resíduos Totais superiores a 500 mg/L, que classifica as águas como salobras.

Teores elevados de Ferro (14%) podem estar associado a processos naturais de decomposição de rochas ricas em minerais ferro-magnesianos, ou a matérias de revestimento do poço e equipamentos de bombeio.

De forma genérica as águas são mineralizadas, com valor médio de condutividade elétrica de 622,2 µS/cm.

Tabela 7.38 - Resultados estatísticos da qualidade da água – Aquífero Sedimentar (AESA/CAGEPA)

Parâmetro	Número de poços	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	VMP	Número Poços > VMP	% Poços > VMP
Temperatura (ºC)	19	21,1	23,7	26,9	-	-	-
pH	23	4,7	6,983	8	6,0 – 9,5-	3	13%
Cor Aparente (uH)	16	0,4	2,00625	5,2	15	0	0%
Turbidez (uT)	17	0,1	1,06	4,5	5	0	0%
Condutividade Elétrica (µS/cm)	20	54	509,4	1447	-	-	-
Alcalinidade Total mg/L CaC03	17	2,1	173,67	302,7	-	-	-
Salinidade ppt	17	0,05	0,3	0,72	-	-	-
STD (mg/L)	20	1,02	296,3	802	1000	0	0%
Cálcio (mg/L)	13	4,8	92,17	158	-	-	-
Magnésio (mg/L)	18	14,2	87,94	270	-	-	-
Sódio (mg/L)	1	0,03	0,03	0,03	200	0	0%
Potássio (mg/L)	0	-	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	23	10,99	77,59	297,6	250	1	4%
Carbonato (mg/L)	17	0	0	0	-	-	-
Bicarbonato (mg/L)	17	2,1	173,67	302,7	-	-	-
Sulfato (mg/L)	0				250		
Dureza total (mg/l)	23	10	151,74	370	500	0	0%
Dióxido de Carbono	17	8,4	31,53	92,4	-	-	-

Parâmetro	Número de poços	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	VMP	Número Poços > VMP	% Poços > VMP
(mg/L)							
Oxigênio Consumido (mg/L)	15	0,16	2,54	4,1	-	-	-
Nitrito (mg/L)	0				1		
Nitrato (mg/L)	3	0,96	1,37	2,04	10	0	0%
Fluoreto (mg/L)	0	-	-	-	1,5	-	-
Ferro (mg/L)	2	0,03	0,08	0,13	0,3	0	0%
Coliformes Fecais NMP/ 100 mi	17	0	0	0	ausente	0	0%
Coliformes totais NMP/ 100 mi	18	0	27,47	488,4	ausente	6	33%
Coliformes termotolerantes NMP/ 100 mi	-	-	-	-	ausente	-	-

*Valores Máximos Permitidos em relação a Portaria nº 2.914/2011, Portaria de consolidação MS nº 5/2017 e a Resolução CONAMA nº 396/2008.

As águas do sistema aquífero sedimentar apresentam melhor qualidade em relação ao aquífero cristalino, com resultados analíticos superiores aos VMP nos seguintes parâmetros e respectivos percentuais: Coliformes totais (33%), pH (13%) e Cloreto (4%).

Os valores médios de Resíduos Totais, Cloreto e Dureza permitem classificar as águas como doces.

Os valores de Resíduos Totais e Cloreto se mostram mais elevados no Aquífero Cristalino, relacionado ao clima mais árido e à natureza da rocha aquífera.

7.8 Balanço hídrico quali-quantitativo

O balanço hídrico quantitativo é definido a partir da diferença entre a disponibilidade hídrica e a demanda total de água proveniente das atividades consuntivas presentes na bacia. De maneira prática, o balanço expõe as condições de oferta e demanda hídrica, em diferentes regiões da bacia, face às atividades desenvolvidas em cada região da área de interesse.

As atividades consuntivas consideradas para o balanço foram abastecimento urbano e rural, indústria, dessedentação animal, agricultura, irrigação e aquicultura. Sendo a demanda total definida a partir do somatório de todas as demandas que consomem os recursos hídricos na área de interesse, conforme descrito na seção *"***Demandas hídricas***"*. Nesse caso, para o balanço, a disponibilidade hídrica superficial se refere à vazão com 90% de permanência (Q_{90}).

Para a definição do balanço hídrico foi aplicado um modelo hidrológico distribuído por sub-bacias. Assim, os balanços hídricos apresentados se referem ao volume de água produzido em

cada sub-bacia subtraído dos consumos provenientes das atividades consuntivas existentes na área específica. Assim, no presente relatório é feita uma primeira análise em que se identifica o balanço hídrico considerando apenas as vazões produzidas e consumidas em cada sub-bacia. Na segunda análise é feita a transferência dos excessos hídricos de cada sub-bacia para a jusante, a fim de espacializar a disponibilidade hídrica ao longo das BHLN. Destaca-se que somente os excessos hídricos são transferidos, uma vez que não há sentido físico em transferir déficits, considerando que a falta de água verificada em uma sub-bacia não é transferida para a sub-bacia de jusante.

Para o balanço hídrico qualitativo foram cruzadas as informações obtidas nos itens **7.4.1** e **7.6**, buscando identificar se a qualidade das águas superficiais nas BHLN atende ao uso mais restritivo identificado, segundo as classes da Resolução CONAMA nº 357/2005. Entende-se que uma sub-bacia atende a qualidade requerida se ela foi classificada em uma classe igual ou superior àquela exigida pelo uso mais restritivo identificado. Para fins conceituais, entende-se que a Classe 1 é superior às Classes 2, 3 e 4. A Classe 2 inferior à Classe 1 e superior às Classes 3 e 4, seguindo a mesma lógica para as Classes 3 e 4.

7.8.1 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Mamanguape

A **Tabela 7.39** apresenta o balanço hídrico para a bacia hidrográfica do rio Mamanguape e exibe a disponibilidade hídrica superficial de cada uma das sub-bacias que foram consideradas pelo modelo hidrológico. Conforme exposto na seção anterior, primeiramente foi determinado o balanço hídrico a partir da subtração da disponibilidade hídrica de cada uma das sub-bacias pelas demandas existentes.

É válido ressaltar que os valores apresentados pela **Tabela 7.39** não consideraram a disponibilidade de águas subterrâneas, ou seja, os balanços hídricos que estão expostos apresentam apenas a disponibilidade de água superficial na bacia. A coluna do consumo total representa todas as retiradas de água em cada sub-bacia e a coluna do balanço hídrico representa a vazão total remanescente nas sub-bacias consideradas.

Tabela 7.39 - Balanço hídrico para as sub-bacias do rio Mamanguape

Sub-bacia	Local	Área de drenagem a montante da sub-bacia (km²)	Q_{90} (m³/s)	Q_{90} específica (m³/s.km²)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico (m³/s)
SBMa1	Alto Mamanguape	874,13	0,26	0,0003	0,1012	0,1588
SBMa2	Açude Nova Camará	101,78	0,03	0,0003	0,0193	0,0107
SBMa3	Rio Araçagi	906,79	0,06	0,00007	0,1367	-0,0767

Sub-bacia	Local	Área de drenagem a montante da sub-bacia (km²)	Q_{90} (m³/s)	Q_{90} específica (m³/s.km²)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico (m³/s)
SBMa4	Açude Saulo Maia	47,2	0,003	0,00006	0,0062	-0,0032
SBMa5	Açude Tauá	57,67	0,004	0,00007	0,0070	-0,0030
SBMa6	Açude Pirpituba	42,25	0,004	0,00009	0,0081	-0,0041
SBMa7	Açude Araçagi	2540,64	0,22	0,00009	0,1059	0,1141
SBMa8	Médio Mamanguape	2948,71	0,26	0,00009	0,3683	-0,1083
SBMa9	Médio Baixo Mamanguape	3135,39	1,08	0,34445	0,3184	0,7616
SBMa10	Baixo Mamanguape	3510,65	1,08	0,30764	0,1718	0,9082

Avaliando os valores obtidos no balanço hídrico por sub-bacia foi percebido um déficit em cinco das dez sub-bacias consideradas. Dessa maneira, as sub-bacias que apresentaram menor capacidade de atendimento às atividades consuntivas atualmente existentes em sua região foram a SBMa3, SBMa4, SBMa5, SBMa6 e SBMa8.

A **Tabela 7.40** apresenta os valores dos balanços acumulados em cada uma das sub-bacias, ou seja, consideraram para o cálculo do balanço não só a produção de água na sub-bacia, mas também a água proveniente das sub-bacias de montante.

Tabela 7.40 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Mamanguape)

Sub-bacia	Local	Área de drenagem a montante da sub-bacia (km²)	Q90 acumulada (m³/s)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico (m³/s)
SBMa1	Alto Mamanguape	874,13	0,2600	0,1012	0,1588
SBMa2	Açude Nova Camará	101,78	0,0107	0,0193	-0,0193
SBMa3	Rio Araçagi	906,79	0,0600	0,1367	-0,0767
SBMa4	Açude Saulo Maia	47,2	0,0030	0,0062	-0,0032
SBMa5	Açude Tauá	57,67	0,0040	0,0070	-0,0030
SBMa6	Açude Pirpituba	42,25	0,0040	0,0081	-0,0041
SBMa7	Açude Araçagi	2540,64	0,3788	0,1059	0,2730
SBMa8	Médio Mamanguape	2948,71	0,5330	0,3683	0,1647
SBMa9	Médio Baixo Mamanguape	3135,39	1,2447	0,3184	0,9263
SBMa10	Baixo Mamanguape	3510,65	2,0063	0,1718	1,8345

Destaca-se que inúmeras sub-bacias apresentam atualmente déficit hídrico, considerando apenas a água superficial. Contudo, considerando a bacia do rio Mamanguape e vazão com 90% de tempo de permanência, o balanço total é de 1,8345 (m³/s).

Em relação ao aspecto qualitativo, a **Figura 7.25** apresenta o cruzamento entre os usos identificados na bacia do rio Mamanguape e as classes atribuídas a cada sub-bacia. Na bacia do rio Mamanguape foi identificada o Parque Estadual Mata o Pau de Ferro, UC de Proteção Integral. Logo, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, as águas inseridas nas UCs de Proteção Integral devem ser enquadradas em Classe Especial. O PE Mata do Pau de Ferro está inserido em uma pequena parte da sub-bacia SBMa1, portanto não é exigida Classe Especial para toda a sub-bacia. Na sub-bacias SBMa9 e SBMa10 foram identificadas Terras Indígenas, portanto, os rios inseridos nessas áreas devem ser enquadrados em Classe 1, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

No caso das BHLN, o tratamento da água para abastecimento público é feito é realizado pelo método convencional, portanto, nas sub-bacias onde esse uso ocorre, a classificação requerida é a Classe 2. Em relação ao uso de irrigação, considerou-se que os pontos no cadastro de outorga se referem à irrigação de culturas arbóreas ou forrageiras (Classe 3) ou então à irrigação de hortaliças e frutíferas (Classe 2). Desse modo, adotando uma metodologia mais conservadora, nas sub-bacias onde o uso para irrigação ocorre, a classificação requerida é a Classe 2.

A **Tabela 7.41** resume o balanço qualitativo das sub-bacias da UPH Rio Mamanguape. Verifica-se que as sub-bacias SBMa1, SBMa2 e SBMa9 não atendem à classe requerida. Importante salientar que, como o banco de outorgas não informa qual a cultura é irrigada em cada caso, é possível que este balanço qualitativo tenha obtido resultados muito conservadores. Desse modo, para futuras atividades relacionadas ao enquadramento de corpos d'água, sugere-se que sejam verificados e confirmados cada caso.

Tabela 7.41 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Mamanguape)

Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBMa1	Alto Mamanguape	Classe 3	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Não atendido
SBMa2	Açude Nova Camará	Classe 3	Abastecimento público e irrigação	Classe 2	Não atendido
SBMa3	Rio Araçagi	Classe 2	Abastecimento público e irrigação	Classe 2	Atendido
SBMa4	Açude Saulo Maia	Classe 1	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBMa5	Açude Tauá	Classe 1	Abastecimento público e aquicultura	Classe 2	Atendido

Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBMa6	Açude Pirpituba	Classe 1	Abastecimento público e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBMa7	Açude Araçagi	Classe 2	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBMa8	Médio Mamanguape	Classe 2	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBMa9	Médio Baixo Mamanguape	Classe 3	Terras indígenas	Classe 1	Não atendido
SBMa10	Baixo Mamanguape	Classe 1	Terras indígenas	Classe 1	Atendido

Fonte: Acervo próprio, 2022

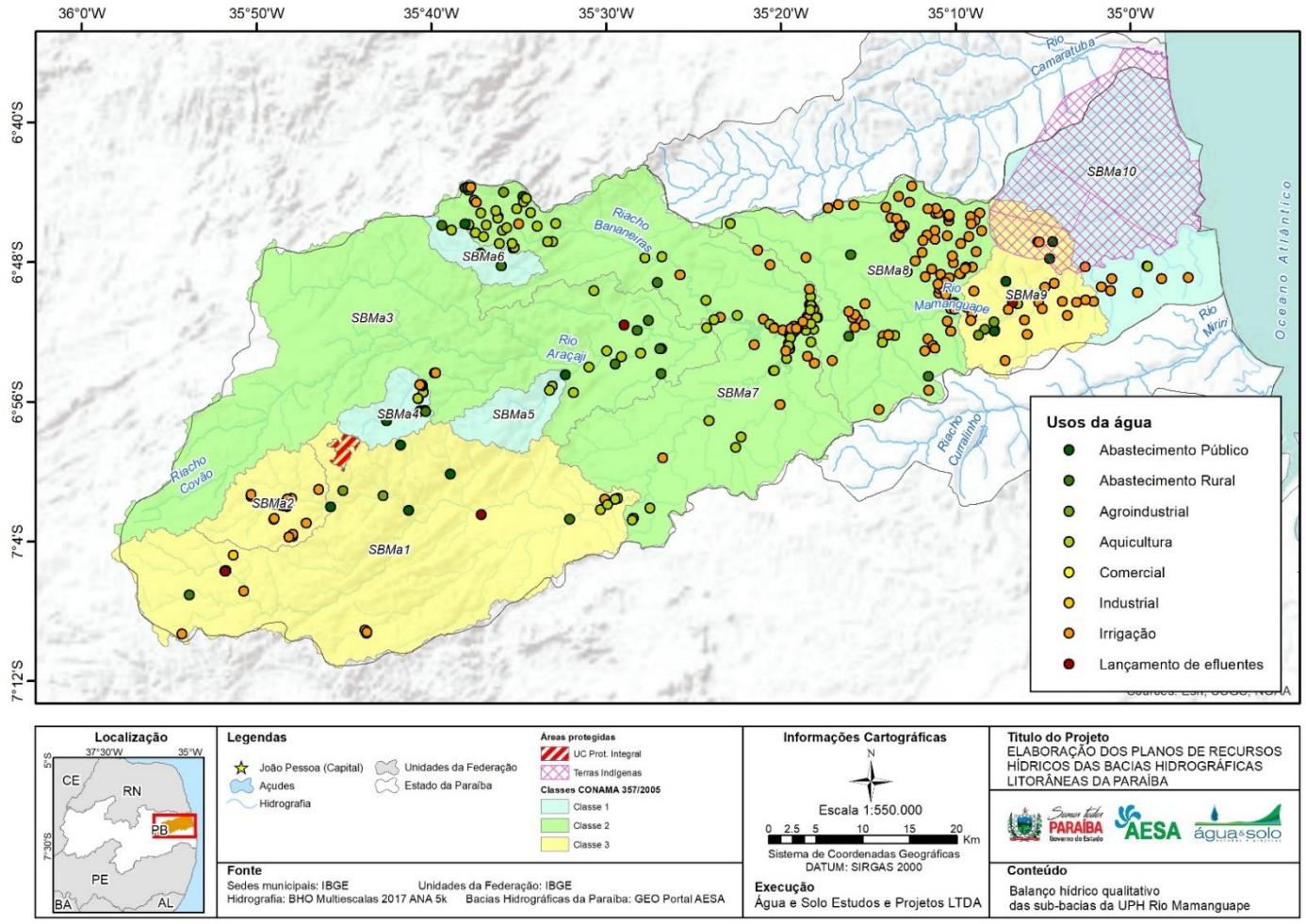


Figura 7.25 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Mamanguape
Fonte: Acervo próprio, 2022.

7.8.2 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Camaratuba

A **Tabela 7.42** apresenta o balanço hídrico para a bacia hidrográfica do rio Camaratuba e exibe a disponibilidade hídrica superficial de cada uma das sub-bacias que foram consideradas pelo modelo hidrológico. Conforme exposto na seção anterior, primeiramente foi determinado o balanço hídrico a partir da subtração da disponibilidade hídrica de cada uma das sub-bacias pelas demandas existentes.

É válido ressaltar que os valores apresentados pela **Tabela 7.42** não consideraram a disponibilidade de águas subterrâneas, ou seja, os balanços hídricos que estão expostos apresentam apenas a disponibilidade de água superficial na bacia. A coluna do consumo total representa todas as retiradas de água em cada sub-bacia e a coluna do balanço hídrico representa a vazão total remanescente nas sub-bacias consideradas.

Tabela 7.42 - Balanço hídrico para as sub-bacias do rio Camaratuba

Sub-bacia	Local	Área de drenagem da sub-bacia (km²)	Q90 (m³/s)	Q90 específica (m³/s.km²)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico (m³/s)
SBCa1	Alto Camaratuba	55,54	0,018	0,0003	0,0053	0,0127
SBCa2	Médio Alto Camaratuba	78,48	0,011	0,0001	0,0070	0,004
SBCa3	Médio Camaratuba	101,34	0,0082	0,00008	0,0085	-0,0003
SBCa4	Médio Baixo Camaratuba	194,24	0,085	0,0004	0,0919	-0,007
SBCa5	Rio da Pitanga	121,19	0,15	0,001	0,0604	0,0896
SBCa6	Baixo Camaratuba	67,68	0,021	0,0003	0,0413	-0,0203

Observa-se a partir do balanço hídrico que as bacias SBCa3, SBCa4 e SBCa6 apresentam déficit hídrico. Em termos gerais, essas são bacias que carecem de uma maior integração entre a oferta de água superficial e subterrânea.

Na **Tabela 7.43** está apresentado o balanço hídrico acumulado em cada sub-bacia, ou seja, para o cálculo da disponibilidade foi considerada não somente a vazão produzida na sub-bacia, mas também os excessos hídricos provenientes das sub-bacias de montante.

Tabela 7.43 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Camaratuba)

Sub-bacia	Local	Área de drenagem da sub-bacia (km²)	Q90 (m³/s) acumulada	Consumo total (m³/s)	Balanço Hídrico Acumulado (m³/s)
SBCa1	Alto Camaratuba	55,54	0,0180	0,0053	0,0127
SBCa2	Médio Alto Camaratuba	78,48	0,0237	0,0070	0,0167
SBCa3	Médio Camaratuba	101,34	0,0249	0,0085	0,0164
SBCa4	Médio Baixo Camaratuba	194,24	0,1014	0,0919	0,0095
SBCa5	Rio da Pitanga	121,19	0,1500	0,0604	0,0896
SBCa6	Baixo Camaratuba	67,68	0,1200	0,0413	0,0788

Destaca-se nesse caso que nenhuma das sub-bacias do rio Camaratuba apresentaram déficit hídrico ao considerar como disponibilidade a vazão com 90% de tempo de permanência, sendo que o balanço no exutório da bacia resultou em um valor de vazão de 0,078 m³/s.

De maneira similar à bacia do Rio Mamanguape, a **Figura 7.26** apresenta o cruzamento entre os usos identificados na bacia do rio Camaratuba e as classes atribuídas a cada sub-bacia. Nessa UPH foram identificadas duas UCs de Proteção Integral. A Estação Ecológica Pau Brasil, inserida na sub-bacia SBCa5, e Reserva Biológica Guaribas, inserida na sub-bacia SBCa4. Devido à extensão da ReBio Guaribas, entende-se que a sub-bacia SBCa4 requer, em parte, Classe Especial para atendimento do uso mais restritivo. Na sub-bacias SBCa6 foi identificada Terra Indígena, portanto, Classe 1. Ademais, aplicam-se as mesmas considerações informadas no balanço qualitativo da bacia do Rio Mamanguape.

A **Tabela 7.44** resume o balanço qualitativo das sub-bacias da UPH Rio Camaratuba. Verifica-se que apenas a sub-bacia SBCa6 não atende à classe requerida, enquanto a SBCa4 atende parcialmente. Importante salientar que, como o banco de outorgas não informa qual a cultura é irrigada em cada caso, é possível que este balanço qualitativo tenha obtido resultados muito conservadores. Desse modo, para futuras atividades relacionadas ao enquadramento de corpos d'água, sugere-se que sejam verificados e confirmados cada caso.

Tabela 7.44 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Camaratuba)

Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBCa1	Alto Camaratuba	Classe 1	Abastecimento público e irrigação	Classe 2	Atendido
SBCa2	Médio Alto Camaratuba	Classe 2	Aquicultura	Classe 2	Atendido

Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBCa3	Médio Camaratuba	Classe 2	Irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBCa4	Médio Baixo Camaratuba	Classe 2	UC Proteção Integral / Irrigação e Aquicultura	Classe Especial e Classe 2	Parcialmente atendido
SBCa5	Rio da Pitanga	Classe 2	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBCa6	Baixo Camaratuba	Classe 3	Terras Indígenas	Classe 1	Não atendido

Fonte: Acervo próprio, 2022

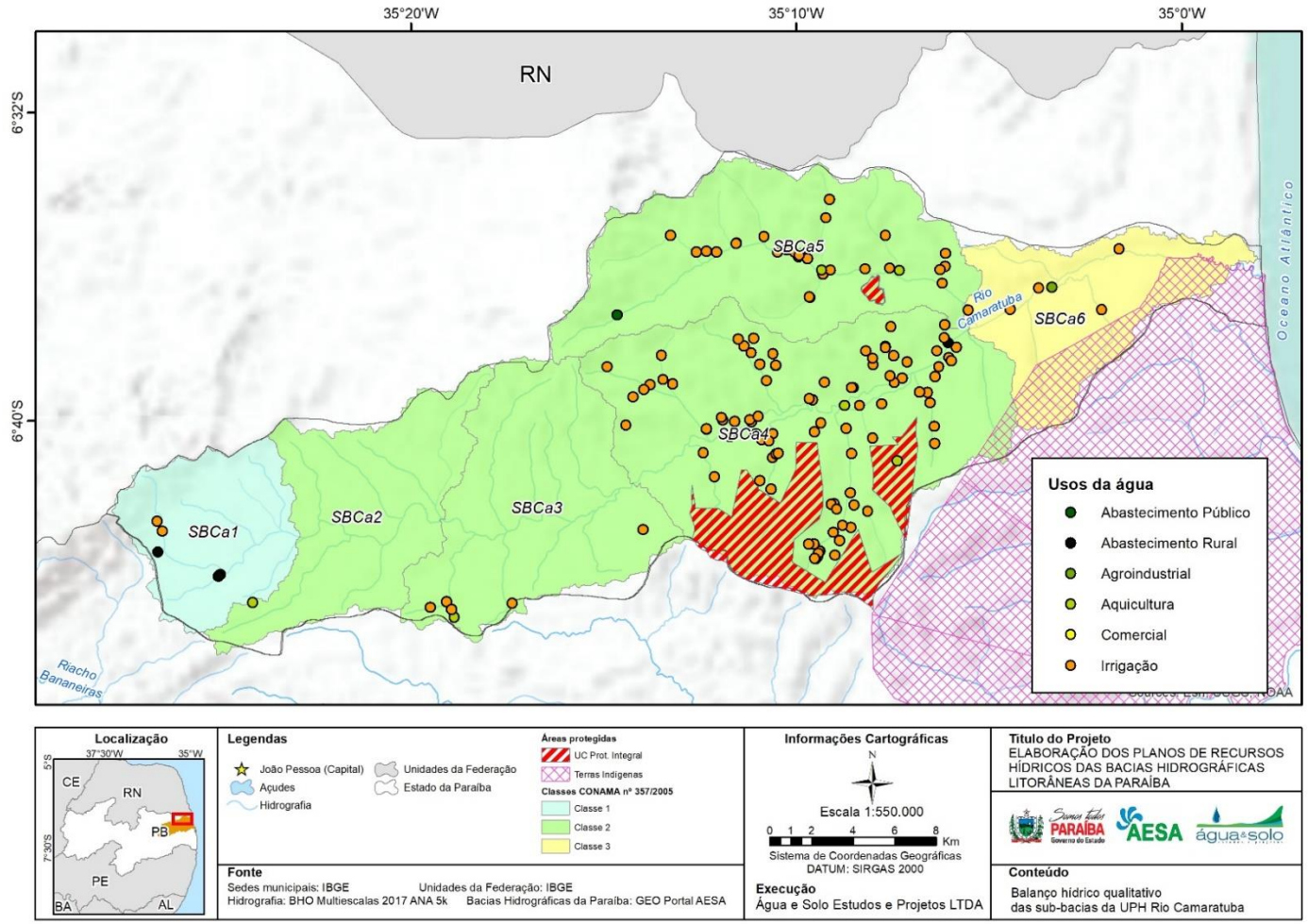


Figura 7.26 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Camaratuba
Fonte: Acervo próprio, 2022.

7.8.3 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Miriri

A **Tabela 7.45** apresenta o balanço hídrico para a bacia hidrográfica do rio Miriri e exibe a disponibilidade hídrica superficial de cada uma das sub-bacias que foram consideradas pelo modelo hidrológico. Conforme exposto na seção anterior, primeiramente foi determinado o balanço hídrico a partir da subtração da disponibilidade hídrica de cada uma das sub-bacias pelas demandas existentes.

É válido ressaltar que os valores apresentados pela **Tabela 7.45** não consideraram a disponibilidade de águas subterrâneas, ou seja, os balanços hídricos que estão expostos apresentam apenas a disponibilidade de água superficial na bacia. A coluna do consumo total representa todas as retiradas de água em cada sub-bacia e a coluna do balanço hídrico representa a vazão total remanescente nas sub-bacias consideradas.

Tabela 7.45 - Balanço hídrico para as sub-bacias do rio Miriri

Sub-bacia	Local	Área de drenagem da sub-bacia(km²)	Q90 (m³/s)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico (m³/s)
SBMi1	Açude Cassiano	32,98	0,023	0,0155	0,0075
SBMi2	Riacho Fundo do Vale	37,12	0,012	0,0137	-0,0017
SBMi3	Açude Curralinho	36,32	0,032	0,0084	0,0236
SBMi4	Alto Miriri	35,98	0,008	0,0117	-0,0037
SBMi5	Médio Miriri	30,8	0,012	0,0012	0,0108
SBMi6	Açude Pindoba	10,5	0,01	0,0044	0,0056
SBMi7	Açude Carapucema	10,69	0,011	0,0045	0,0065
SBMi8	Médio Baixo Miriri	84,33	0,023	0,0160	0,0070
SBMi9	Baixo Miriri	46,53	0,011	0,0342	-0,0232
SBMi10	Foz Miriri	67,41	0,014	0,0540	-0,0400

Observa-se a partir do balanço hídrico que as bacias SBMi2, SBMi4, SBMi9 e SBMi10 apresentam déficit hídrico. Destaca-se que, principalmente, as bacias mais próximas ao exutório possuem uma demanda expressiva face à capacidade específica de produção de água.

Na **Tabela 7.46** está apresentado o balanço hídrico acumulado em cada sub-bacia, ou seja, para o cálculo da disponibilidade foi considerada não somente a vazão produzida na sub-bacia, mas também os excessos hídricos provenientes das sub-bacias de montante.

Tabela 7.46 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Miriri)

Sub-bacia	Local	Área de drenagem da sub-bacia(km²)	Q90 acumulada (m³/s)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico acumulado (m³/s)
SBMi1	Açude Cassiano	32,98	0,0230	0,0155	0,0075
SBMi2	Riacho Fundo do Vale	37,12	0,0195	0,0137	0,0058
SBMi3	Açude Curralinho	36,32	0,0320	0,0084	0,0236
SBMi4	Alto Miriri	35,98	0,0138	0,0117	0,0021
SBMi5	Médio Miriri	30,8	0,0433	0,0012	0,0421
SBMi6	Açude Pindoba	10,5	0,0100	0,0044	0,0056
SBMi7	Açude Carapucema	10,69	0,0110	0,0045	0,0065
SBMi8	Médio Baixo Miriri	84,33	0,0716	0,0160	0,0557
SBMi9	Baixo Miriri	46,53	0,0667	0,0342	0,0324
SBMi10	Foz Miriri	67,41	0,0464	0,0540	-0,0075

Nota-se que há déficit hídrico na bacia SBMi10, a qual é sub-bacia do exutório. Dessa maneira, destaca-se a grande demanda no exutório da bacia do Rio Miriri frente a disponibilidade de água, considerando vazão de permanência de 90% do tempo. Nesse sentido, é indicado tanto uma maior atenção às restrições de uso d'água ao longo de toda a bacia quanto integração das águas subterrâneas nas atividades consuntivas na bacia.

Em relação ao aspecto qualitativo, a **Figura 7.27** apresenta o cruzamento entre os usos identificados na bacia do rio Miriri e as classes atribuídas a cada sub-bacia. Nessa UPH não foram identificadas UCs de Proteção Integral e nem Terras Indígenas. Ademais, aplicam-se as mesmas considerações informadas no balanço qualitativo das bacias anteriores.

A **Tabela 7.47** resume o balanço qualitativo das sub-bacias da UPH Rio Miriri. Verifica-se que apenas a sub-bacia SBMi8 não atende à classe requerida. Importante salientar que, como o banco de outorgas não informa qual a cultura é irrigada em cada caso, é possível que este balanço qualitativo tenha obtido resultados muito conservadores. Desse modo, para futuras atividades relacionadas ao enquadramento de corpos d'água, sugere-se que sejam verificados e confirmados cada caso.

Tabela 7.47 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Miriri)

Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBMi1	Açude Cassiano	Classe 2	Irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBMi2	Riacho Fundo do Vale	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBMi3	Açude Curralinho	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBMi4	Alto Miriri	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBMi5	Médio Miriri	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBMi6	Açude Pindoba	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBMi7	Açude Carapucema	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBMi8	Médio Baixo Miriri	Classe 3	Irrigação	Classe 2	Não atendido
SBMi9	Baixo Miriri	Classe 1	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBMi10	Foz Miriri	Classe 1	Irrigação	Classe 2	Atendido

Fonte: Acervo próprio, 2022

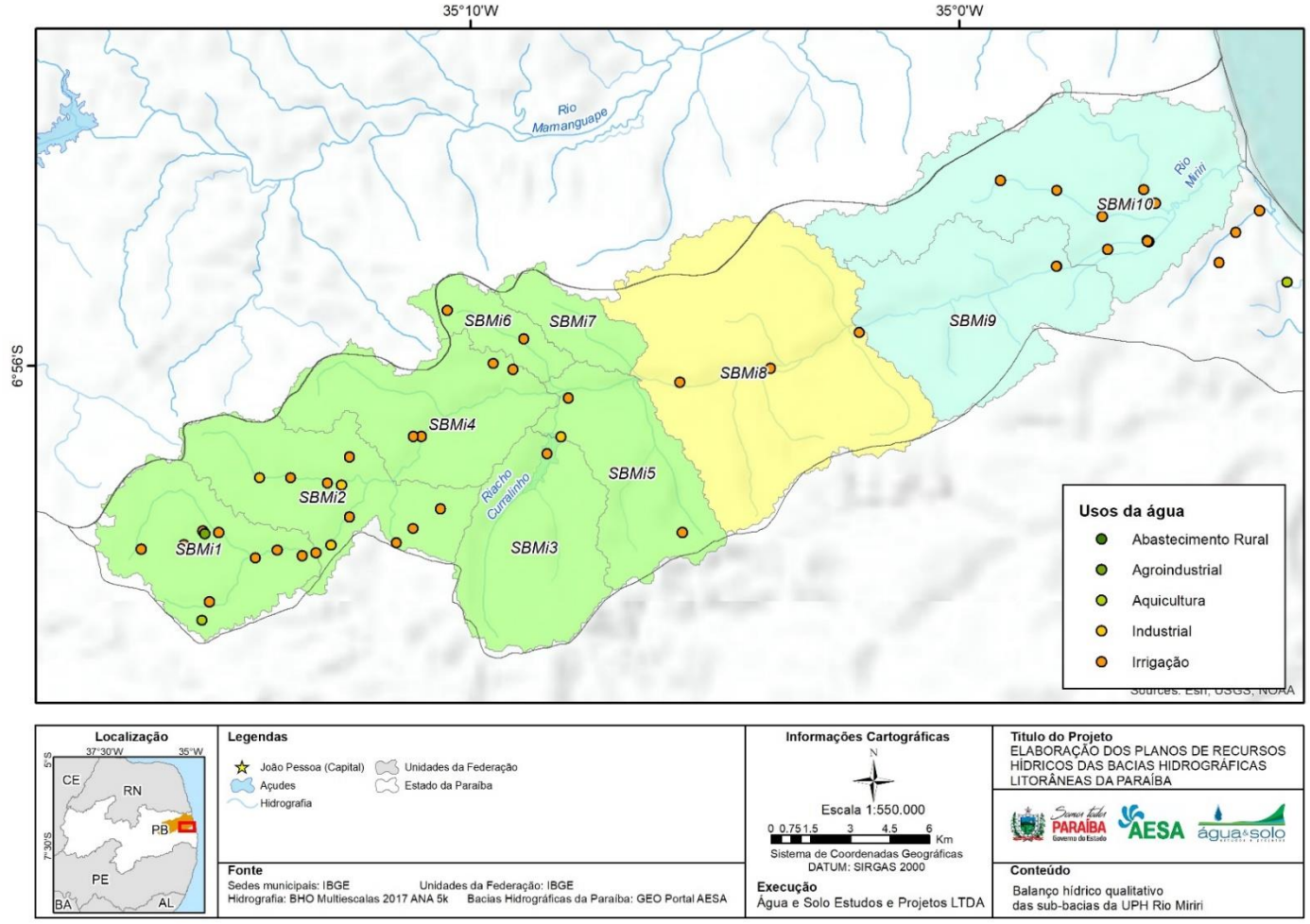


Figura 7.27 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Miriri
Fonte: Acervo próprio, 2022.

8 Áreas Degradadas e Situações Emergenciais

8.1 Potenciais Áreas Degradadas

Compreende-se por áreas degradadas aquelas que após a ocorrência de distúrbios tiveram a vegetação e seus meios de regeneração bióticos suprimidos. Diante desta condição, estas áreas tendem a apresentar baixa resiliência, isto é, o seu retorno ao estado anterior à alteração pode não ocorrer ou ser extremamente lento, sendo necessária a intervenção (CARPENEZZI et al., 1990). Deste modo, a degradação de uma área pode ser verificada quando a vegetação e a fauna são reduzidas ou eliminadas, a camada de solo fértil é perdida ou removida e a vazão e a qualidade ambiental dos corpos d'águas são alterados.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*), permite caracterizar e quantificar parâmetros biofísicos em áreas vegetadas. O índice é resultado da combinação do nível de reflectância em imagens de satélites nas bandas do vermelho e do infravermelho próximo. Entre as variáveis que podem afetar os valores do NDVI têm-se: a arquitetura do dossel, as características químicas das folhas, o substrato e a presença de água. Tais agentes interferem na assinatura espectral da vegetação modificando a reflectância dos alvos sobre a superfície. Assim sendo, o comportamento distinto de absorção da luz no comprimento de onda correspondente ao vermelho entre plantas e solo seco exposto, permite a utilização do NDVI como medida de diferenciação dessas áreas.

A avaliação das áreas degradadas potenciais nas BHLN foi realizada através da combinação entre os mapas de uso do solo da região e o cálculo do NDVI, ambos com resolução de 30 metros oriundos de imagens do satélite LANDSAT. Devido à dificuldade de aquisição de imagens com baixa cobertura de nuvens para a região de estudo, foi realizada uma composição dos arquivos relativos a um ano completo (de janeiro a dezembro). Com a adoção dessa medida, a quantidade de quadrantes da imagem sem dados foi reduzida substancialmente.

Para mapeamento e quantificação das potenciais áreas degradadas das bacias, foram definidas três classes de aspectos ambientais de enquadramento dos valores de NDVI, conforme metodologia adaptada de Wanderer (2017). As classes foram calculadas conforme os valores de NDVI máximo, médio, mínimo e o desvio-padrão para as BHLN. A fim de estabelecer uma comparação na evolução destas áreas o mesmo procedimento foi adotado para os anos de 2014 e 2021. A **Tabela 8.1** abaixo expõe os intervalos das classes para os anos de análise. As classes I, II e III são correspondentes, respectivamente, às superfícies que não possuem cobertura

vegetal significativa (área degradada, corpos d'água ou solo exposto), às áreas de pastagem e campos e às regiões com densa cobertura vegetal.

Tabela 8.1 – Valores de NDVI de definição de classes de cobertura do solo obtido para as BHLN.

Classes	Valores do intervalo (metodologia)		Valores do intervalo (2014)	Valores do intervalo (2021)
I	mínimo	média - desvio padrão	-1,875 – 0,4774	-4,333 - 0,3541
II	média – desvio padrão	média + desvio padrão	0,4774 – 0,7999	0,3541 - 0,7191
III	média + desvio padrão	máximo	0,7999 – 1,5799	0,7191 – 4,2571

Os pontos enquadrados como Classe I foram sobrepostos com áreas consideradas antropizadas segundo o mapa de uso e cobertura do solo do MapBiomas para os anos de 2014 e 2021. As áreas consideradas antrópicas correspondem à: pastagem, cultivo de cana e outras lavouras temporárias, mosaicos de usos para agropecuária, áreas urbanizadas, mineração, outras áreas não vegetadas e aquicultura. Os mapas das **Figura 8.1** e **Figura 8.2** apresentam, os resultados obtidos para o ano de 2014 e 2021, respectivamente.

A avaliação dos resultados alcançados deve considerar dois aspectos principais que limitam o grau de certeza associado às regiões elencadas como áreas degradas. Os resultados de NDVI são sensíveis ao teor de umidade e água na superfície do terreno. Assim, em anos mais secos – como foi o ano de 2014 para a região nordeste como um todo, em comparação ao ano de 2021 – os valores de NDVI tendem a ser menor. De maneira semelhante, há uma tendência da região do alto Mamanguape (no extremo oeste da bacia), pertencente à mesorregião do agreste paraibano apresentar valores menores de NDVI devido às suas características climáticas. Nestas localidades, a vegetação tende a ser menos densa assim como o teor de água acumulada no solo, o que reflete em uma menor absorção da luz no comprimento de onda do vermelho. Ademais, a resolução de 30 metros das imagens LANDSAT restringe a escala de avaliação destas áreas.

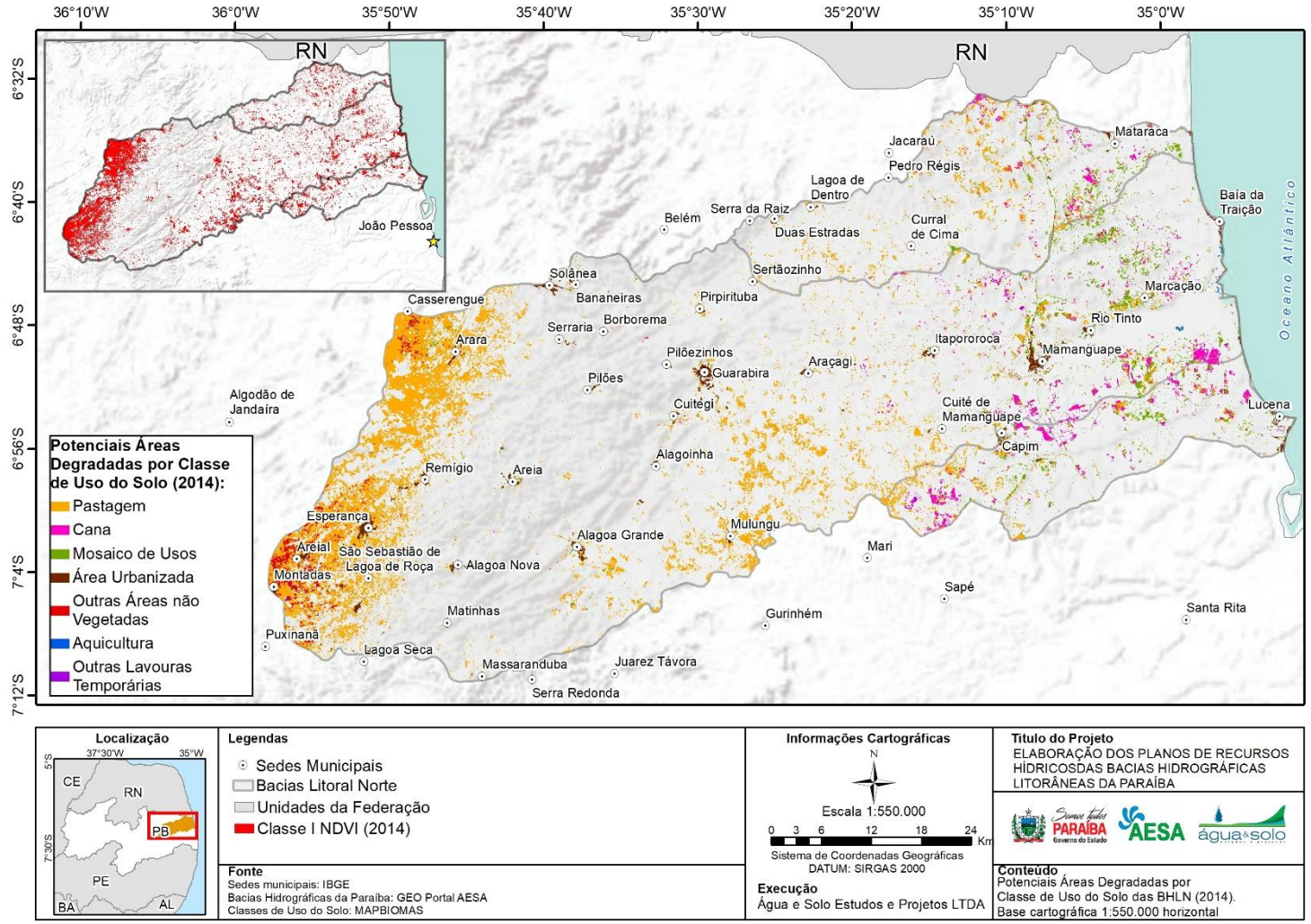


Figura 8.1 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLN em 2014.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

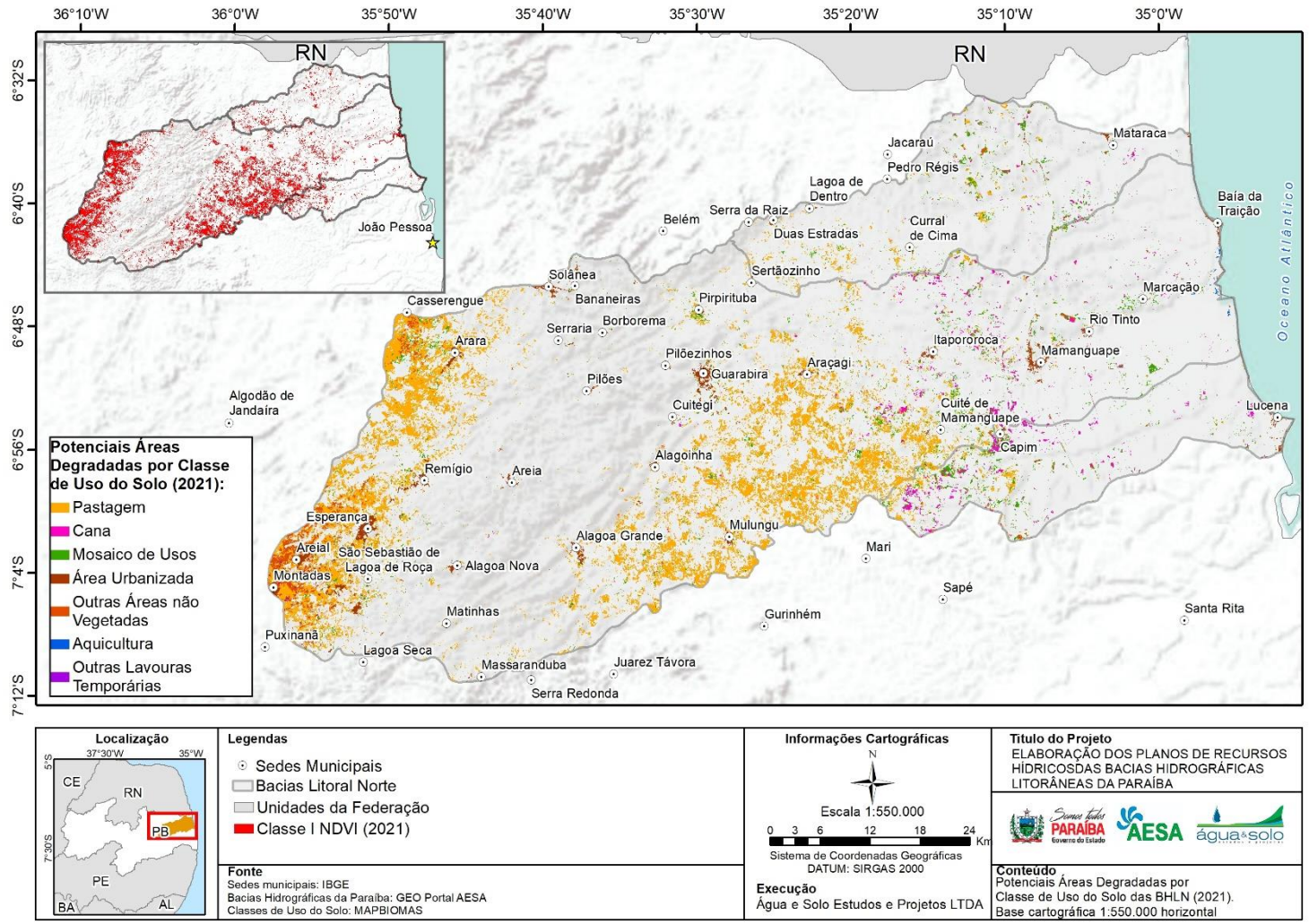


Figura 8.2 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLN em 2021.
Fonte: Acervo próprio, 2022.

É possível notar através dos mapas das **Figura 8.1** e **Figura 8.2** que:

(i) A maior concentração de áreas degradadas potenciais no oeste da bacia do Mamanguape está associada à diferença climática desta região em comparação às demais; o ano de 2014 apresenta um maior quantitativo dessas áreas em comparação a 2021; no entanto esses resultados são resultantes do menor volume de chuva registrado em 2014.

(ii) Em todos os centros urbanos dos principais municípios das BHLN é possível observar uma expansão das áreas urbanas (este tipo de classe de uso do solo está associado a um menor valor de NDVI). Esta diferença é mais perceptível em municípios como Areial, Esperança, Arara, Guarabira e Araçagi.

(iii) Houve uma expansão das áreas degradadas potenciais em regiões de pastagem na porção média da bacia do Mamanguape no comparativo 2014 a 2021.

Os resultados demonstram à vulnerabilidade das regiões do alto Mamanguape no agreste paraibano e médio Mamanguape (de Alagoa Grande a Cuité de Mamanguape) ao processo de degradação ambiental e desertificação. Além disso, no comparativo dos anos, apesar das áreas associadas ao cultivo de cana terem indicado uma diminuição nas proximidades do litoral, as áreas degradadas potenciais com registro deste uso consolidaram-se na região do alto Miriri, nas proximidades do município de Capim. As informações apresentadas, contudo, devem servir apenas como subsidio à identificação das áreas degradadas, a serem de fato assim caracterizadas com e elaboração de um estudo mais aprofundado e registros *in loco*.

A **Tabela 8.2** abaixo contém o quantitativo de potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nos anos de 2014 e 2021. Mesmo o ano de 2014 tendo sido mais seco e consequentemente com menor NDVI associado que afeta os resultados levantados, percentualmente houve um aumento relativo às potenciais áreas degradadas em regiões de pastagem.

Tabela 8.2 - Quantitativo de potenciais áreas degradadas nas BHLN.

Classes de Uso do Solo	2014		2021	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	40446,01	69,33%	38962,32	71,30%
Mosaico de Usos	7309,24	12,53%	6158,89	11,27%
Cana	5065,17	8,68%	2648,49	4,85%
Área Urbanizada	3151,79	5,40%	3611,83	6,61%
Outras Áreas não Vegetadas	2161,64	3,71%	3115,03	5,70%
Outras Lavouras Temporárias	134,50	0,23%	94,10	0,17%
Aquicultura	66,45	0,11%	58,65	0,11%

Quando avaliadas as áreas degradadas inseridas em Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d'águas – definidas conforme metodologia descrita no **Potenciais Áreas de Preservação Permanente** – são totalizados cerca de 910 hectares. Tais áreas estão mais concentradas nos seguintes rios e riachos: Araçagi, Covão, Araçagí Mirim, Zumbi, Lagoa Nova, Saquaíba e Mamanguape (na altura dos municípios de Cuité do Mamanguape e Mamanguape).

O Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística possui como objetivo retratar a realidade do Brasil Agrário, considerando suas interrelações com atores, cenários, modos e instrumentos de ação. O Censo Agropecuário mais recente disponível data do ano de 2017. Para o período de referência - no qual foram relacionados todos os dados sobre propriedade, produção, área, volume de trabalho durante o ano, etc - adotou-se o intervalo de 1 de outubro de 2016 a 30 de setembro de 2017.

A **Tabela 8.3** contém os valores em hectares das áreas informadas no Censo Agropecuário como (i) pastagens plantadas em más condições e (ii) lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura, de construções, benfeitorias ou caminhos, de terras degradadas e de terras inaproveitáveis. As pastagens em más condições podem ser definidas como uma área com acentuada diminuição da produtividade agrícola ideal, diminuição na capacidade de suporte ideal, podendo ou não ter perdido a capacidade de manter produtividade biológica (acumular biomassa) significativa (DIAS-FILHO, 2012). A capacidade de suporte ideal, por sua vez, é aquela que maximiza o ganho de peso por animal e por área, sem comprometer a produtividade e a capacidade de recuperação da pastagem.

Tabela 8.3 - Relação entre áreas em más condições, degradadas e inaproveitáveis para os municípios das BHLN.

Município	Bacia	Pastagens plantadas em más condições	Pastagens plantadas em más condições/em boas condições	Lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura, de construções, benfeitorias ou caminhos, de terras degradadas e de terras inaproveitáveis (% em relação à área total)
Lagoa de Dentro	Camaratuba	102	0.04	1189 (20%)
Mataraca	Camaratuba	-	-	459 (16%)
Curral de Cima	Camaratuba	2	0.00	585 (9%)
Duas Estradas	Camaratuba	105	0.09	119 (4%)
Matinhas	Mamanguape	17	0.14	691 (21%)
Rio Tinto	Mamanguape	6	0.02	7210 (19%)
Pirpirituba	Mamanguape	63	0.04	740 (14%)
Santa Rita	Mamanguape	-	-	6609 (13%)
Alagoa Nova	Mamanguape	178	0.22	911 (13%)
Cuité de Mamanguape	Mamanguape	220	0.07	686 (11%)
Pilões	Mamanguape	15	0.06	317 (10%)
Arara	Mamanguape	68	0.13	541 (10%)
Marcação	Mamanguape	-	-	244 (9%)
Montadas	Mamanguape	326	19.18	200 (9%)

Município	Bacia	Pastagens plantadas em más condições	Pastagens plantadas em más condições/em boas condições	Lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura, de construções, benfeitorias ou caminhos, de terras degradadas e de terras inaproveitáveis (% em relação à área total)
Sertãozinho	Mamanguape	23	0.02	215 (8%)
Pilõezinhos	Mamanguape	72	0.06	298 (8%)
Guarabira	Mamanguape	132	0.04	644 (6%)
Areia	Mamanguape	446	0.12	1096 (6%)
Areial	Mamanguape	491	6.14	162 (6%)
Cuitegi	Mamanguape	288	0.25	170 (6%)
Massaranduba	Mamanguape	1242	0.57	766 (5%)
Mamanguape	Mamanguape	141	0.33	1792 (5%)
Alagoinha	Mamanguape	626	0.24	397 (5%)
Solânea	Mamanguape	1144	0.58	693 (5%)
Alagoa Grande	Mamanguape	1603	0.22	1202 (5%)
Esperança	Mamanguape	1353	7.87	493 (5%)
Araçagi	Mamanguape	912	0.17	878 (5%)
Baía da Traição	Mamanguape	-	-	61 (5%)
Bananeiras	Mamanguape	1066	0.39	853 (5%)
Mulungu	Mamanguape	289	0.04	674 (4%)
Itapororoca	Mamanguape	96	0.03	392 (4%)
Borborema	Mamanguape			71 (3%)
Remígio	Mamanguape	559	2.62	285 (3%)
Serraria	Mamanguape	390	0.59	65 (1%)
Lucena	Miriri	-	-	596 (14%)
Capim	Miriri	-	0.00	464 (8%)

O município de Montadas apresentou um valor de 326 hectares de pastagens em más condições em relação a somente 17 hectares em boas condições (cerca de 19,18 vezes maior). Em seguida nesta relação aparecem Esperança, Areial e Remígio. Estes quatro municípios localizam-se na região do agreste paraibano já destacado anteriormente como vulnerável ao processo de degradação ambiental.

Apesar do item que quantifica as terras degradadas e impróprias também levar em consideração massas d'água no geral (lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura), os valores informados fornecem uma estimativa dessas áreas prioritárias para recuperação. Nesse sentido, percentualmente, os municípios que apresentaram maior relação destas áreas em relação à área total dos estabelecimentos foram: Matinhas, Lagoa de Dentro, Rio Tinto e Mataraca. Em valores absolutos, os maiores quantitativos estão associados a Rio Tinto, Santa Rita e Mamanguape.

No Censo Agropecuário de 2006 (em que os registros de terras degradadas e terras impróprias tinham seus tópicos próprio), os municípios das BHLN que registraram os maiores valores de terras degradadas foram: Cuité de Mamanguape (408 ha), Mamanguape (137 ha), Alagoa Nova

(95 ha) e Santa Rita (82 ha). Em termos de terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária (pântanos, areais, pedreiras, etc), os maiores quantitativos estão em Areia, Mamanguape, Alagoa Grande e Esperança.

8.2 Situações emergenciais

A partir da elaboração do diagnóstico para as BHLN, as ações emergenciais que podem ser indicadas são:

- **Intensificação da rede de monitoramento hidroclimatológico** – a existência de apenas três estações climatológicas, sendo duas localizadas fora da bacia, permite uma avaliação exploratória das condições da evapotranspiração, afetando as análises realizadas. Uma rede de estações climatológicas compactas permitirá uma avaliação mais apurada no futuro;
- **Intensificação da rede de monitoramento fluviométrico** – o uso de modelos permite a estimativa de vazões superficiais e, com esses dados, uma compreensão do comportamento dos componentes do ciclo hidrológico e da avaliação da segurança hídrica. No entanto, são valores obtidos por ajustes e calibrações que dependem da existência de dados reais de qualidade. Se esses forem inexistentes, insuficientes ou inconsistentes, os resultados da modelagem serão de qualidade adequados para o planejamento, mas inadequados para a gestão dos recursos hídricos. Assim, é necessário instalar e manter uma rede de monitoramento fluviométrico com densidade adequada para essas bacias;
- **Atualização do cadastro de usos de água** – as demandas de águas foram estimadas com base em metodologias consolidadas, mas, mesmo assim, são valores estimativos. As informações disponíveis nos bancos de dados de outorga apresentam um número menor de usuários de água do que seria coerente com os valores estimados pela metodologia da ANA, baseada em dados secundário. Assim, não são suficientes para o uso mais eficiente dos modelos hidrológicos preditivos de quantidade e qualidade da água, definição de zonas de mistura de efluentes, estimativa da classe de qualidade da água, etc. A atualização do cadastro pode ser realizada por campanhas de coleta de informações, mas essas são iniciativas custosas e demoradas. A implantação de sistemas de cadastro dos usos que permita a informação por parte dos usuários das vazões requeridas e das atualizações desses usos pode gerar um banco de dados mais adequado para a gestão dos recursos hídricos;

- **Acoplamento do monitoramento dos reservatórios à gestão dos recursos hídricos superficiais** – o monitoramento dos reservatórios já é realizado pela AESA, mas não são claras as regras de operação deles. Também se verificou a dificuldade de acesso a algumas obras, pela precariedade das estradas. Assim, embora estratégicos, os reservatórios de maior porte devem ser encarados como obras que devem obedecer à Lei de Segurança de Barragens, que inclui regras claras de operação e acesso constante às obras;
- **Consolidação do banco de dados de informações hidrológicas** – se observa que existem dados técnicos de qualidade sobre recursos hídricos que poderiam estar consolidados em banco de dados de acesso aos diferentes atores institucionais. Dentre esses dados, destacam-se os referentes aos poços tubulares e os de qualidade de água.
- **Harmonização dos Planos Municipais de Saneamento Básico com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia** – como muitos municípios ainda não possuem planos municipais de saneamento básico, é oportuno buscar o alinhamento dos objetivos do plano de bacia com os PMSBs, buscando otimizar a aplicação de recursos e reduzir a chance de conflitos entre as metas dos dois instrumentos de planejamento.
- **Harmonização do Plano de Segurança Hídrica com o Plano de Recursos Hídricos** – a execução concomitante desses planos deve ser considerada uma oportunidade e não um desafio para a gestão. É necessário alinhar os parâmetros, os indicadores e a base de planejamento dos planos para otimizar a aplicação de recursos e reduzir a chance de conflitos entre as metas dos dois instrumentos de planejamento, ressaltando o caráter estrategicamente superior do plano de recursos hídricos por orientar a aplicação dos instrumentos previstos na legislação.
- **Incorporação dos cenários de mudanças climáticas** – os cenários de mudanças climáticas situações desfavoráveis, especialmente na recarga das águas subterrâneas. Eventos como a recente seca prolongada observada na região nordeste podem afetar por um longo período a disponibilidade hídrica e reduzir a vazão da bacia doadora do rio São Francisco. Assim, ações como preservação das áreas de recarga, o incentivo ao reuso de água, ao aumento da eficiência do uso da água e o monitoramento dos aquíferos dentro de um planejamento global que inclua os cenários de mudanças climáticas gerará um arcabouço mais sólido para a gestão integrada dos recursos hídricos.

Essas ações emergenciais, que necessitam ser mantidas ao longo do tempo para gerar séries longas para permitir análises mais confiáveis, já estão sendo parcialmente apoiadas pelos recursos do FERH. As ações 6 - Sistema de Fiscalização do Uso de Água; 8 – Monitoramento Hidrometeorológico; 9 – Monitoramento de Qualidade de água; e 15 - Macromedição de Água Bruta são exemplos dessa atuação, mas os valores são alocados para todo o Estado, não permitindo uma ação mais focada nas BHLN.

9 Conclusões: Análise integrada

A fim de sintetizar as informações apresentados ao longo deste Diagnóstico, a análise integrada e contextualizada, a seguir apresentada, considera os diagnósticos dos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural e repercute os resultados dos balanços hídricos em quantidade e em qualidade na cena atual. As informações são resumidas sobre a forma de mapas acompanhados por uma breve descrição das principais informações apresentadas. A análise integrada considera o confronto entre as informações elaboradas pelo meio técnico, com as percepções do meio social, obtidas nas mobilizações sociais realizadas no processo de elaboração do presente Plano de Bacia Hidrográfica. As informações aqui apresentadas de forma sucinta buscam trazer uma análise retrospectiva e uma avaliação da conjuntura atual, que serão úteis tanto para este diagnóstico quanto para a elaboração de cenários, a ser realizada na próxima fase de Prognóstico.

9.1 Socioeconomia

No que diz respeito à socioeconomia das bacias do Litoral é apresentado a seguir um resumo do que constou no Capítulo 3 de Caracterização socioeconômica deste relatório, com ênfase no histórico de desenvolvimento humano da região, nas principais atividades econômicas, nas problemáticas de saneamento básico e no uso e ocupação do solo.

9.1.1 Índice de Desenvolvimento Humano

O estado da Paraíba possui um dos menores IDH-M do Brasil. A dimensão mais preocupante é a de Educação, onde o Estado ocupa a faixa de “Baixo”, já que em Renda e Longevidade as faixas encontradas são “Médio” e “Alto”, respectivamente. No estado, os municípios do Litoral tendem a apresentar um IDH-M mais elevado em comparação à porção interiorana. De forma geral, é perceptível uma redução do IDH-M no estado à medida que se adentra o continente e os índices de precipitação diminuem. A **Figura 9.1** apresenta os valores de IDH dos municípios pertencentes às bacias do Litoral Norte. Na menor faixa de precipitação anual, com cerca de 500mm, na região da cabeceira do Mamanguape, estão presentes alguns municípios que apresentam baixo valores de IDH como Remígio, Esperança, Areial, Puxinamã e Lagoa Seca.

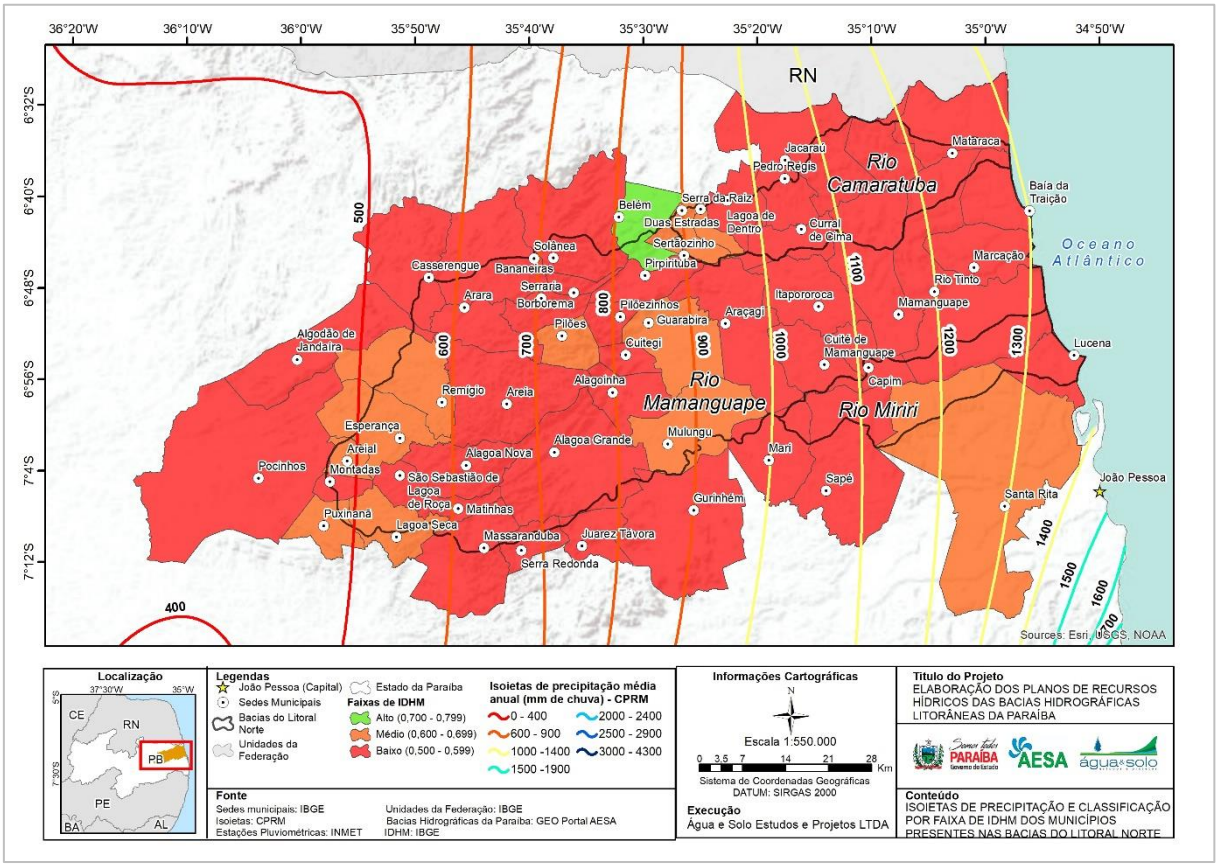


Figura 9.1 - Isoietas de precipitação e classificação por faixa de IDHM dos municípios nas BHLN.

9.1.2 Saneamento Básico

No que tange o abastecimento de água, os índices de atendimento urbano e total nas BHLN são inferiores à média do estado da Paraíba (92,41% e 82,98%, respectivamente) sendo estes valores também inferiores à média do Nordeste Brasileiro (89,66% e 74,94%, respectivamente) com a única exceção do índice de atendimento total da bacia do Camaratuba que é superior. A bacia do Mamanguape apresentou a pior média de atendimento total de água entre as três bacias.

O consumo médio per capita de água para as bacias rio Camaratuba, Mamanguape e Miriri foram iguais a, respectivamente, 99,89, 81,36 e 105,66 L/hab./dia. O menor consumo na bacia do rio Mamanguape se reflete na menor disponibilidade água no alto da bacia com baixo registro de pluviosidade. O munícipio de Marcação não somente possui o menor consumo per capita de água registrado entre os locais elencados como também tem a menor tarifa média de água, equivalente a 0,26 R$/m³. Para os resultados apresentados de avaliação da potabilidade da água, 80% dos municípios declararam ter atendido integralmente aos padrões exigidos. Entre os municípios que atenderam parcialmente ou não atenderam, todos estão inseridos na bacia do Mamanguape.

Os mananciais nas BHLN foram classificados quanto ao grau de vulnerabilidade, expresso pela resiliência (dimensão do Índice de Segurança Hídrica), na relação demanda e disponibilidade (Grau de Atendimento à Demanda do manancial) e no porte do manancial. No alto da bacia do Mamanguape alguns municípios como Lagoa Seca, Matinhas, São Sebastião de Lagoa de Roça e Alagoa Nova detém de mananciais não vulneráveis, mas com necessidade de ampliação do sistema. Enquanto Pilõezinhos, Guarabira, Araçagi e Cuitegi necessitam da adequação do sistema produtor. Os demais municípios (41) possuem algum grau de vulnerabilidade dos seus mananciais para atendimento da demanda projetada de água de 2035 – 18 deles com alta vulnerabilidade (mais concentrados na porção litorânea das bacias), 12 com média e 11 com baixo grau de vulnerabilidade. A **Figura 9.2** exibe os pontos de captação das bacias e o grau de vulnerabilidade dos municípios inseridos na mesma.

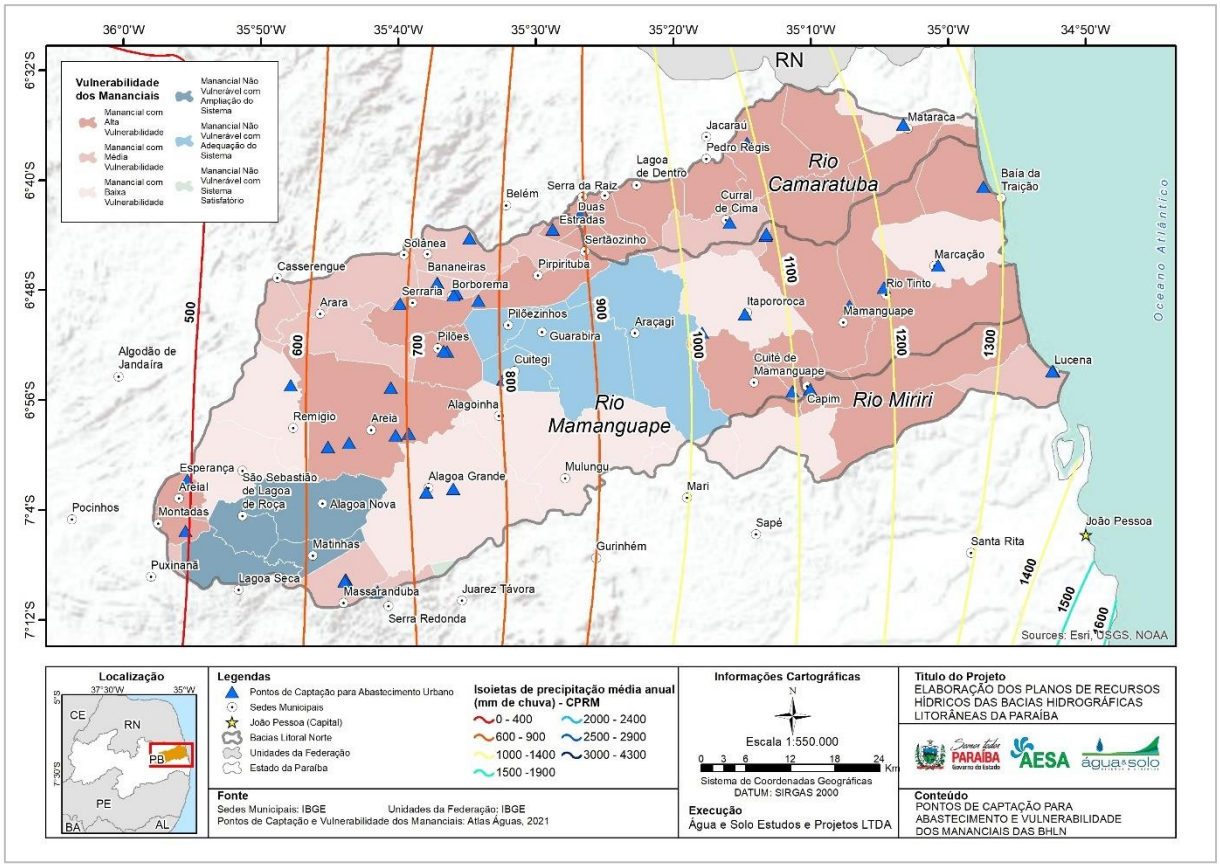


Figura 9.2 - Pontos de captação para abastecimento e vulnerabilidade dos manaicias das BHLN.

Para o atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário a avaliação dos municípios das BHLN revelou como o destino mais comum para o esgoto sanitário dos domicílios localizados em região urbana a fossa rudimentar (79% em Camaratuba, 74% em Miriri e 40% em Mamanguape). Os dados demonstram ainda um maior índice de coleta para as localidades no alto da bacia do Mamanguape (como Arara, Casserengue e Solânea). O Índice de esgoto tratado

referido à água consumida médio é de apenas 22,63%. Como média geral, entre os municípios com dados elencados anteriormente, o índice médio de atendimento urbano de esgoto é de 46,26% e 30,52% para atendimento total – ambos os valores também abaixo da média estadual.

9.1.3 Uso e cobertura do solo

A avaliação da cobertura e uso da terra foi feita utilizando-se a Coleção 6 do projeto MapBiomas, que cobre o período de 1985 a 2020. As imagens dos cobertura e uso da terra são mostradas nas **Figura 9.3**, **Figura 9.4** e **Figura 9.5**.

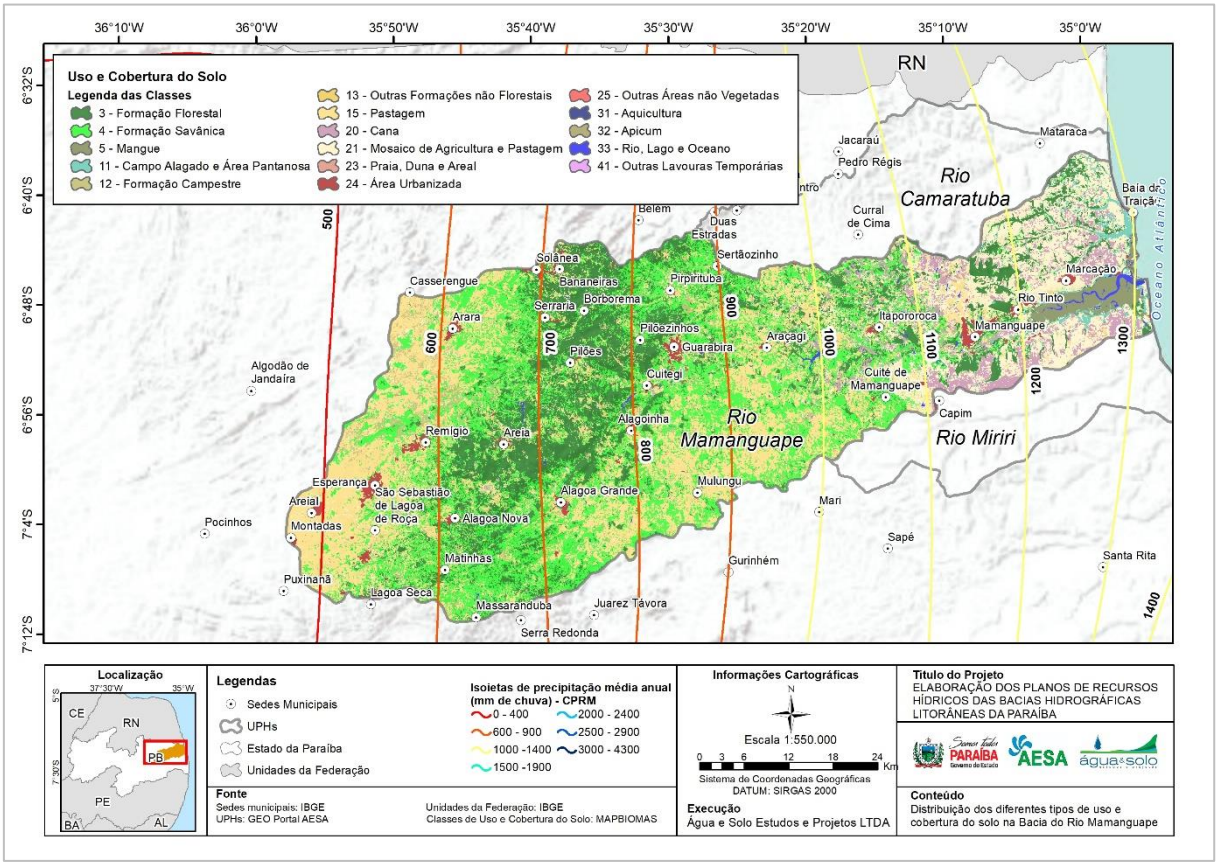


Figura 9.3 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Mamanguape (2020).

Na bacia do Mamanguape os tipos de uso e cobertura do solo mais predominantes são as formações savânicas (29%), pastagem (27%) e formação florestal (20%). Ao longo da última década, houve uma expansão considerável das malha urbana dos municípios da Bacia, principalmente aqueles mais próximos ao litoral. Apesar da atividade de aquicultura ser elencada apenas com uma área de 1,043 km² (0,03% do total), nota-se uma expansão considerável da atividade de carnicicultura principalmente na região da foz do rio Mamanguape. Por outro a atividade de pastagem cedeu nos últimos anos alguns de seus espaços para mosaicos de agricultura e pastagem. O cultivo de cana, por sua vez, manteve-se como um

atividade bastante representativa nas BHLN. As formações florestais e savânicas concentram-se na faixa entre Alagoa Nova e Solânea. A pastagem é predominante na porção do extremo oeste da bacia, nas localidades com menores índices de precipitação.

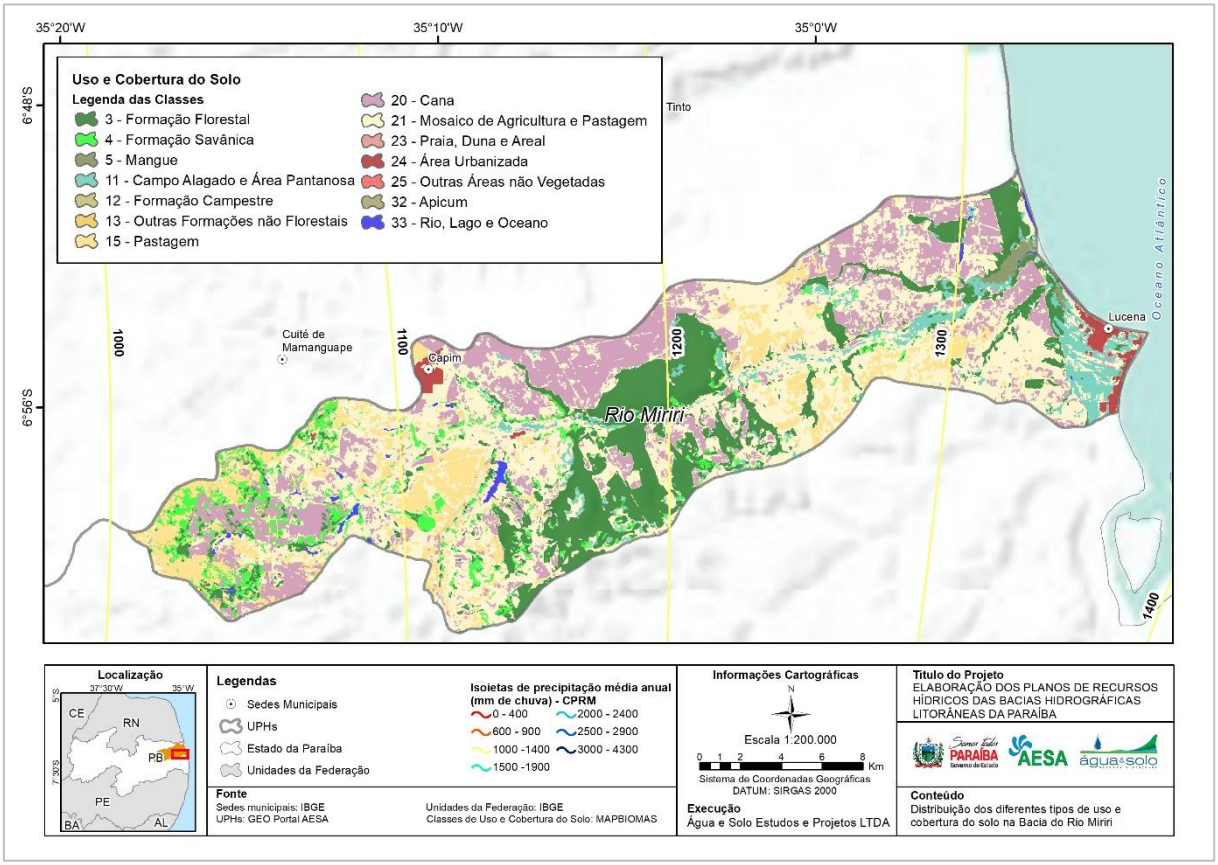


Figura 9.4 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Miri (2020).

Na bacia do rio Miriri, observa-se a predominância na paisagem de atividades de agricultura e pastagem com cerca de 171 km² equivalentes a 39% da extensão da BH. Ao longo de toda a extensão do rio Miriri o uso do solo é predominante para atividades de agricultura (em especial o cultivo de cana) e pastagem, com exceção do médio Miriri com uma concentração de fragmentos de florestais. Entre as bacias do Litoral Norte avaliadas, a do rio Miriri apresenta um maior grau de antropização, ou seja, um maio somatório de atividades antrópicas como agricultura e pastagem. As áreas urbanizadas concentram-se nas sedes municipais de Capim e Lucena. Com algo semelhante ao avaliado para o Mamanguape, na comparação histórico nota-se uma perda das áreas de pastagem somente a cana e mosaicos de agricultura e pastagem no geral.

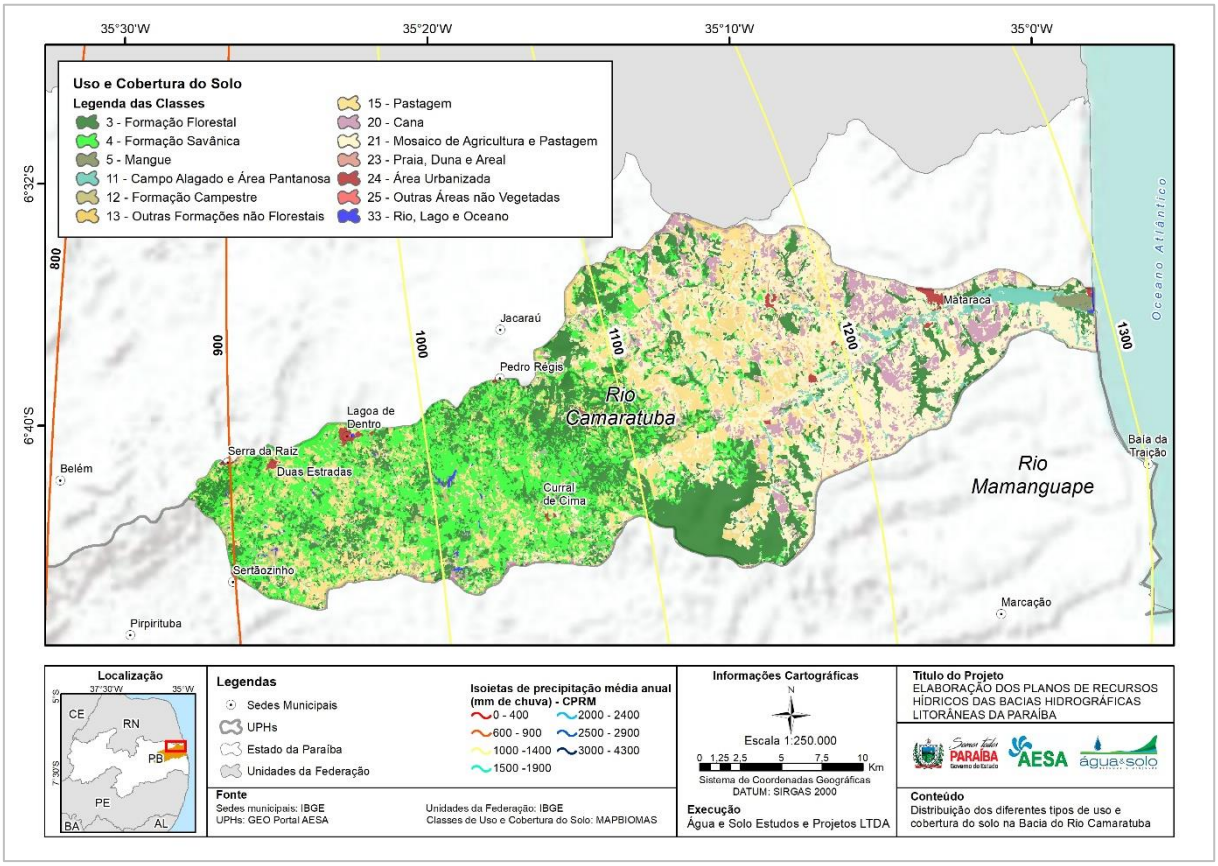


Figura 9.5 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Camaratuba (2020).

A bacia do rio Camaratuba registrou um ganho significativo nas últimas décadas de áreas de formação florestal principalmente na região mais a oeste da bacia. No ano de 2010, a bacia era em sua grande maioria preenchida por pastagem e atividades de agricultura. Próximo às praias, no entanto, nos anos mais recentes alguns fragmentos florestais foram diminuídos. Apesar desta mudança, as classes predominantes na bacia ainda são os mosaicos de agricultura e pastagem ocupando cerca de 27% da área da bacia. Em seguida, estão as formações savânica e florestal, respectivamente com 23% e 21%.

9.2 APPs e potenciais áreas degradadas

Em relação à avaliação da concentração de áreas degradadas potenciais nas BHLN, houve uma expansão das áreas degradadas potenciais em regiões de pastagem na porção média da bacia do Mamanguape no comparativo entre os anos de 2014 a 2021. Além disso, em todos os centros urbanos dos principais municípios das bacias é possível observar uma expansão das áreas urbanas. Esta diferença é mais perceptível em municípios como Areial, Esperança, Arara, Guarabira e Araçagi. Neste sentido, os resultados demonstraram à vulnerabilidade das regiões

do alto Mamanguape no agreste paraibano e médio Mamanguape (de Alagoa Grande a Cuité de Mamanguape) ao processo de degradação ambiental e desertificação.

No comparativo dos anos, apesar das áreas associadas ao cultivo de cana terem indicado uma diminuição nas proximidades do litoral, as áreas degradadas potenciais com registro deste uso consolidaram-se na região do alto Miriri, nas proximidades do município de Capim. As informações apresentadas, contudo, devem servir apenas como subsidio à identificação das áreas degradadas, a serem de fato assim caracterizadas com e elaboração de um estudo mais aprofundado e registros in loco.

Quando avaliadas as áreas degradadas inseridas em Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d'águas foram totalizados cerca de 910 hectares, concentradas nos seguintes cursos d'água: Araçagi, Covão, Araçagi Mirim, Zumbi, Lagoa Nova, Saquaíba e Mamanguape (na altura dos municípios de Cuité do Mamanguape e Mamanguape). Em relação à proteção e recuperação de nascentes, cabe destacar o município de Bananeiras e Areia, que registraram maior número no CAR e apresentam maior probabilidade de ocorrência dessas APPs.

9.3 Disponibilidade hídrica

9.3.1 Superficial

A análise da disponibilidade hídrica superficial recupera os resultados da avaliação da situação atual dos recursos hídricos nas BHLN, em termos de quantidade e qualidade, além dos usos da água e possíveis conflitos existentes apresentado no capítulo "*Situação dos recursos hídricos – Águas superficiais e subterrâneas*". A **Figura 9.6** exibe a disponibilidade de produção de água específica de cada sub-bacia (Q90) na região das BHLN. Na região do Mamanguape, as bacias com maior disponibilidade de água são a SBMa9 (Médio Baixo Mamanguape, com Q90 de 0,0058 $m^3/s.km^2$) e SBMa10 (Baixo Mamanguape, com Q90 de 0,0029 $m^3/s.km^2$). As sub-bacias que demonstraram menor disponibilidade de água foram as bacias SBMa3 (Rio Araçagi), SBMa4 (Açude Saulo Maia) e SBMa5 (Açude Tauá). Pelo mapa da **Figura 9.6** é possível notar, de forma geral, maiores valores da Q90 à medida que se avança para o litoral, onde as precipitações acumuladas são maiores do que o oeste da bacia.

A análise das disponibilidades específicas das sub-bacias na bacia do Camaratuba demonstra uma variabilidade nos valores obtidos. Isso pode ser uma consequência da variabilidade espacial das chuvas na área dessa bacia hidrográfica. Nesse caso, a maior disponibilidade é

referente ao Rio da Pitanga (SBCa5) e a menor é referente ao Médio Camaratuba (SBCa3). Vale destacar que a bacia do Camaratuba assim como a do Miriri não possuem estação fluviométrica com dados observados de vazão. Neste caso, ressalta-se também a importância do aprimoramento do sistema de monitoramento hidrometeorológico dessas bacias hidrográficas a fim de obter dados mais precisos das vazões de permanência.

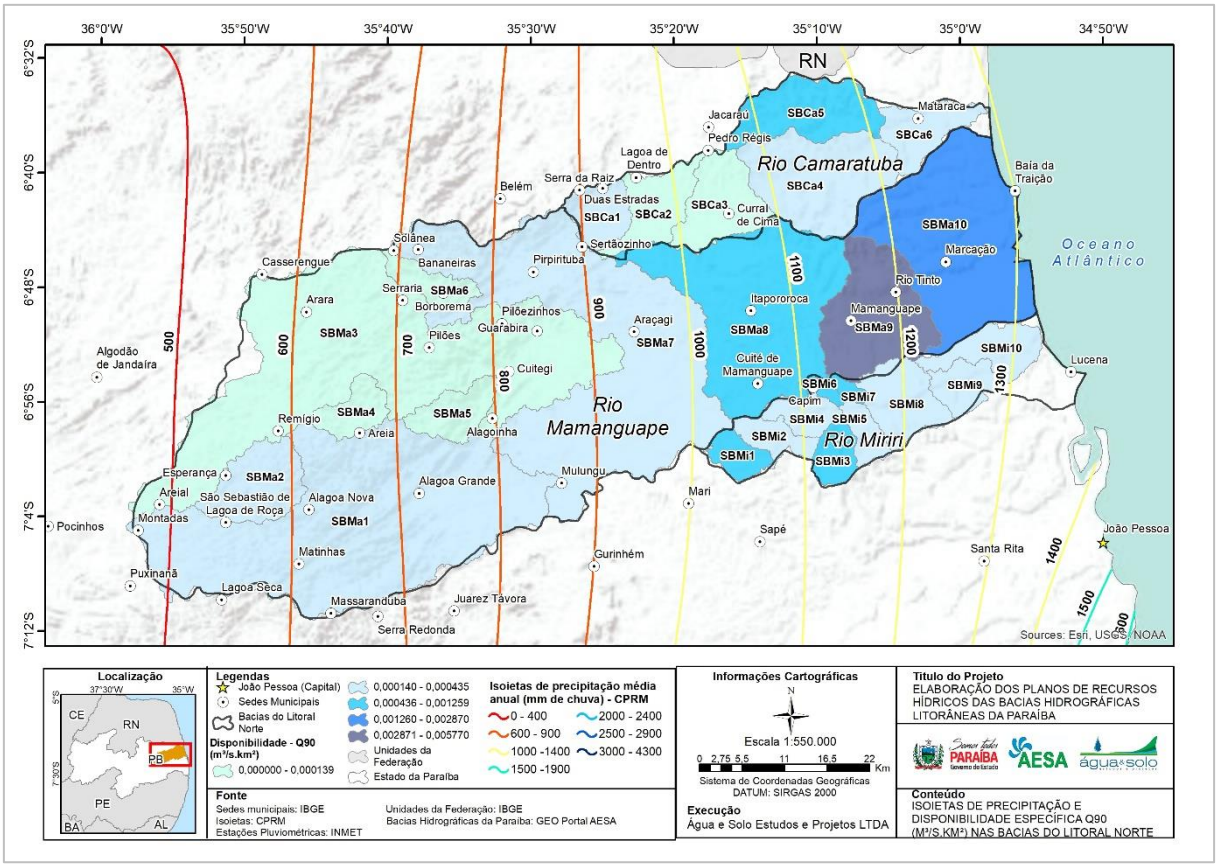


Figura 9.6 - Isoietas de precipitação e disponibilidade específica Q90 (m³/s.km²).

O mapa da **Figura 9.7** apresenta a distribuição da disponibilidade hídrica frente aos consumos de água (em L/s) registrados por município. Observa-se que os municípios de Santa Rita (39%), Mamanguape (24%) e Rio Tinto (12%) são dos que apresentam os maiores consumos de água. Juntos, representam quase 75% do consumo total. Os dois últimos municípios, por sua vez, encontram-se em sub-bacia cuja disponibilidade hídrica superficial se mostra mais elevada em relação às demais. Santa Rita, por sua vez, apresenta um consumo de água registrado muito mais que o demais municípios com cerca de 314 L/s, mas a sub-bacia do Miriri em que se encontra parte do município possui Q90 associada de cerca de 0,000277 m³/s.km² - considerada de média a baixa em relação às demais.

Avaliando os valores obtidos no balanço hídrico por sub-bacia foi percebido um déficit em cinco das dez sub-bacias consideradas. Dessa maneira, as sub-bacias que apresentaram menor capacidade de atendimento às atividades consuntivas atualmente existentes em sua região foram a SBMa3, SBMa4, SBMa5, SBMa6 e SBMa8. Destaca-se que inúmeras sub-bacias apresentam atualmente déficit hídrico, considerando apenas a água superficial. Contudo, considerando a bacia do rio Mamanguape e vazão com 90% de tempo de permanência, o balanço total é de 1,8345 (m³/s).

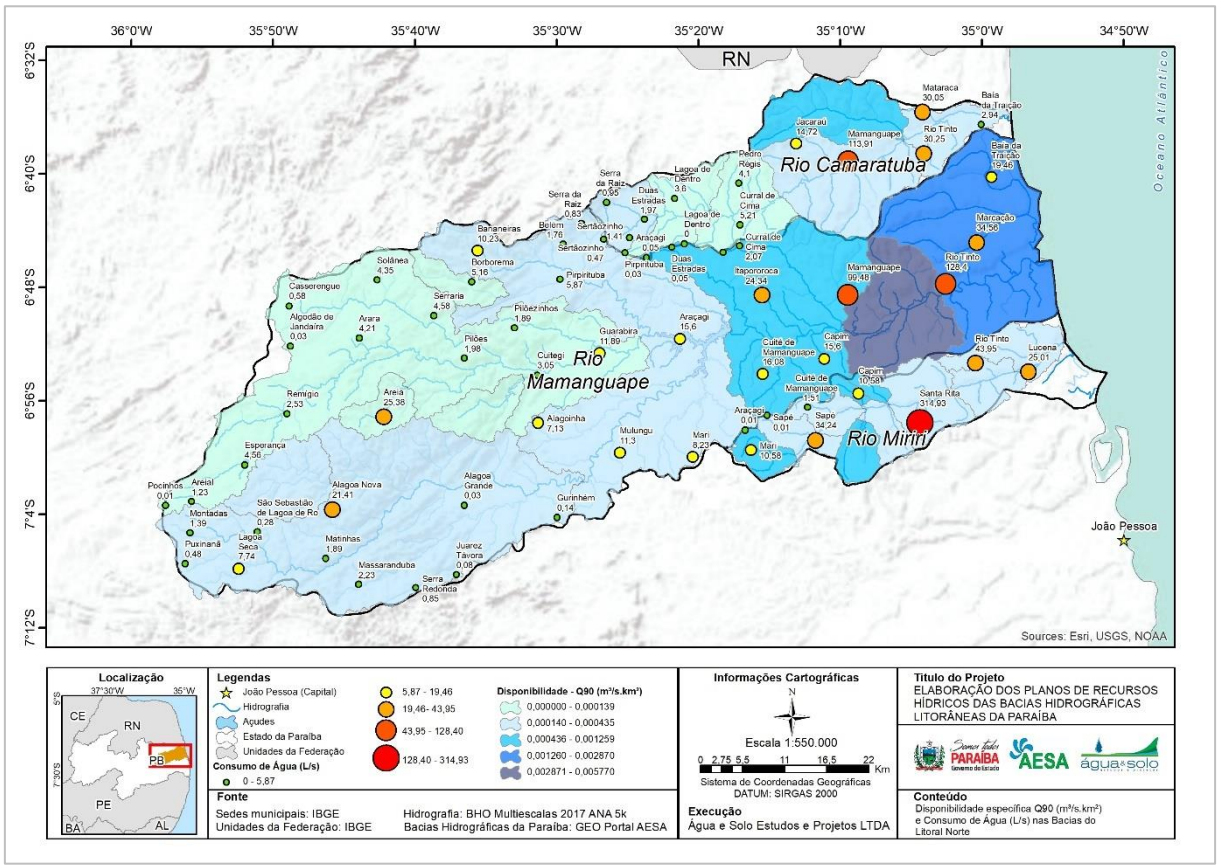


Figura 9.7 - Disponibilidade hídrica específica Q90 (m³/s.km²) e consumo de água (L/s) nas BHLN.

Inicialmente, destaca-se que os usos mais importantes nos municípios analisados são a indústria de transformação e a agricultura irrigada, que somam cerca de 80% do total. Os usos de abastecimento urbano (6,9%) e dessedentação animal (6,3%) ocupam uma posição intermediária, enquanto os demais usos ficam abaixo de 5%.

Analisando a relação entre consumo e retirada, verifica-se que as três bacias têm comportamento muito diferente. A bacia do Camaratuba tem um perfil de consumo mais elevado, compatível com o uso de irrigação que apresenta menor retorno. Já a bacia do Miriri tem um menor consumo e, portanto, um maior retorno, compatível com os usos de

abastecimento e dessedentação animal. A bacia do Mamanguape ocupa uma posição intermediária. Os usos da água na bacia do rio Camaratuba mostram o predomínio da agricultura irrigada (81%) e da dessedentação animal (7%), mostrando o perfil mais rural da bacia. Para a bacia do Mamanguape o uso industrial é o predominante, com 87% da vazão de consumo estimada, seguida do abastecimento urbano, sendo os usos rurais de baixa expressão. Por fim, a bacia do Miriri também tem caráter urbano, mas com grande participação do abastecimento urbano, cerca de 40%, que junto com a indústria (54%), representam quase a totalidade do consumo de água.

Em relação ao aspecto qualitativo foi realizado no item de "*Balanço hídrico quali-quantitativo*" o cruzamento entre os usos identificados na bacia do rio Mamanguape e as classes atribuídas a cada sub-bacia. Considerando a classe requerida para cada sub-bacia conforme a atividade predominante, verifica-se que as sub-bacias SBMa1, SBMa2 e SBMa9 não atendem à classe requerida. Importante salientar que, como o banco de outorgas não informa qual a cultura é irrigada em cada caso, é possível que o balanço qualitativo tenha obtido resultados muito conservadores.

A rede de monitoramento da qualidade da água existente nas BHLN é deficiente em termos de cobertura espacial, abrangência temporal e adoção de metodologias em comum. Tal questão compromete a avaliação da qualidade da água na região. Nas BHLN, os pontos de análise encontram-se em sua grande maioria na bacia do rio Mamanguape. Há uma necessidade de concepção e operacionalização de uma rede de monitoramento das águas superficiais que seja bem distribuída espacialmente, georreferenciada e padronizada no Litoral Norte paraibano. A partir de um monitoramento mais robusto e a identificação de potenciais fontes poluidoras, a gestão e controle dos aspectos relacionados a qualidade de água podem ser mais assertivos.

Diante dos resultados apresentados, é válido ressaltar a necessidade de realização de um novo enquadramento para os cursos de água das BHLN haja vista que o único enquadramento existente foi realizado em 1988, descrito pela Resolução COPAM n° 11/88. Além disso, sugere-se que seja analisada a salinidade da água nos pontos de amostragem visto a proximidade das BHLN com o Oceano Atlântico e devido ao fato de que o conhecimento da salinidade é indispensável para o enquadramento dos corpos de água.

9.3.2 Subterrânea

Os poços cadastrados nas BHLN encontram-se distribuídos de forma heterogênea no território, em função das demandas locais e das disponibilidades (**Figura 9.8)**. Alguns municípios se destacam pela concentração de poços, a exemplo de Guarabira (198), Mulungu (99), Alagoa Grande (96), Rio Tinto (83) e Lagoa Seca (80). Os poços com maior vazão média de estabilização estão situados nos municípios de Marcação, Lucena, Baia da Traição, Mataraca e Rio Tinto - situados próximo a região costeira no Sistema aquífero Sedimentar. Os poços com menores vazões estão concentrados nos municípios de Areia, Matinhas, São Sebastião, Areial e Esperança, em áreas do embasamento cristalino.

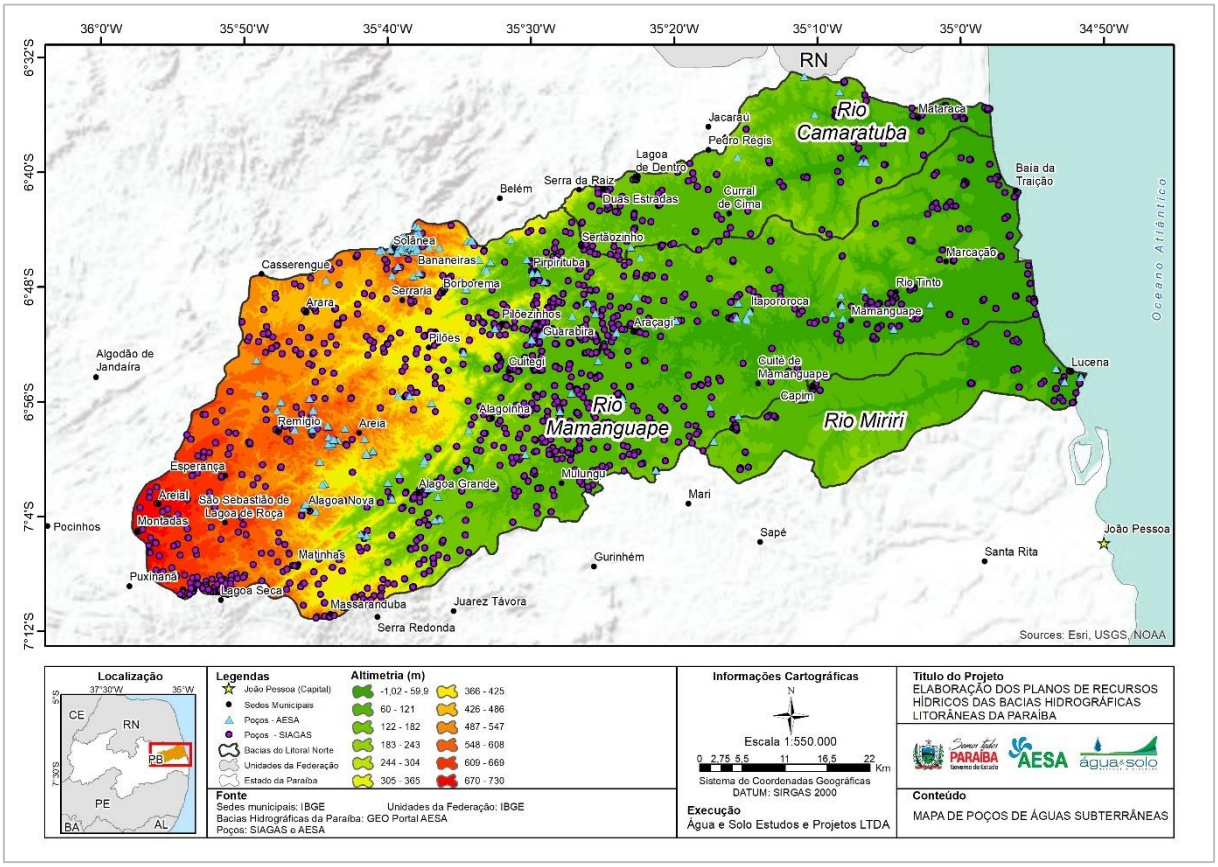


Figura 9.8 - Mapa de poços de águas subterrâneas nas BHLN.

A partir dos dados observados, conclui-se que a produtividade dos poços da bacia é caracterizada como fraca em 24 municípios (69%), moderada em 10 (29%) e elevada em apenas 01 município (3%). A maior parte dos municípios onde a produtividade é moderada a elevada estão situados na região costeira e captam água no Sistema Aquífero Paraíba.

Ademais, constatou-se que 82,7% foram perfurados no sistema Aquífero Cristalino, no terço superior e médio da bacia hidrográfica, correspondente a uma região de predomínio de clima

semiárido a árido. Nessa região a escassez de água é mais pronunciada e a disponibilidade de água superficial ao longo do ano, sobretudo nos períodos secos, fica restrita àquelas acumuladas em reservatórios superficiais. Nestas áreas, eventualmente, a única fonte de água para dessedentação, mesmo que limitada em termos de volume e qualidade, está armazenada em subsuperfície e é captada através de poços.

A **Figura 9.9** apresenta a distribuição espacial dos dados de capacidade específica (produtividade) dos poços no território das Bacias do Litoral Norte. O sistema aquífero associado ao embasamento cristalino apresenta, em média, baixa produção de água subterrânea, justificada pela baixa capacidade de armazenamento e menores índices pluviométricos da região, o que reduz a sua recarga. Por outro lado, o aquífero granular associado a bacia sedimentar apresenta, em média, poços com produtividade moderada, embora localmente sejam registrados poços de produtividade muito elevada, apresentado vazões de até 90m³/h.

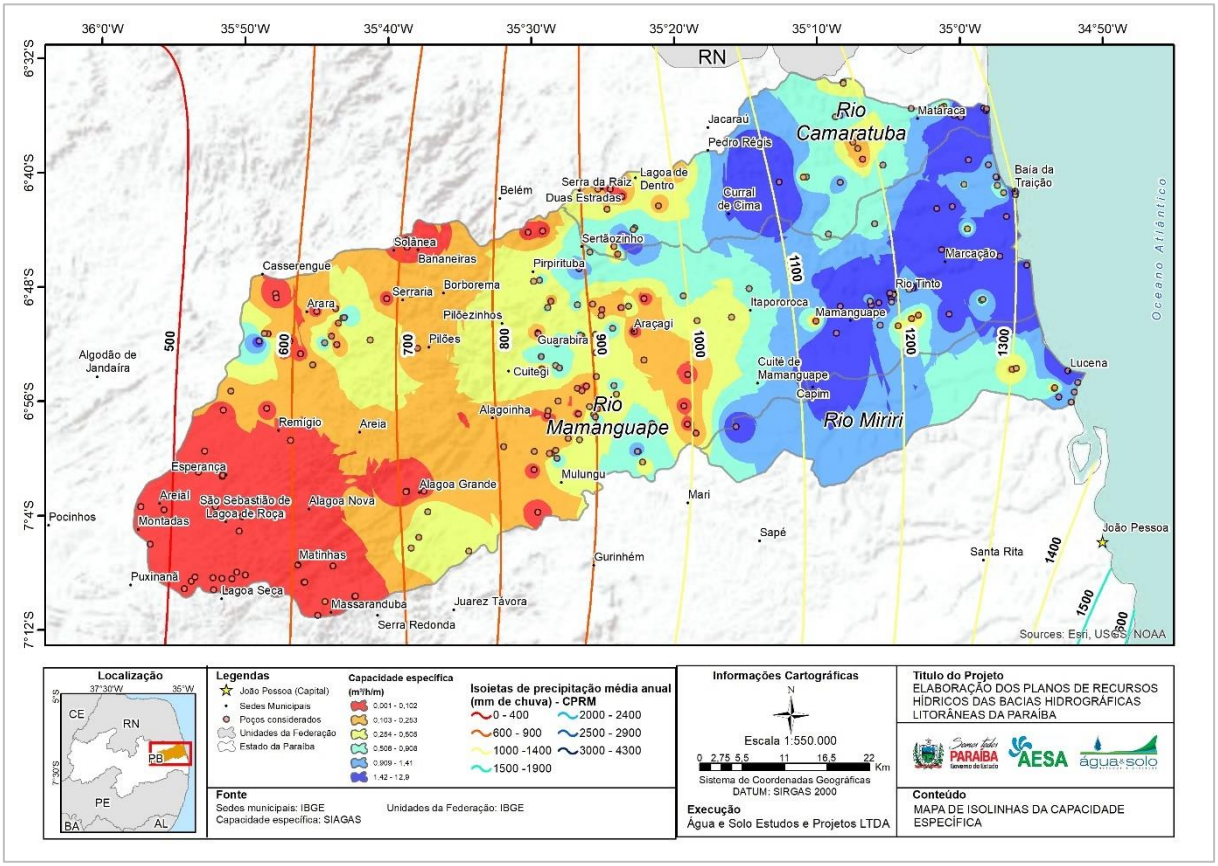


Figura 9.9 - Mapa de isolinhas da capacidade específica nas BHLN.

9.4 Avaliação integrada

A análise diagnóstica das BHLN resulta em bacias com demandas próximas ou superiores às capacidades superficiais, sendo que os maiores consumos ocorrem nos municípios mais próximos do litoral que concentram as atividades industriais e de agricultura irrigada, como Rio

Tinto e Mamanguape. Em termos de qualidade de água, por vezes esta não atende às necessidades de alguns usos, como irrigação de hortaliças e aquicultura, o que deve orientar a atualização do Enquadramento dos Corpos d'água, que após atualizado, terá impacto na Outorga pelo Uso da Água. Os parâmetros de qualidade que mais influenciam negativamente são os sólidos dissolvidos, fósforo total e o oxigênio dissolvido, indicando contaminação por esgoto ou efluentes da exploração pecuária. A quantidade de municípios sem plano municipal de saneamento e/ou sem estação de tratamento de esgoto são coerentes com essa observação.

O diagnóstico indica que os corpos hídricos que mais merecem atenção para atividades de recuperação de mata ciliar (faixas marginais de corpos hídricos) são: Araçagi, Covão, Araçagi Mirim, Zumbi, Lagoa Nova e Saquaíba, além do alto e médio Mamanguape (proximidades de municípios como Montadas, Lagoa Seca, Alagoa Grande e Cuité de Mamanguape). Em relação à recuperação de nascentes, o diagnóstico indica especial atenção à região do município de Bananeiras.

A exploração do aquífero Paraíba é alta em relação à explotação potencial de águas, indicando uma possível situação de colapso no futuro. As vazões dos poços analisados são baixas ou moderadas, indicando que a utilização das águas subterrâneas pode ser antieconômica ou insuficiente para atendimento de demandas mais elevadas.

Considerando a participação dos usos industriais e o abastecimento urbano e os níveis de comprometimento das vazões superficiais e da explotação potencial das águas subterrâneas, as bacias BHLN apresentam um quadro de possível restrição de usos rurais para equilibrar a demanda com a oferta, o que poderia ser realizado pela maior hierarquização dos usos industriais em relação aos de irrigação ou por indução de pagamento por serviços ambientais ou ecossistêmicos.

A disponibilidade de áreas significativas de terras aptas à irrigação dentro de uma distância que pode viabilizar essa prática sugere a possibilidade de conflitos importantes para a utilização das vazões previstas para o Canal das Vertentes, o que exigirá um maior controle dos processos de outorga e uma maior e melhor fiscalização do uso de água do canal.

Como resultado a ser destacado nesse diagnóstico, o grau de vulnerabilidade dos mananciais para o abastecimento urbano é alto em 36% dos municípios, média em 24%, baixa em 18% e apenas 22% não apresentam alguma vulnerabilidade. Analisando por bacia, Camaratuba e Miriri possuem a maior parte dos municípios com vulnerabilidade média e alta. Considerando que estão na região da Mata Paraibana e sobre os aquíferos mais produtivos, reduzir essa

vulnerabilidade para assegurar esse uso prioritário definido na legislação deve ser um dos principais objetivos do Plano de Recursos Hídricos..

10 Referências Bibliográficas

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2021. **Atualização Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba**. João Pessoa, PB.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2006. **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba**. João Pessoa, PB.

ALVES, R. R. N. & Nishida, A. K. 2003. **Aspectos socioeconômicos e formas de percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá Ucides cordatus (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do estuário do rio Mamanguape**. Interciência, v. 28, n. 1.

AMARAL, Bernardo Starling Dorta do. **Análise espacial das perdas de solo no estado da Paraíba**. 2016.

AMARAL, Bernardo Starling Dorta et al. **Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 04, p. 691-701, 2014.

AMARAL, F. C. S. do (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de terras para irrigação: enfoque na região semiárida**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164 p.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Águas: Segurança Hídrica no Abastecimento Urbano**. ANA, 2021. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. ANA, 2011. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/575df5de-4c8b-4be6-9e1b-2a8c996fd555.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA. Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no BRASIL. Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília – DF. 2012. Disponível em: < https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf>.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. ANA, 2017a. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.snirh.gov.br/agua-esgoto/esgoto-tabs/informacoes

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Manual de Usos Consuntivos da Água**. Brasília: ANA, 2019

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Portal Hidroweb**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada**, 2ª edição. Brasília: ANA, 2021. 130 p.: il. ISBN: 978-65-88101-10-0.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos – Avaliação e Diretrizes Para Adaptação**. Brasília – DF, 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**. Brasília: ANA, 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica nº 56/2015/SPR 04 de dezembro de 2015**. Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil. 2015.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N. **Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 143-151, maio/ago. 2005.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica**. Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html

ANRJ. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro. **Planta geral da Estrada de Ferro de Mossoró a Cabrobó**. Século XIX. Fundo Ministério da Indústria, Viação e Obras Públicas – BR RJANRIO 4Q.0.MAP.795

ARAUJO FILHO, J. C. de; MARQUES, F. A.; SANTOS, J. C. P. dos; PARAHYBA, R. da B. V.; AMARAL, A. J. do; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA NETO, L. de F. da. **Zoneamento pedoclimático da área de influência do canal das vertentes litorâneas da Paraíba: potencial de terras para irrigação**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021.

ARAÚJO, H. F. P.; RODRIGUES, R. C.; NISHIDA, A. K. 2006. **Composição da avifauna em complexos estuarinos no estado da Paraíba, Brasil**. Revista Brasileira de Ornitologia v.14, n.3, p. 249- 259.

ATLASBR. **Atlas de Desenvolvimento Humano**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://atlasbrasil.org.br/

BARBOSA, J. E. L.; SEVERIANO, J. S. **Rede de Hidrologia do Semiárido: biodiversidade, ecologia e desafios para a sustentabilidade**. 21 ed. CDD 551.48. São Paulo: Mentes Abertas; São Paulo: Editora Anvise. 2021.

BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; SILVA, A. B. da; SANTIAGO. G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 211. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32p.

BAZZANO, M.G.P.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. 2010. **Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n.3, p. 235-244.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 7. ed. São Paulo: Editora Ícone. 1990.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. **Métodos silviculturas para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares**. Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: água e biodiversidade. Anais, p. 120-144. Belo Horizonte, MG, 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo Código Florestal Brasileiro, 2012.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002.142p.

CARPANEZZI, A. A et al. **Especies pioneiras para recuperacao de areas degradadas: a observacao de laboratorios naturais**. 1990, Anais.. São Paulo: Sbs-Sbef, 1990. . Acesso em: 10 nov. 2022.

CARVALHO, D.F. de; EDUARDO, E.N.; ALMEIDA, W.S. de; SANTOS, L.A.F.; ALVES SOBRINHO, T. **Water erosion and soil water infiltration in different stages of corn development and tillage systems**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 11, p. 1072-1078, 2015.

CAVALCANTE, J. S. I.; ALOUFA, M. A. I. **Gerenciamento Costeiro Integrado no Brasil: uma análise qualitativa do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Revista Eletrônica do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da universidade do Contestado. p. 89-107. dez 2018.

CBH-LN. Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. **EDITAL nº. 07, de 28 de dezembro de 2021**. Divulgação final dos membros Titulares e Suplentes e Retificação do Segmento Poder Público Municipal do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte – CBH-LN. Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. **Gestão 2021-2024**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2021/12/EDITAL-N%C2%BA-07-de-28-de-dezembro-de-2021-CBH-LN.pdf

CEPA. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Avaliação do projeto de microbacias – componente estradas**. Florianópolis, SC. 1999.

CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Resolução nº 02 de novembro de 2003**. Estabelece a Divisão Hidrográfica da Paraíba.

CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Resolução nº 03 de novembro de 2003**. Define as áreas de atuação dos Comitês.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006**. São Paulo: CETESB, 2007. Série Relatórios.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. **Resolução CONAMA nº 357/2005**.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução **CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

COSTA, I. M. **A gestão participativa em áreas sobrepostas de Unidades de Conservação e Terra Indígena: a situação dos Potiguara na Paraíba**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Associação em Rede Plena, 2019.

COSTA, M. L. M.; SILVA, T. C.; CUNHA, C. R. M. **Identificação e análises dos atores sociais das bacias hidrográficas do litoral norte do estado da Paraíba**. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Natal - RN. Anais do XII SRHN, 2014.

CPRM. **Mapa Hidrogeológico do Estado da Paraíba**, CPRM, 2019. Projeto Disponibilidade Hídrica do Brasil. Escala 1:500.000.

D'ABBEVILLE, N. S.. L**e Bresil, dont l acoste est possedée par les Portugais et divisée em quatorze capitanieries**... Paris, 1656. Brown University, The John Carter Brown Library. Disponível em: https://jcb.lunaimaging.com/luna/servlet/detail/JCBMAPS~1~1~3481~101699:Le-Bresil,-

dont-la-coste-est-possed?sort=normalized_date%2Cfile_name%2Csource_author%2Csource_title

D'ANGIOLELLA, G. B.; VASCONCELLOS,V. L .D. **BHÍDRICO GD 4.0-2004: Planilha eletrônica para cálculo do balanço hídrico climatológico**. Revista Bahia agrícola, v.6, n.3, nov. 2004.

DIAS-FILHO, M. B.. **Formação e manejo de pastagens**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012.

DNPM. Departamento Nacional de Pesquisa e Mineração. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908

DOLL, P; FLORKE, M. **Global-Scale Estimation of Diffuse Groundwater Recharge**. Environmental Science, Geography. 2005.

DONATO, D. C. 2011. **Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics**. Nat Geosci v.4, p.293–297

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição, 2018.

FBN. Fundação Biblioteca Nacional. **Capitaniarum de Phernambuca, Itamaraca, Paraiba, et Rio Grande noua delineatio**. [S. l.], ca. 1650 . . Disponível em: http://objdigital.bn.br/acervo_digital/div_cartografia/cart529239/cart529239.html.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, D. **Balanço Hídrico Climatológico para a Capacidade de Campo de 100 mm – Estado da Paraíba**. Ed. EDUFCG. 1.a Edição Campina Grande-PB, 2018.

FRANCISCO, P. R; SANTOS, D. **Classificação climática de köppen e thornthwaite para o estado da paraíba**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Maceió – AL, ago. 2018.

FUNDACE. Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia. **Estudo Técnico – Regionalização do Saneamento Básico: Microrregiões de Água e Esgoto do Estado da Paraíba**. Ribeirão Preto/SP. 214 p. 2021.

GIMENEZ, E. A. **Diversidade de Mamíferos**. In: Estudo da Biodiversidade da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape. ROSA, R. S.; SASSI, R. (Org.). João Pessoa: DSE/DGEOC/PPGCB/PRODEMA/UFPB. 2002. 371PP.

GOMES, H. P. **Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos sistemas pressurizados Aspersão e Gotejamento**. 3. Ed. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 412p.1999.

GOVERNO DA PARAÍBA. 2005. Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005. **Criação da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. João Pessoa, PB

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cadastro Central de Empresas 2019**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/quadros/brasil/2019

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2000/inicial

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais, Suplemento de Saneamento Básico**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/protecao-social/19879-suplementos-munic2.html?edicao=28201&t=sobre

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal 2020**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020. IBGE, 2020a

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=sobre

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2020**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. IBGE, 2020b

IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed**. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598 ; n. 5

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1981 - 2010**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Sixth Assessment Report. Working Group I – The Physical Science Basis**. Regional fact sheet – Central and South America. 2022.

JUNIOR, L.; BARBOSA, E.; BARBOSA, G. **Rio mamanguape: análise de degradação e suas consequências para possível revitalização do curso d´água**. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 6: Congestas 2018. ISSN 2318-7603.

KETELY, N. X. dos S. **Análise do monitoramento da qualidade microbiológica da água do estuário da Barra do Rio Mamanguape-PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental) - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA, 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes**. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LIMA, L.; SILVA, J.; DOS SANTOS, J.; SILVA, P. **Avaliação da preservação da mata ciliar no entorno do rio mamanguape no município de matinhas – pb**. João Pessoa, 2019.

LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER, W.C. **Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP).** Bragantia, Campinas, 51(2):189-196, 1992.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e métodos**. 3. Ed. Viçosa: Ed, UFV. 355p. 2009.

MARCGRAF, G. **Praefecturae de Paraiba, et Rio Grande**. Amsterdam, 1647. Acervo Itaú Cultural, Coleção Brasiliana Itaú

MARIOTI, J., BERTOL, I., RAMOS, J. C., WERNER, R. D. S., PADILHA, J., & BANDEIRA, D. H. **Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto**. Revista brasileira de ciência do solo, v. 37, p. 1361-1371, 2013.

MOORE, I. E.; BURCH, G. **Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation**. Soil Society of America Journal, v.50, p.1294 – 1298, 1986.

NASA. **Imagens de satélite ALOS PALSAR**. Disponível em: https://search.asf.alaska.edu. Acesso em 25/05/2022.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. N. 2004. **Abordagem etnoecológica da Coleta de moluscos no litoral Paraibano**. Recife: Tropical Oceanography, v.32, n.1.

OLIVEIRA, G.C.; FERNANDES FILHO, E.I. **Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,16. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 13 a 18 de Abril de 2013.INPE. Anais, p 4443 – 4450.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; PANACHUKI, E. **Processo analítico hierárquico aplicado a vulnerabilidade natural a erosão**. Geociências, v. 28, n. 4, p. 417-424. 2009.

PALUDO, D. & KLONOWSKI, V. S. 1999. **Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Caderno nº 16 - Série Recuperação. São Paulo. 54p

PARAÍBA/UFPB. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa. Grafset. 1985.

PARAÍBA/UFPB. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAE-PB**. SCIENTEC – João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Superintendência de Administração do Meio Ambiente. 144 p. 2011

PEREIRA, J. Thymes. **Carta parcial do Extremo Nordeste do Brasil. Século XIX. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro**, Fundo Francisco Bhering – BR RJANRIO F4.0.MAP.70. Disponível em: http://imagem.sian.an.gov.br/acervo/derivadas/br_rjanrio_f4/0/map/0070/br_rjanrio_f4_0_map_0070_d0003de0004.pdf

PNSH. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. ANA. Brasília, 2019. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil**, acessado em 20 de novembro de 2021 através do link: https://mapbiomas.org/

ROLIM, G.S., CAMARGO, M.B.P., LANIA, D.G., MORAES, J.F.L. 2007. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo**. Bragantia 66, 711-720. http://dx.doi.org/10.1590/S0006-

ROSA, R.S.& SASSI, R. 2002. **Estudo da biodiversidade da Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape**. João Pessoa: PRODEMA – Universidade Federal da Paraíba. Relatório Técnico Final. CNPq. 371p.

SÁ, M. A. C. **Estimativa da erodibilidade pela desagregação por ultra-som e atributos de solos com horizonte B textural**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, p. 691-699, 2004.

SEDAP. Secretaria do Estado da Agropecuária e da Pesca - PB. **ZON-PB e as perspectivas para o desenvolvimento hidroagrícola da área de influência do Canal Acauã-Araçagi**. Apresentação realizada na 13ª Reunião Extraordinária do CERH. João Pessoa, 27 de outubro de 2021.

SEROA DA MOTTA, R.; MENDES, A. P.; MENDES, F. E.; YOUNG, C. E. F. **Perdas e serviços ambientais do recurso água para uso doméstico**. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 35-72, 1994.

SILK, D. Wenaslin; CAVALCANTI, Manoel Paulino. **Estado da Parahyba do Norte: Mappa agrícola**. São Paulo: Sociedade Nacional de Agricultura, 1908. David Rumsey Map Collectio n. Disponível em: https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~306839~90076722:Estado-da-Parahyba-do-Norte---Mappa?sort=Pub_List_No_InitialSort%2CPub_Date%2CPub_List_No%2CSeries_No

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: Editora Rima, 2003, 138 p.

SILVA, Alexandre Marco da. **Rainfall erosivity map for Brazil**. Catena, v. 57, n. 3, p. 251-259, 2004.

SILVA, R. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. **Integration of GIS and remote sensing for estimation of soil loss and prioritization of critical sub-catchments: a case study of Tapacurá catchment**. Natural Hazards, v. 62, n. 6, p. 953-970. 2012.

SILVA, R.M. **Análise da perda de solos na Bacia do Rio Tapacurá mediante previsão climática e modelos de erosão**. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Engenharia Civil (Tese de Doutorado), Recife, 2010.

SILVEIRA, L.F.; OLMOS, F. & LONG, A. 2003. **Birds in Atlantic Forest fragments in northe-astern Brazil**. Cotinga v. 20, p. 32-46.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://www.snis.gov.br/

SNISB. **Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.snisb.gov.br/

SOARES, Maria Simone Morais. **Território e cidade nos trilhos da Estrada de Ferro Conde D'Eu – Província da Parahyba do Norte (1871-1901)**. 2018

SOUZA, GM de; MATRICARDI, Eraldo Aparecido Trondoli. **Análise comparativa dos modelos de elevação SRTM, ASTER GDEM e TOPODATA para estimar o fator topográfico (LS) da USLE**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto, Anais, 2013.

STEIN, D. P.; DONZELLI, P. L.; GIMENEZ, A. F. PONÇANO, W. L. LOMBARDI NETO, F. 1987. **Potencial de erosão laminar, natural e antrópico na Bacia do Peixe-Paranapanema**. Anais do IV Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Marília, SP. P. 105-135.

THOMANN, R.V.. MUELLER, J.A.. Principles of Surface Water Quality Modeling and Control. Harper-Collins, New York, 644 p. 1987.

THOMAZINI, André; AZEVEDO, Humberto Carlos Almeida; MENDONÇA, Eduardo Sá. **Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas conservacionistas e convencionais de café no sul do estado do Espírito Santo**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 7, n. 2, p. 150-159, 2012.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. 104 p. New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955.

THORNTHWAITE, C.W. **An approach towards a rational classification of climate**. Geographical Review, London, v.38, p.55-94, 1948.

TREWARTHA, G.T. **An Introduction to Climate**. New York: McGraw-Hill, 1954. 402p.

VILLIERS DE L'ILLE ADAM, Visconde J. de. **Carta topográfica e administrativa das provincias do Rio Grande do Norte e Parahiba**. Rio de Janeiro, 1848. Fundação Biblioteca Nacional. Disponível em: http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_cartografia/cart171226/cart171226.html .

VISSCHER, N. **Afbeelding der stadt fortressen van Parayba**. Amsterdam , 1635. Fundação Biblioteca Nacional. Disponível em: http://www.rn.anpuh.org/2016/assets/downloads/veeh/ST09/Uma%20Nova%20Conquista%20a%20familia%20Oliveira%20Ledo%20e%20o%20processo%20de%20ocupacao%20do%20sertao%20do%20Pianco%20(1663-1730).pdf.

WANDERER, C., A. **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR MEIO DO ÍNDICE DE DIFERENÇA NORMALIZADA DA VEGETAÇÃO (NDVI)**. Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2017.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. 2004. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em http://www.ufrgs.br/labgeo.

WISCHMEIER, W. H. SMITH D. D. **Use and misuse of the universal soil-loss equation. Journal of soil and Water Conservation.** US Department of Agriculture Handbook, n.537, 58 p. 1978.

ZEPKA, G. S. **Análise do balanço hídrico para a cidade de Pelotas**. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Meteorologia. RS. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. 7, 2002, Foz de Iguaçu-PR. Anais. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1 CD-ROM. Foz do Iguaçu, 2002.

11 Anexos

Anexo I – Frequência de classes da qualidade da água nas BHLN

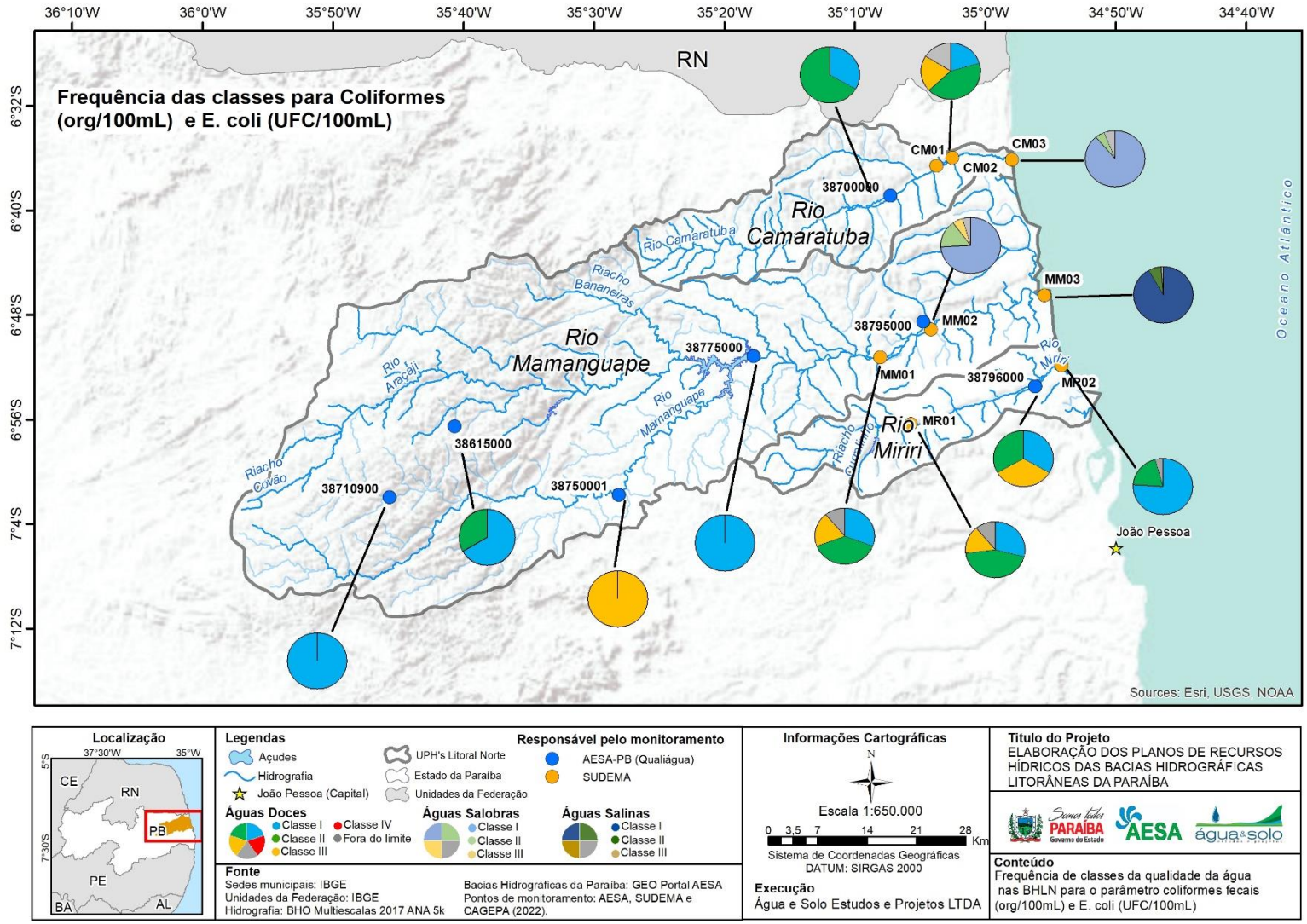


Figura 11.1 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para coliformes fecais e E.Coli
Fonte: Acervo próprio, 2022

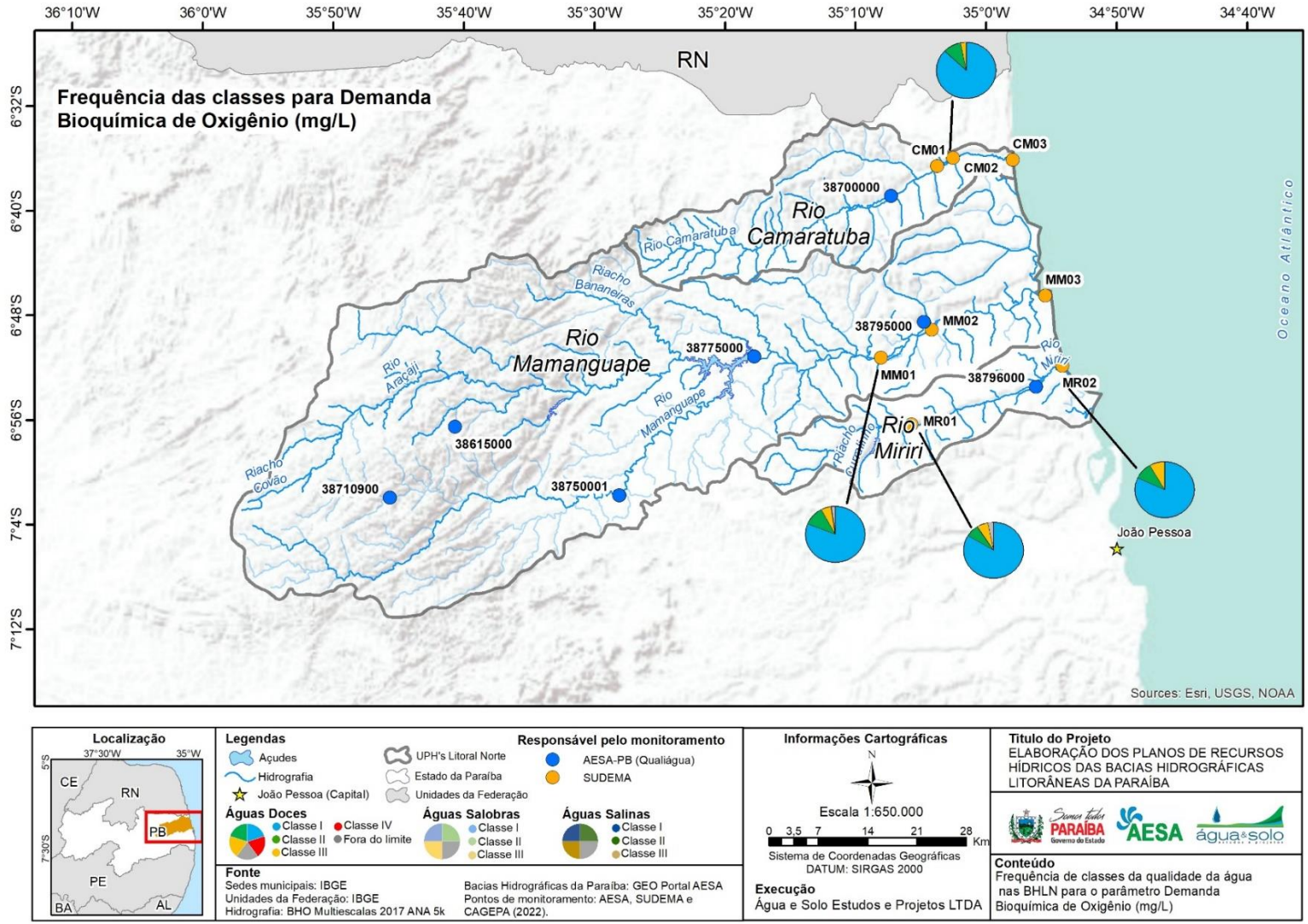


Figura 11.2 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para demanda bioquímica de oxigênio
Fonte: Acervo Próprio, 2022

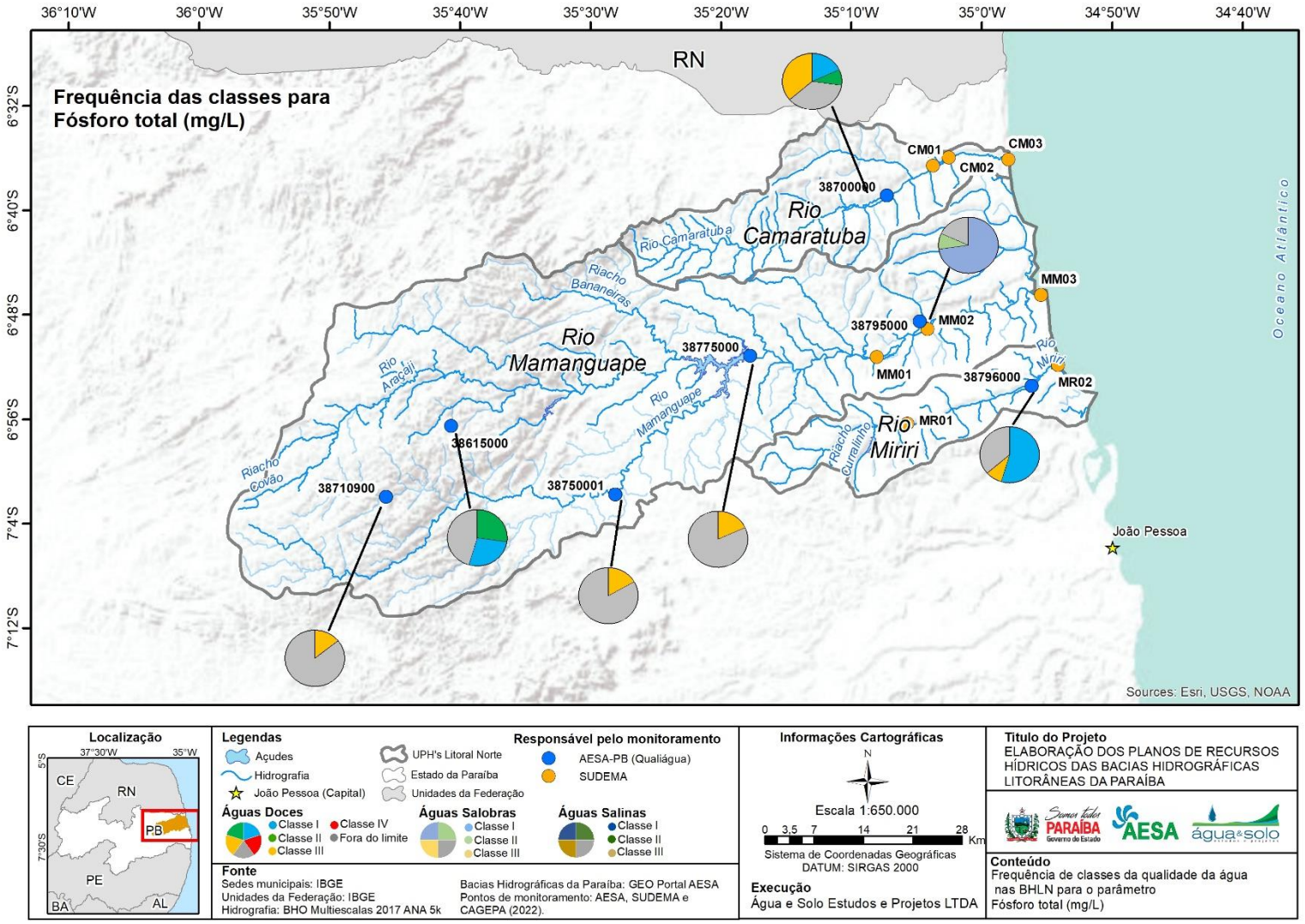


Figura 11.3 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para fósforo total
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

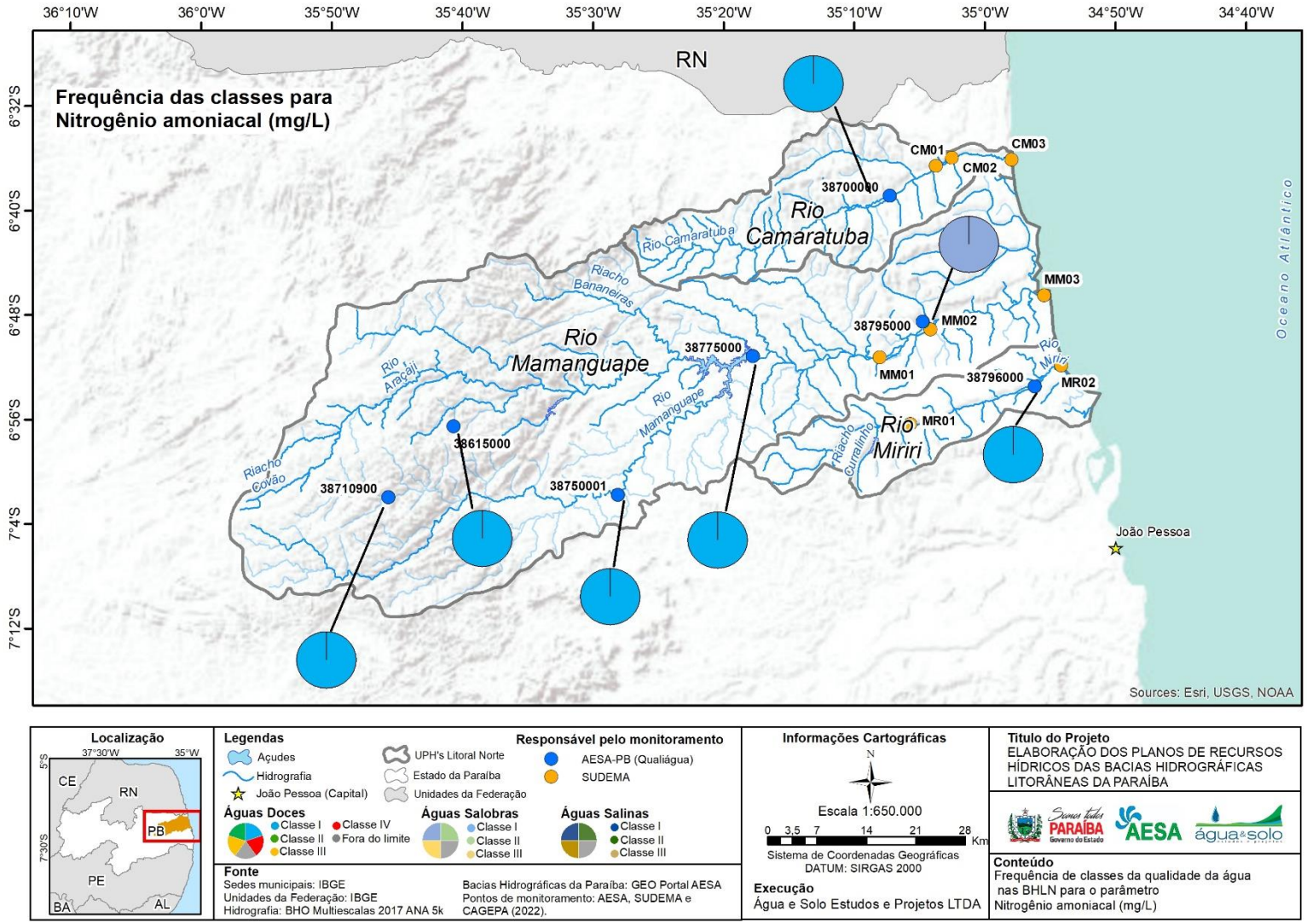


Figura 11.4 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para nitrogênio amoniacal
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

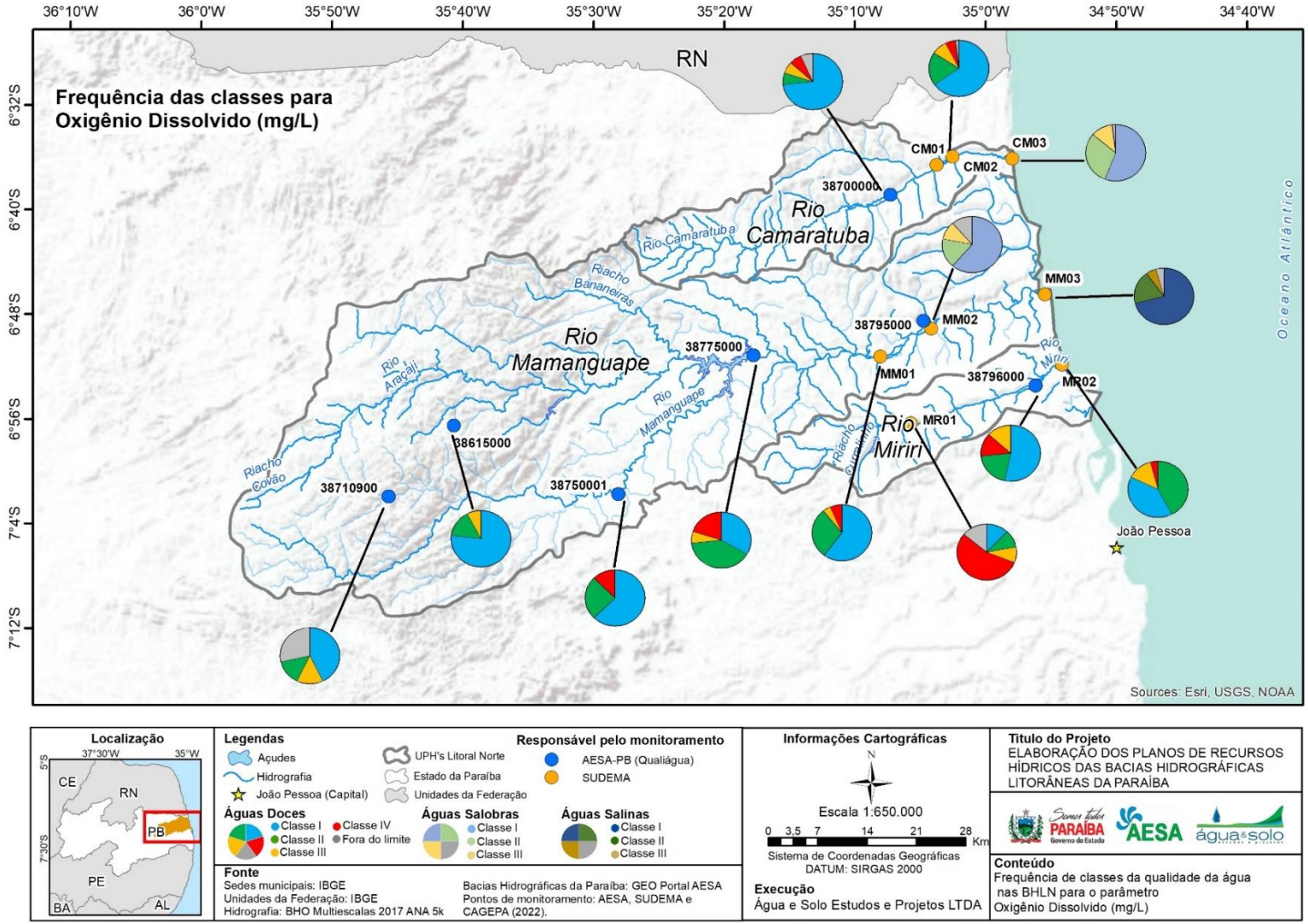


Figura 11.5 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para oxigênio dissolvido
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

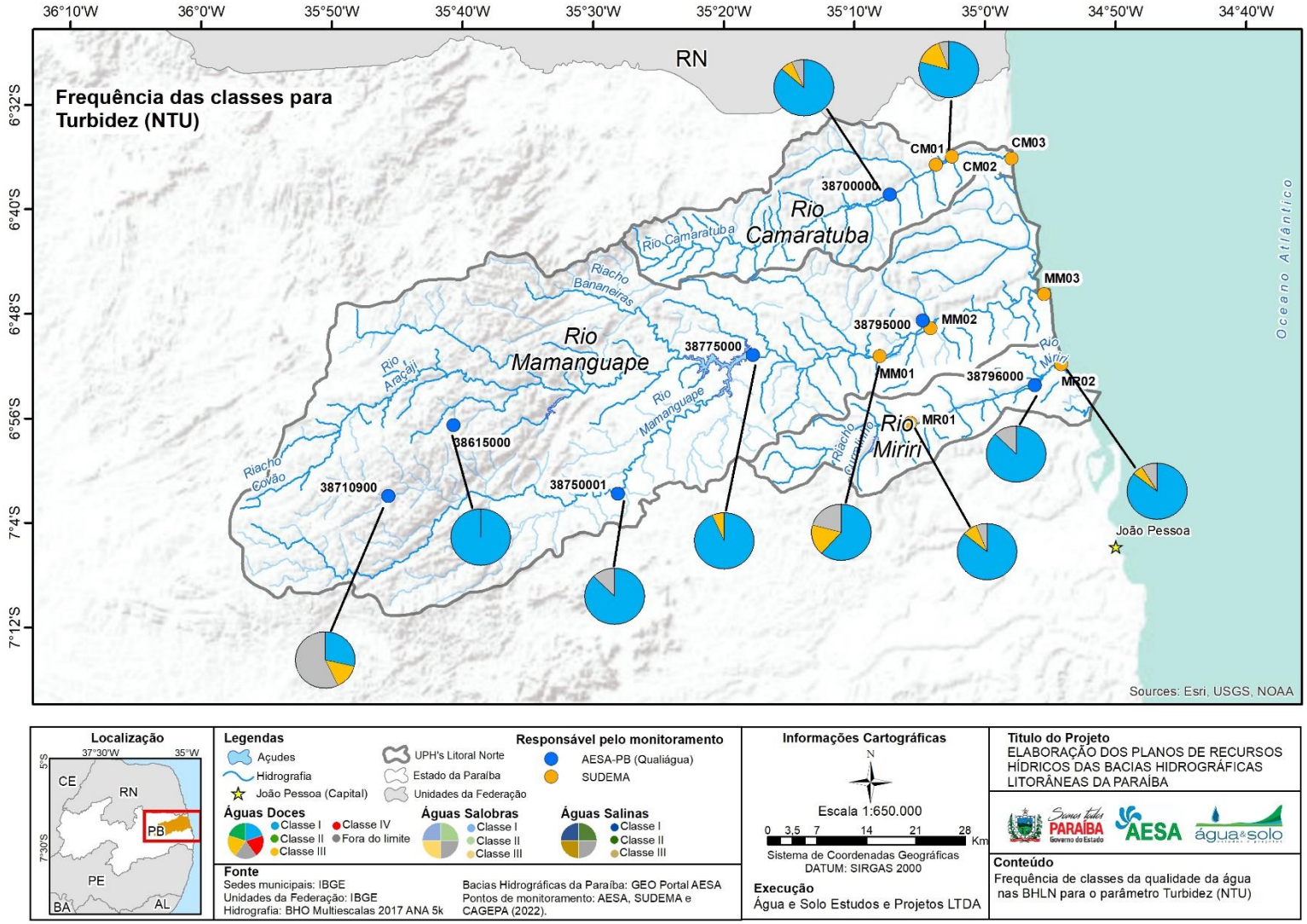


Figura 11.6 - Frequência de classes de qualidade da água nas BHLN para turbidez
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

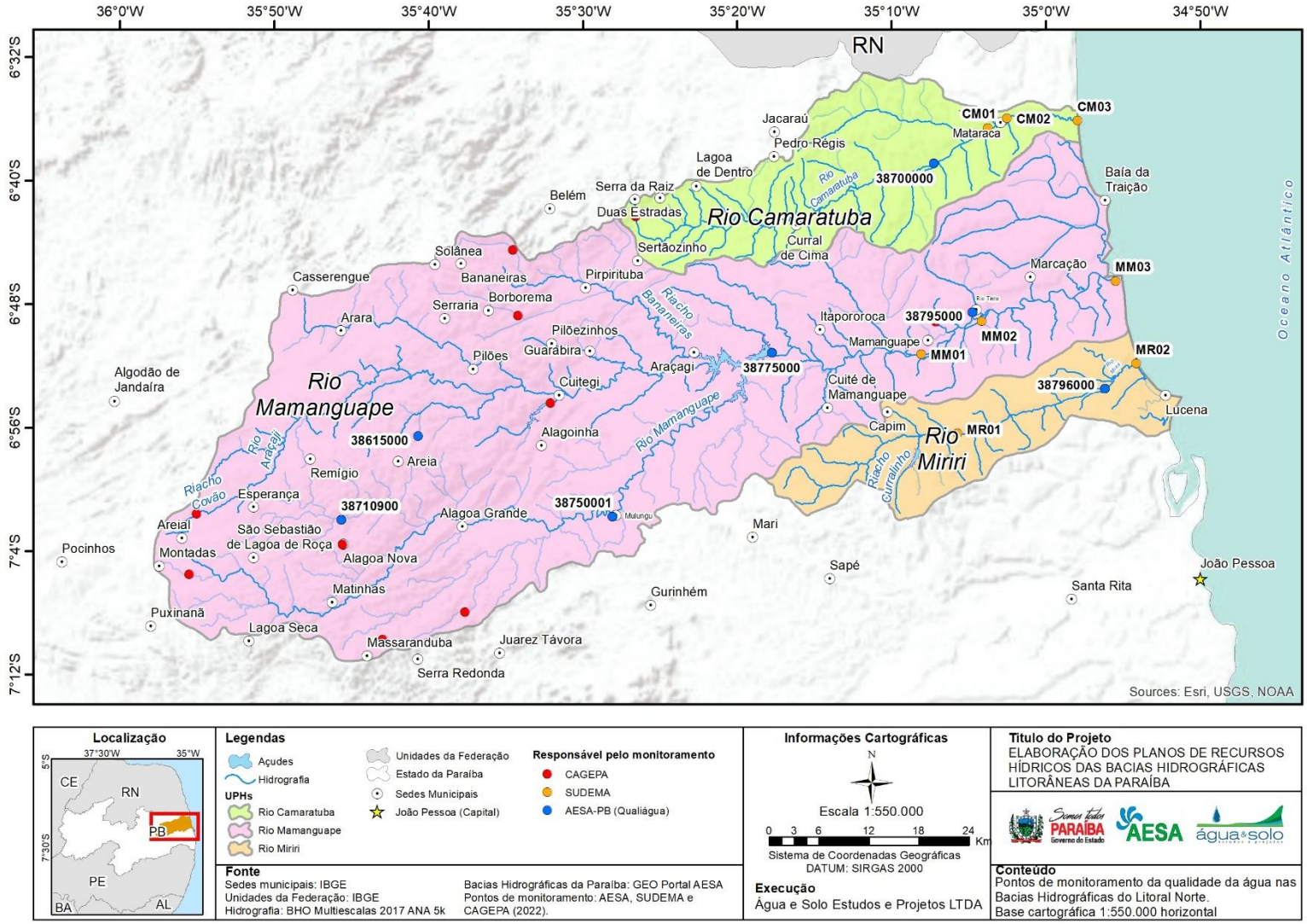


Figura 11.7 - Pontos de monitoramento da qualidade da água nas BHLN
Fonte: Acervo Próprio, 2022.

Anexo II - Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes nas BHLN

1) Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes na da Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas

ARGISSOLOS ACINZENTADOS Distróficos

PACd - Ass. De: ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico, fase relevo plano + Gr. Indif.: ARGISSOLO AMARELO Distrófico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, fase relevo suave ondulado e ondulado, A moderado e proeminente, todos abrúpticos fragipânicos, arênicos e espessarênicos, textura arenosa/argilosa, fase floresta subcaducifólia.

ARGISSOLOS AMARELOS Distrocoesos

PAdx - ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso arênico, abrúptico e fragipânico, textura arenosa e média/média e argilosa, A proeminente e húmico, fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos

PAd1 - ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico e endofragipânico (fragipã iniciando entre 100 e 150 cm), textura arenosa e média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

PAd2 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO AMARELO e ACINZENTADO Distrófico espessarênico, arênico, abrúptico e plintossólico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

PAd3 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO AMARELO Distrófico e ARGISSOLO VERMELHOAMARELO Distrófico e Eutrófico, ambos típico, arênico, petroplíntico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase não pedregosa e pedregosa, floresta subperenifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

PAd4 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO AMARELO e VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico arênico, endorredóxico, típico e petroplíntico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase pedregosa, floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

PAd5 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico espessarênico e arênico endofragipânico (fragipã iniciando entre 100 e 150 cm) + ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, ambos textura arenosa/média, fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

PAd6 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico e espessarênico + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e espessarênico, ambos textura arenosa e média/média e argilosa, fase endopedregosa e não, floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.

PAd7 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, ambos abrúpticos fragipânicos, textura arenosa/argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PAd8 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico epifragipânico (fragipã dentro de 50 cm) espodossólico, textura arenosa/média + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico dúrico, fragipânico e arênico, ambos fase floresta subperenifólia e cerrado subperenifólio, relevo plano e suave ondulado.

PAd9 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico arênico epifragipânico e endofragipânico (fragipã iniciando entre 40 e 120 cm), textura arenosa/média e argilosa, fase não epipedregosa e epipedregosa (petroplíntico), floresta subperenifólia, relevo ondulado e suave ondulado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e neofluvissólico, textura arenosa/média e média, fase campo hidrófilo de várzea, relevo plano.

PAd10 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, arênico e petroplíntico + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Distrófico arênico, típico e endorredóxico, todos textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase não pedregosa e pedregosa, floresta subperenifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PAd11 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, ambos abrúpticos e fragipânicos, A moderado e proeminente + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico arênico e espessarênico, todos textura arenosa/argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PAd12 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico, fase relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, relevo suave ondulado e ondulado, ambos abrúpticos, fragipânicos, arênicos e espessarênicos, textura arenosa/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e endorredóxico, textura média/argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado, todos fase floresta subcaducifólia/caducifólia.

PAd13 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, ambos abrúpticos, fragipânicos, arênicos e espessarênicos, A moderado e proeminente, textura arenosa/argilosa, fase relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO

AMARELO Distrófico típico e psamítico, textura média, fase relevo plano, todos fase floresta subcaducifólia.

PAd14 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico arênico e espessarênico, fase relevo plano + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, fase relevo plano e suave ondulado, ambos abrúpticos fragipânicos, textura arenosa/argilosa e média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico e latossólico, fase relevo plano, todos fase floresta caducifólia.

PAd15 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico e fragipânico, textura arenosa/argilosa, A moderado e proeminente + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico arênico e espessarênico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico e psamítico, textura média, todos fase floresta subcaducifólia, relevo plano.

PAd16 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico espessarênico, arênico e abrúptico + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico e arênico, ambos fase relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico típico, arênico, endorredóxico e abrúptico, fase endopedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado, todos A moderado e proeminente, textura arenosa e média/argilosa, fase floresta subcaducifólia/caducifólia.

PAd17 - Ass. de: ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, arênico e petroplíntico + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Eutrófico e Distrófico arênico, endorredóxico e típico + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico, abrúptico e fragipânico, todos A moderado e proeminente, textura arenosa e média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

PAd18 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO AMARELO Distrófico e ARGISSOLO VERMELHOAMARELO Distrófico e Eutrófico, ambos abrúpticos fragipânicos, arênicos e espessarênicos, textura arenosa/argilosa, A moderado e proeminente + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e endorredóxico, textura média/argilosa, A moderado e proeminente + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, típico e psamítico, textura média, todos fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

<u>ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos</u>

PVd1 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, arênico e endorredóxico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico cambissólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, floresta subcaducifólia/subperenifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PVd2 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico e Eutrófico cambissólico saprolítico e plintossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, não rochosa e rochosa, floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

PVd3 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico e Eutrófico saprolítico cambissólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, arênico e endorredóxico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, floresta subcaducifólia/subperenifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PVd4 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico e Eutrófico saprolítico cambissólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico endorredóxico e típico, textura média/argilosa, todos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, não rochosa e rochosa, floresta subcaducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos

PVe1 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico saprolítico cambissólico e típico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado**.** Proporção dos componentes: 100%.

PVe2 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, saprolítico e nitossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado a ondulado. Proporção dos componentes: 100%.

PVe3 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, abrúptico, arênico e petroplíntico, textura arenosa e média/argilosa, A proeminente e moderado, fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PVe4 - Ass. de: G. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO nitossólico e típico e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico, arênico e abrúptico, ambos Eutróficos e Distróficos, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano.

PVe5 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico, arênico, espessarênico e petroplíntico, textura arenosa e média/argilosa, A proeminente e moderado, fase não endopedregosa e endopedredegosa, floresta subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Proporção dos componentes: 100%

PVe6 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO fase relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO AMARELO fase relevo ondulado e forte ondulado, ambos Eutróficos e Distróficos cambissólicos, lépticos e petroplínticos, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia/subperenifólia.

PVe7 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO fase relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO fase relevo plano e suave ondulado, todos Eutróficos, típicos, lépticos e cambissólicos, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVe8 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO fase relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO fase relevo suave ondulado e plano, ambos Eutróficos típicos, nitossólicos e lépticos, textura média/argilosa, A proeminente e moderado, fase floresta subcaducifólia.

PVe9 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, ambos Eutróficos, típicos, cambissólicos e lépticos, textura arenosa e média/argilosa, A proeminente e moderado, fase relevo ondulado e forte ondulado, floresta subcaducifólia.

PVe10 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e endorredóxico, textura média/argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHOAMARELO Eutrófico e Distrófico típico e abrúptico plíntossólico, textura

arenosa/argilosa e média, fase relevo ondulado, ambos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVe11 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico nitossólico, típico, cambissólico e léptico, fase relevo ondulado e forte ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico e léptico, fase relevo suave ondulado e ondulado, todos textura média/argilosa, A proeminente e moderado, fase floresta subcaducifólia.

PVe12 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico nitossólico, típico e cambissólico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase não pedregosa e pedregosa, substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

PVe13 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e abrúptico, textura arenosa e média/argilosa, fase não pedregosa e pedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média cascalhenta, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PVe14 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico nitossólico, típico e cambissólico, textura arenosa e média/média e argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse e granito, ambos A proeminente e moderado, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PVe15 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, nitossólico e léptico, textura arenosa e média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse e granito, ambos A proeminente e moderado, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado a montanhoso.

PVe16 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, cambissólico e plintossólico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado a ondulado.

PVe17 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, espessarênico, abrúptico e nitossólico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, espessarênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, ambos A proeminente e moderado, fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PVe18 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico saprolítico, cambissólico e plintossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado a ondulado.

PVe19 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, cambissólico e plintossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase epipedregosa e não, floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado.

PVe20 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, textura média/argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, textura argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado, ambos típicos e lépticos, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVe21 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, cambissólico e arênico, fase relevo suave ondulado e plano + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico e cambissólico, fase endopedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado, todos textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVe22 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico e Distrófico saprolítico, cambissólico e típico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, fase plano a suave ondulado + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico, arênico e endorredóxico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado, todos A moderado e proeminente, fase não pedregosa e pedregosa, floresta subcaducifólia/subperenifólia.

PVe23 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, abrúptico e léptico, textura arenosa e média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase não pedregosa e pedregosa, substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PVe24 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico cambissólico, típico, arênico e endorredóxico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase não pedregosa e pedregosa, relevo ondulado e suave ondulado, substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia/subperenifólia.

PVe25 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico, cambissólico, arênico e endorredóxico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia/subperenifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PVe26 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico, arênico e abrúptico, textura arenosa e média/argilosa, fase relevo suave ondulado e plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não, relevo plano e suave ondulado, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVe27 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico, fase relevo suave ondulado e plano + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHOAMARELO e VERMELHO Eutrófico e Distrófico, fase relevo ondulado e suave ondulado, todos típicos, arênicos, abrúpticos e cambissólicos, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVe28 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, léptico e endorredóxico, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico

fragipânico, ambos abrúpticos, arênicos e espessarênicos, textura arenosa/argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVe29 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, cambissólico e arênico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico, arênico e endorredóxico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano.

PVe30 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico + Gr. Indif.: LUVISSOLO HÁPLICO Órtico e Pálico, típico e planossólico + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e espesso, todos A moderado e proeminente, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia, suave ondulado e plano.

PVe31 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e léptico, textura média/argilosa, fase pedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média cascalhenta, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse e granito, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico e léptico, textura argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia/caducifólia.

PVe32 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, espessarênico, abrúptico e nitossólico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, espessarênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, ambos fase floresta subcaducifólia + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico gleissólico e típico, textura média e argilosa, fase floresta subcaducifólia de várzea, todos relevo plano e suave ondulado.

PVe33 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, espessarênico, abrúptico e nitossólico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, espessarênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, ambos fase endopedregosa e não + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico e Eutroférrico típico, textura argilosa e muito argilosa, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano.

PVe34 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico arênico, típico, espessarênico e petroplíntico + ARGISSOLO AMARELO

Distrófico típico plintossólico, abrúptico e petroplíntico, ambos textura arenosa e média/argilosa + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico e petroplíntico, textura média/argilosa, todos fase floresta caducifólia/floresta subcaducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

PVe35 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico, arênico, abrúptico e cambissólico, textura arenosa e média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, espessarênico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifolia, relevo ondulado e suave ondulado.

ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos

PVAd1 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Distrófico arênico, típico e plintossólico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase não pedregosa e pedregosa, floresta subperenifólia/subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PVAd2 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico típico, arênico e petroplíntico, textura arenosa e média/argilosa, A proeminente e moderado, fase floresta subperenifólia/subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PVAd3 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Distrófico arênico, endorredóxico e típico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, floresta subperenifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

PVAd4 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico típico e plintossólico, A moderado e proeminente, textura média/argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

PVAd5 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico abrúptico e léptico, A moderado e proeminente, textura arenosa/argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse e granito, ambos fase floresta caducifólia.

PVAd6 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico espessarênico, arênico, abrúptico e endorredóxico, textura arenosa/média e argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico arênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, ambos fase floresta caducifólia/subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PVAd7 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico espessarênico, arênico e abrúptico, textura arenosa/média e argilosa, fase floresta caducifólia e subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico, arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa, fase floresta caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

PVAd8 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico arênico e espessarênico, textura arenosa/média e argilosa + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico típico, textura média/média e argilosa, ambos fase caducifólia/subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PVAd9 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico arênico, espessarênico e abrúptico, textura arenosa/média e argilosa + Gr. Indif.: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico e latossólico e NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico típico, textura arenosa, ambos fase caducifólia/subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

PVAd10 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico abrúptico plintossólico, arênico e espessarênico, textura arenosa e média/argilosa, fase pedregosa e não + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico e léptico, textura argilosa, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média cascalhenta, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos

PVAe1 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico espessarênico, arênico, abrúptico e endorredóxico, textura arenosa e média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, espessarênico, abrúptico e léptico, textura arenosa e

média/argilosa, ambos fase endopedregosa e não, floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.

PVAe2 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico espessarênico, arênico, abrúptico e típico, textura arenosa e média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico, arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa, todos fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano.

PVAe3 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Eutrófico e Distrófico, fase relevo ondulado e suave ondulado + ARGISSOLO AMARELO Eutrófico e Distrófico, fase relevo ondulado e forte ondulado, todos típicos, espessarênicos, endorredóxicos e petroplínticos, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PVAe4 - Ass. de: Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Eutrófico e

Distrófico espessarênico, arênico, típico e endorredóxico + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico, arênico e solódico, todos A moderado e proeminente, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

PVAe5 - Ass. de: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico arênico, abrúptico, cambissólico e típico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico e léptico, textura média/argilosa e muito argilosa, + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa, todos fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

CAMBISSOLOS FLÚVICOS Tb Eutróficos

CYbe - Ass. de: CAMBISSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico, textura argilosa e média, substrato sedimentos + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico e salino, textura média/arenosa/média, ambos fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano.

CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos

CXve1 - Ass. de: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico e saprolítico, textura argilosa, fase substrato xisto e gnaisse + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura argilosa, fase substrato gnaisse, ambos fase pedregosa e rochosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo forte ondulado.

CXve2 - Ass. de: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico e vertissólico, textura argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura argilosa, fase rochosa e não, ambos fase pedregosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo forte ondulado e ondulado, substrato gnaisse e calcários.

CXve3 - Ass. de: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico e lítico, textura média e argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), ambos fase não pedregosa e pedregosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo ondulado, substrato gnaisse.

CXve4 - Ass. de: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico, textura argilosa, fase pedregosa e epipedregosa, substrato biotita gnaisse e anfibolito + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa, substrato gnaisse e anfibolito, todos fase floresta caducifólia, relevo ondulado.

CXve5 - Ass. de: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, vertissólico e léptico, textura argilosa cascalhenta e não, fase relevo ondulado e forte ondulado, substrato biotita xisto-gnaisse + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e vertissólico, textura arenosa e média /argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado, todos fase floresta caducifólia.

CXve6 - Ass. de: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico léptico e lítico, textura argilosa, fase pedregosa e não, substrato gnaisse + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase pedregosa, substrato gnaisse, todos fase floresta caducifólia, relevo forte ondulado e ondulado.

CXve7 - Ass. de: Gr. Indif.: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico e lítico, textura média e argilosa e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média e argilosa

(cascalhenta e não), fase substrato gnaisse + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e solódico, textura média/argilosa, todos fase pedregosa e não, floresta caducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

CXve8 - Ass. de: Gr. Indif. CAMBISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico léptico, textura argilosa, fase epipedregosa e pouco epipedregosa, substrato xisto e gnaisse + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura argilosa e média (cascalhenta e não), fase pedregosa, substrato gnaisse + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, fase epipedregosa, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

CXve9 - Ass. de: Gr. Indif. CAMBISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico léptico, lítico e vertissólico, textura argilosa e média (pouco cascalhenta e não) + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, ambos fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média e argilosa (cascalhenta e não), fase pedregosa e não, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado, substrato gnaisse e xisto.

CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos

CXbe1 - Ass. de: Gr. Indif.: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb textura argilosa e ARGISSOLO VERMELHO textura média/argilosa, ambos Eutróficos típicos e lépticos, fase não epipedregosa e epipedregosa, floresta caducifólia, relevo ondulado, substrato biotita gnaisse + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa, floresta caducifólia, relevo ondulado, substrato gnaisse + NEOSSOLO FLÚVICO Tb e Ta Eutrófico típico, textura média e arenosa, fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano.

CXbe2 - Ass. de: Gr. Indif.: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico e lítico, textura média (cascalhenta e não) e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), ambos fase substrato gnaisse + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, todos fase pedregosa e não, floresta caducifólia, relevo ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

ESPODOSSOLOS HUMILÚVICOS Hiperespessos

EKu - Ass. de: Gr. Indif.: ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso e Hidro-hiperespesso típico, textura arenosa, fase floresta subperenifólia de restinga, relevo plano.

ESPODOSSOLOS HUMILÚVICOS Órticos

EKo1 - Ass. de: ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico arênico e espessarênico, textura arenosa/média, fase floresta/cerrado subcaducifólio, relevo plano.

EKo2 - Ass. de: Gr. Indif.: ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico e Hiperespesso típico, textura arenosa, fase floresta subperenifólia e cerrado subperenifólio, relevo plano e suave ondulado.

EKo3- Ass. de: Gr. Indif.: ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico e Hiperespesso típico, textura arenosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico epifragipânico (fragipã dentro de 50 cm) espodossólico, textura arenosa/média, ambos fase cerrado subperenifólio e floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.]

EKo4 - Ass. de: Gr. Indif.: ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico e Hiperespesso típico, textura arenosa + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico e típico, ambos fase cerrado subperenifólio e floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado. Proporção dos componentes: 80% + 20%.

EKo5 - Ass. de: Gr. Indif.: ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico dúrico e Hiperespesso típico, textura arenosa + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico e típico, ambos fase cerrado subcaducifólio e floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos

GXvd - Ass. de: GLEISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Distrófico e Eutrófico solódico neofluvissólico e típico, textura argilosa/arenosa e média, fase campo higrófilo e hidrófilo de várzea, relevo plano.

GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos

GXbd - Ass. de: GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e neofluvissólico, textura arenosa/média e média, fase campo higrófilo e hidrófilo de várzea, relevo plano.

LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos

LAd1 - Ass. de: LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico e psamítico, textura média + ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico, fragipânico, arênico e espessarênico, textura arenosa/argilosa, A moderado e proeminente, ambos fase floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

LAd2 - Ass. de: LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico, textura arenosa/média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico e típico, ambos fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

LAd3 - Ass. de: LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico, textura arenosa/média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico, ambos fase floresta subcaducifólia/subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

LAd4 - Ass. de: LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico, textura arenosa/média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico e dúrico, textura arenosa, todos fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos

LVd - Ass. de: LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico e típico, textura média, A moderado e proeminente, fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos

LVe - Ass. de: LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, ambos fase floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos

LVAd1 - Ass. de: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico e psamítico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, abrúptico e fragipânico, textura arenosa/argilosa e média, fase relevo suave ondulado e ondulado, ambos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

LVAd2 - Ass. de: Gr. Indif.: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, ambos típicos + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico e psamítico, todos textura média, fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos

TCo1 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico planossólico, vertissólico e típico, textura média/argilosa, fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse, granito e micaxisto, ambos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado e ondulado.

TCo2 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa, substrato gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo forte ondulado e ondulado.

TCo3 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse, ambos fase epipedregosa e não, floresta caducifólia/subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

TCo4 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e planossólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase não pedregosa e pedregosa, substrato gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e suave ondulado.

TCo5 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, solódico e vertissólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse, ambos fase epipedregosa e não, floresta caducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

TCo6 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico endorredóxico e típico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, floresta subcaducifólia/subperenifólia, relevo suave ondulado e plano.

TCo7 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico endorredóxico e típico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase não epipedregosa e epipedregosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

TCo8 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e vertissólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/média e argilosa, todos fase epipedregosa e não, floresta caducifólia/subcaducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

TCo9 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, solódico e vertissólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/média e argilosa, todos fase ligeiramente epipedregosa, floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

TCo10 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/média e argilosa, todos fase epipedregosa e não, floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e suave ondulado.

TCo11 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não),

fase substrato gnaisse + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/média e argilosa, todos fase ligeiramente pedregosa e epipedregosa, floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

TCo12 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse, ambos fase relevo ondulado e forte ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/média e argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado, todos fase epipedregosa e não, floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila.

TCo13 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse, ambos fase relevo suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e solódico, textura média (cascalhenta e não)/média e argilosa, fase relevo suave ondulado e plano, todos fase não epipedregosa e epipedregosa, floresta caducifólia.

TCo14 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e vertissólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase pedregosa e não, substrato gnaisse + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Eutrófico abrúptico típico e léptico, textura média (cascalhenta), fase epipedregosa e não, todos fase floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

TCo15 - Ass. de: Gr. Indif. LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico, textura argilosa e média (pouco cascalhenta), ambos fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase pedregosa, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado, substrato gnaisse.

TCo16 - Ass. de: Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média (cascalhenta e não), fase pedregosa, substrato gnaisse e xisto + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico, lítico, vertissólico

e saprolítico, textura argilosa, fase substrato gnaisse e xisto, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

TCo17 - Ass. de: Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, fase epipedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e solódico, textura média (cascalhenta)/argilosa, fase epipedregosa e não, todos fase floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado.

TCo18 - Ass. de: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico, solódico e vertissólico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e arênico, textura arenosa e média/média e argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase substrato gnaisse, todos fase não epipedregosa e epipedregosa, floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado e ondulado.

TCo19 - Ass. de: Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico solódico vertissólico e típico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa e muito argilosa e CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico e lítico, textura argilosa, fase epipedregosa e não, substrato biotita xisto-gnaisse + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase pedregosa, substrato biotita xisto-gnaisse + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, todos fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e suave ondulado.

LUVISSOLOS HÁPLICOS Órticos

TXo - Ass. de: Gr. Indif.: LUVISSOLO HÁPLICO e CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase substrato gnaisse, todos fase floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado

+ AFLORAMENTOS DE ROCHA.

NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos

RLe1 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase não pedregosa e pedregosa, substrato gnaisse e granito + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, abrúptico e léptico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente, ambos fase floresta caducifólia/subcaducifolia, relevo ondulado e forte ondulado.

RLe2 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse e granito + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, cambissólico, nitossólico e léptico, textura média/argilosa, ambos A proeminente e moderado, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado a forte ondulado e montanhoso.

RLe3 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média cascalhenta, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse e granito + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico e léptico, textura argilosa, fase substrato biotita xisto, ambos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

RLe4 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico e típico, textura média e argilosa, ambos fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse.

RLe5 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico e léptico, A moderado e proeminente, textura argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado, ambos fase floresta subcaducifólia/caducifólia.

RLe6 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase relevo ondulado e suave ondulado, substrato gnaisse e granito + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, arênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, fase relevo suave ondulado e plano, ambos fase pedregosa e não, floresta subcaducifólia.

RLe7 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e espesso, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não, todos fase floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

RLe8 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, floresta caducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe9 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, floresta caducifólia, relevo forte ondulado, substrato gnaisse + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe10 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, floresta caducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe11 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico, textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado a ondulado, substrato granito e gnaisse + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe12 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, caatinga hipoxerófila, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe13 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase rochosa, substrato gnaisse + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, ambos fase pedregosa, floresta caducifólia, relevo forte ondulado e ondulado.

RLe14 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico e saprolítico, textura média (cascalhenta), todos fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado a montanhoso, substrato gnaisse e xisto + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe15 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, floresta caducifólia/subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse, granito e calcário + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe16 - Ass. de: Gr. Indif. NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo ondulado.

RLe17 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico saprolítico cambissólico e típico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, ambos fase pedregosa e rochosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo forte ondulado e ondulado, substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe18 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase não pedregosa e pedregosa, substrato gnaisse e granito + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, abrúptico e léptico, textura arenosa e média/argilosa, ambos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Proporção dos componentes: 50% + 30% + 20%.

RLe19 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase pedregosa e rochosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico, textura argilosa, ambos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo forte ondulado e ondulado, substrato gnaisse + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe20 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico e lítico, textura média (cascalhenta), ambos fase floresta caducifólia, relevo ondulado, substrato granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe21 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase substrato gnaisse + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/argilosa, todos fase epipedregosa, floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

RLe22 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse e granito + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e vertissólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado, ambos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe23 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e gleissólico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + LUVISSOLO CRÔMICO Pálico e Órtico, típico, textura média/argilosa, todos fase floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

RLe24 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/argilosa, fase epipedregosa, ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe25 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico, textura argilosa, fase substrato biotita xisto-gnaisse, todos fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso.

RLe26 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (pouco cascalhenta), fase pedregosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, fase epipedregosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico léptico e lítico, textura argilosa e média (pouco cascalhenta), fase pedregosa e não, todos fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse e xisto.

RLe27 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e vertissólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa, ambos fase floresta caducifólia + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico e típico, textura média/argilosa e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico e típico, textura média, ambos fase floresta subcaducifólia, substrato gnaisse, todos fase relevo ondulado e forte ondulado.

RLe28 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa + Gr. Indif.: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico vertissólico e VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura argilosa, fase pedregosa, ambos fase floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado, substrato gnaisse e calcário + NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico típico, textura arenosa e média, fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano, todos fase rochosa.

RLe29 - Ass. de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa, ambos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe30 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e léptico, textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico e vertissólico, textura média e argilosa, fase substrato biotita xisto-gnaisse, ambos A moderado e proeminente, fase relevo ondulado e forte ondulado, todos fase floresta subcaducifólia.

RLe31 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média cascalhenta, fase pedregosa e rochosa, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato gnaisse e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, textura média/argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, textura argilosa, ambos típicos e lépticos, A moderado e proeminente, fase relevo ondulado e forte ondulado, todos fase floresta subcaducifólia/caducifólia.

RLe32 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não) e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico e saprolítico, textura média (não cascalhenta e cascalhenta), fase substrato gnaisse e biotita xisto-gnaisse + Gr. Indif.: LUVISSOLO HÁPLICO e CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, todos fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo forte ondulado a montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RLe33 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário e CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico, textura média (cascalhenta), fase rochosa,

substrato gnaisse e biotita gnaisse + Gr. indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico, textura média (cascalhenta)/argilosa, ambos fase pedregosa, floresta caducifólia, relevo ondulado e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA. Proporção dos componentes: 60% + 20% + 20%.

NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos

RYve1 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico, textura arenosa/média e argilosa e NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico, textura arenosa/média, ambos típicos, gleissólicos e solódicos, fase floresta subcaducifólia e caducifólia de várzea, relevo plano, substrato sedimentos colúvioaluvionares.

RYve2 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico gleissólico e típico, textura média e argilosa/argilosa + GLEISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico neofluvissólico e típico, textura arenosa e média/argilosa e média, ambos fase campo higrófilo e hidrófilo de várzea, relevo plano.

RYve3 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico, textura arenosa/média e argilosa, fase relevo plano + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico, textura argilosa a muito argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, ambos típicos e solódicos, fase floresta subcaducifólia e caducifólia de várzea.

RYve4 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico, típico e solódico e NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico, ambos textura arenosa/média e argilosa + GLEISSOLO MELÂNICO Ta Eutrófico típico, vertissólico e solódico, A proeminente, todos fase floresta subcaducifólia e caducifólia de várzea, relevo plano.

NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Eutróficos

RYbe1 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico salino e típico, textura média/argilosa/arenosa, fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano.

RYbe2 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico salino e típico, textura média/arenosa/média, fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

RYbe3 - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico e Psamítico típico, textura média, fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/argilosa, fase floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

RYbe4 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Tb e Ta Eutrófico típico e solódico, textura arenosa/média e argilosa + CAMBISSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico típico, textura argilosa, fase substrato sedimentos coluvioaluvionares, ambos fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano.

RYbe5 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Tb e Ta Eutrófico gleissólico e típico, fase campo higrófilo e hidrófilo de várzea + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, gleissólico e típico, fase floresta subcaducifólia de várzea, ambos textura média e arenosa/argilosa, relevo plano.

RYbe6 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Tb e Ta Eutrófico gleissólico e típico, textura arenosa e média/argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, gleissólico, arênico e típico, textura arenosa e média/argilosa + GLEISSOLO HÁPLICO Ta e Tb Eutrófico típico e neofluvissólico, textura arenosa e média/argilosa e muito argilosa, todos fase campo higrófilo e hidrófilo de várzea, relevo plano.

RYbe7 - Ass. de: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico e solódico, textura arenosa e média, fase caatinga hipoxerófila de várzea, relevo plano + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/média e argilosa, relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, ambos fase pouco epipedregosa, caatinga hipoxerófila.

NEOSSOLOS FLÚVICOS Psamíticos

RYq - Ass. de: Gr. Indif.: NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico e Tb Eutrófico típico, textura arenosa/média e média, fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Psamíticos

RRq1 - Ass. de: NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico típico, textura arenosa, fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.

RRq2 - Ass. de: NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico léptico e típico, textura arenosa e média cascalhenta, fase endopedregosa, epipedregosa e não, floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

RRq3 - Ass. de: NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico típico, textura arenosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa, fase substrato granito e gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado.

RRq4 - Ass. de: NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico típico e léptico, textura arenosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico arênico e típico, textura arenosa (cascalhenta)/média e argilosa, ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado.

RRq5 - Ass. de: NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico típico e léptico, textura arenosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa, fase substrato granito e gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos

RQo1 - Ass. de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hiperespesso típico, textura arenosa, ambos fase floresta subperenifólia de restinga e cerrado subperenifólio, relevo.

RQo2 - Ass. de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico, textura arenosa/média, ambos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia/subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.

RQo3 - Ass. de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico espessarênico, arênico e endorredóxico, textura arenosa/média, ambos fase floresta subperenifólia, relevo suave ondulado.

RQo4 - Ass. de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico e Eutrófico típico, petroplíntico e léptico, textura arenosa e média/argilosa + ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico espessarênico, arênico e abrúptico, textura arenosa e média/argilosa, todos fase floresta subperenifólia/subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado.

RQo5 - Ass. de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico, fragipânico, arênico e espessarênico, textura arenosa e média/argilosa, A moderado e proeminente + LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico e típico, textura média, todos fase floresta subperenifólia/subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

RQo6 - Ass. de: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico e latossólico + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico espessarênico, arênico e endorredóxico, textura arenosa/média, ambos fase floresta subperenifólia, relevo suave ondulado + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico e neofluvissólico, textura arenosa/média e média, fase campo higrófilo de várzea, relevo plano.

NITOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos

NVe - Ass. de: NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, textura média/argilosa, fase pedregosa e não, ambos típicos e lépticos, fase relevo ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média cascalhenta, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado a montanhoso, substrato gnaisse e granito, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia/caducifólia.

PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos

SXe1 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico típico, textura arenosa/média e argilosa, fase epipedregosa e não, não rochosa e rochosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

SXe2 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico arênico e típico, textura arenosa/média e argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico endorredóxico e

plintossólico, textura arenosa e média/argilosa, ambos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

SXe3 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, espessarênico, arênico e plintossólico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico espessarênico, arênico, endorredóxico e plintossólico, todos A moderado e proeminente, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não, floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

SXe4 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico, arênico e típico, textura arenosa e média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase substrato gnaisse e granito, ambos fase pedregosa e rochosa e não, floresta subcaducifólia/subperenifólia, relevo plano a suave ondulado.

SXe5 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, todos fase floresta caducifólia/subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

SXe6 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/média e argilosa, fase ligeiramente epipedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média (cascalhenta e não), fase ligeiramente pedregosa, substrato gnaisse, ambos fase floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.

SXe7 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e suave ondulado.

SXe8 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, arênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, todos fase caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.

SXe9 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa, fase epipedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média (cascalhenta e não), fase pedregosa e não, substrato gnaisse e xisto, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

SXe10 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média (cascalhenta e não), fase substrato gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

SXe11 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura arenosa e média (pouco cascalhenta)/argilosa, fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média (pouco cascalhenta), fase pedregosa, substrato gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

SXe12 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura arenosa/média e argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, relevo forte ondulado, substrato gnaisse, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia.

SXe13 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico espessarênico e arênico + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico espessarênico, arênico e abrúptico, ambos textura arenosa/média e argilosa, fase não rochosa e rochosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

SXe14 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média e arenosa/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média e arenosa, fase não pedregosa e pedregosa, substrato gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado.

SXe15 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e solódico, arênico e espessarênico, textura arenosa/média e argilosa, fase epipedregosa, floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado + Gr. Indif.: NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico típico e solódico,

textura arenosa/média e NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico e típico, textura arenosa e média/argilosa, fase floresta caducifólia de várzea, relevo plano.

SXe16 - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico típico e arênico e PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico e Distrófico, solódico, típico e neofluvissólico, textura arenosa e média/argilosa, todos fase floresta caducifólia/subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

SXe17 - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, arênico e gleissólico e PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, arênico e gleissólico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.

SXe18 - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e arênico e PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, todos fase floresta subcaducifólia/caducifólia, relevo suave ondulado e plano.

SXe19 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, fase relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico e planossólico, fase relevo suave ondulado e ondulado, ambos textura arenosa e média/argilosa, fase epipedregosa e não + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico e léptico, textura argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, substrato biotita xisto, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila.

SXe19a - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase epipedregosa e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, ambos relevo plano e suave ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico e planossólico, textura arenosa e média/argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico e léptico, textura argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, substrato biotita xisto, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila.

SXe20 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e vertissólico, textura média/média e argilosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase substrato gnaisse, todos fase não pedregosa e pedregosa, floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado e plano.

SXe21 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, solódico, arênico e espessarênico, textura arenosa/argilosa, fase epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico e planossólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico e solódico, textura argilosa e muito argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, todos fase floresta caducifólia.

SXe22 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, típico e solódico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, suave ondulado e ondulado, substrato gnaisse e granito + ARGISSOLO VERMELHOAMARELO Eutrófico e Distrófico típico, abrúptico e léptico, textura arenosa e média/argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, todos A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

SXe23 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura arenosa e média/argilosa, fase não epipedregosa e epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média (cascalhenta), fase pedregosa, substrato gnaisse e xisto + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, fase epipedregosa, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

SXe24 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, solódico, arênico e espessarênico, textura arenosa/argilosa, fase epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse e granito + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico e planossólico, A moderado e proeminente, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado, todos fase floresta caducifólia.

SXe24a - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, solódico, arênico e espessarênico, textura arenosa/argilosa, fase epipedregosa, relevo plano e suave ondulado + Gr. Indif.: LUVISSOLO CRÔMICO e LUVISSOLO HÁPLICO, ambos Órticos vertissólicos e planossólicos, textura arenosa e média/argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse e granito, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila.

SXe25 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, típico e arênico, textura média e arenosa (cascalhenta e não)/média e argilosa, fase relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média e arenosa (cascalhenta e não), fase não pedregosa e pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado, substrato gnaisse + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e solódico, textura média/argilosa, fase não pedregosa e pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila.

SXe26 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico e solódico, arênico, textura arenosa/argilosa, fase epipedregosa, relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e forte ondulado, substrato gnaisse e granito, ambos fase floresta subcaducifólia + NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico típico e solódico, textura arenosa/média, fase floresta subcaducifólia de várzea, relevo plano.

SXe27 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura arenosa e média (cascalhenta e não)/argilosa, fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média (cascalhenta), fase pedregosa e rochosa, substrato gnaisse, ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado e ondulado +

AFLORAMENTOS DE ROCHA.

SXe28 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média e arenosa (cascalhenta e não)/média e argilosa, fase não epipedregosa e epipedregosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média (cascalhenta e não)/argilosa, fase não epipedregosa e epipedregosa + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico arênico, espessarênico e endorredóxico, textura arenosa/média e argilosa, todos fase floresta caducifólia/subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

SXe29 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, espessarênico, solódico e típico, textura arenosa e média/média e argilosa, fase pedregosa e não, relevo suave ondulado + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e AMARELO Distrófico e Eutrófico espessarênico, arênico e endorredóxico, textura arenosa/média e argilosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico e vertissólico, textura média/argilosa, fase não epipedregosa e epipedregosa, ambos relevo ondulado e suave ondulado, todos fase floresta caducifólia.

SXe30 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico espessarênico, espesso e solódico, fase endopedregosa e não, relevo plano e suave ondulado + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Eutrófico e Distrófico abrúptico, espessarênico, arênico e endorredóxico, textura arenosa e média/argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, relevo suave ondulado e ondulado, todos fase floresta subcaducifólia/caducifólia.

SXe31 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média e arenosa/média e argilosa, fase relevo plano e suave ondulado + Gr. Indif.: LUVISSOLO HÁPLICO e CRÔMICO Órtico típico, solódico e planossólico, textura média/argilosa, fase relevo ondulado e suave ondulado, ambos fase epipedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e não, relevo ondulado e suave ondulado, substrato gnaisse e granito, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila.

SXe32 - Ass. de: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média e arenosa (pouco cascalhenta)/argilosa, fase epipedregosa + Gr. Indif. LUVISSOLO CRÔMICO e HÁPLICO Órtico típico e planossólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média e arenosa (pouco cascalhenta), fase pedregosa, substrato gnaisse, todos fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

SXe33 - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, solódico, arênico e espessarênico, textura arenosa/argilosa, fase epipedregosa, relevo plano e suave ondulado e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado, substrato gnaisse e granito + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico e planossólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico vertissólico

e léptico, textura argilosa (cascalhenta), fase substrato biotita xistognaisse, relevo suave ondulado e ondulado, todos fase floresta caducifólia.

SXe34 – Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, solódico, arênico e espessarênico, textura arenosa/argilosa, fase epipedregosa, relevo plano e suave ondulado e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado, substrato gnaisse e granito + CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, vertissólico e léptico, textura argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado, substrato biotita xisto-gnaisse + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico e solódico, textura argilosa e muito argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, todos fase floresta caducifólia.

SXe35 - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico, solódico, arênico e espessarênico e PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico e arênico, textura arenosa/argilosa e média, fase epipedregosa, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e ondulado, substrato gnaisse e granito + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico e planossólico, textura média/argilosa, fase epipedregosa e não, relevo suave ondulado e ondulado, todos fase floresta caducifólia.

SXe36 - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, arênico e típico e PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico arênico e típico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito + LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico e solódico, textura arenosa e média/argilosa, todos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.

SXe37 - Ass. de: Gr. Indif.: PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, arênico e típico e PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico e arênico, textura arenosa e média/argilosa, fase endopedregosa e não + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura arenosa e média, fase pedregosa e não, substrato gnaisse e granito, ambos fase floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico e solódico, textura média e arenosa /argilosa, fase caatinga de várzea, relevo plano.

<u>PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários</u>

FFc1 - Ass. de: PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico, textura arenosa e média/argilosa (cascalhenta e não), fase endopedregosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico e típico, textura média, ambos A proeminente e moderado, fase floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano.

FFc2 - Ass. de: PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico, fase relevo ondulado e forte ondulado + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico e ARGISSOLO AMARELO Distrófico, fase relevo suave ondulado e ondulado, ambos abrúpticos fragipânicos, plintossólicos e petroplínticos, textura arenosa/média e argilosa, A moderado e proeminente, fase floresta subcaducifólia.

PLINTOSSOLOS ARGILÚVICOS Eutróficos

FTe1 - Ass. de: PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico arênico abrúptico e típico + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e plintossólico, ambos textura arenosa e média/argilosa, fase caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado.

FTe2 - Ass. de: PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico arênico abrúptico e típico + Gr. Indif.: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO Eutrófico arênico, plintossólico e típico, ambos textura arenosa e média/argilosa, fase não pedregosa e pedregosa, caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, relevo suave ondulado.

VERTISSOLOS HÁPLICOS Órticos

VXo - Ass. de: VERTISSOLO HÁPLICO Órtico solódico e gleissólico, textura argilosa e muito argilosa, A moderado e proeminente, fase epipedregosa e não, floresta caducifólia e caducifólia de várzea, relevo plano e suave ondulado.

SOLOS DE MANGUE

SM - Ass. de: SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUE, textura arenosa/média e média, fase floresta perenifólia de mangue, relevo plano.

Proporção dos componentes: 100%.

2) Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes nas áreas fora da área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas

GJo GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sálico solódico indiscriminada A moderado plano.

LAd3 LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico média A moderado plano

NVe1 NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico argilosa A moderado ondulado, forte ondulado e montanhoso.

NVe3 NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico argilosa A moderado ondulado, forte ondulado e montanhoso + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico média/argilosa A proeminente ondulado e forte ondulado + CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico.

PACd2 ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico fragipânico arenosa/média A moderado plano + ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico típico arenosa A moderado plano + ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico média A moderado plano.

PAd1 ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico arenosa/média A moderado plano e suave ondulado.

PAd2 ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico plintossólico média/argilosa A moderado suave ondulado e ondulado.

PAdx1 ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso abrúptico, fragipânico, típico média/argilosa A proeminente álico plano e suave ondulado + ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso abrúptico, fragipânico, típico média/argilosa A proeminente álico plano.

PAdx4 ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso plintossólico arenosa/média A moderado suave ondulado + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico arenosa A moderado plano + ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico típico arenosa A moderado plano e suave ondulado.

PVAe2 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico média/argilosa A proeminente ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico média A moderado não álico pedregosa ondulado.

PVAe3 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico média/argilosa A moderado suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico média A moderado não álico ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico.

PVAe4 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico média/argilosa A proeminente ondulado e forte ondulado + CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico saprolítico média A chernozêmico forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.

PVe13 ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico média/argilosa A moderado forte ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico típico média A chernozêmico pedregosa rochosa forte ondulado e montanhoso.

PVe15 ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e saprolítico média/argilosa A proeminente não álico ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico média e argilosa A moderado não álico rochosa ondulado e suave ondulado.

PVe5 ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrúptico arenosa/média A moderado suave ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico arenosa/média A moderado suave ondulado e ondulado.

RLe15 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico arenosa e média A moderado não álico pedregosa rochosa forte ondulado e montanhoso erodida + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico saprolítico média/argilosa A moderado ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.

RLe19 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário arenosa e média A moderado não álico pedregosa forte ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHAS + NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico arenosa A moderado suave ondulado.

RLe2 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico média A moderado não álico pedregosa rochosa suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico arenosa/média A moderado suave ondulado e plano.

RLe21 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário arenosa e média A moderado não álico pedregosa rochosa suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico arenosa/média e arenosa/argilosa A moderado suave ondulado.

RLe5 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico média A moderado não álico pedregosa rochosa forte ondulado e montanhoso erodida + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico planossólico média/argilosa A moderado ondulado e forte ondulado.

RLe9 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário média e arenosa A moderado não álico pedregosa suave ondulado e ondulado + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico média/argilosa A moderado suave ondulado.

RQo4 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico arenosa A moderado plano + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico típico arenosa A moderado plano.

RQo7 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico arenosa A moderado plano + ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico típico arenosa A moderado plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico média A moderado plano.

RRd NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico arenosa A moderado suave ondulado e ondulado.

RRe2 NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico arenosa A moderado suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário arenosa e média A moderado não álico ondulado e suave ondulado.

RYve1 NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico indiscriminada A moderado plano.

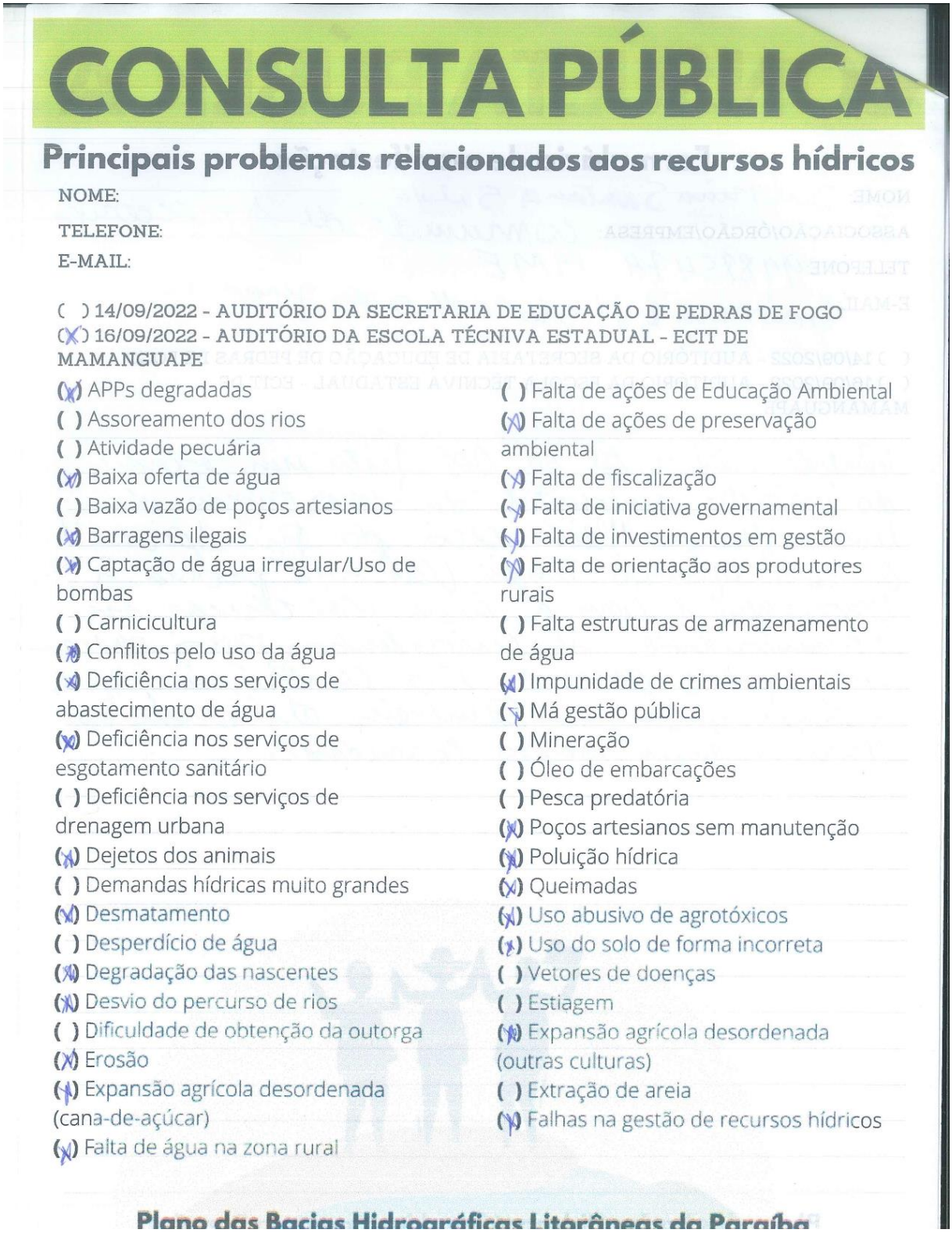
SNo1 PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico arenosa/média A moderado plano e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário arenosa e média A moderado não álico pedregosa rochosa suave ondulado.

Anexo III - Atributos das unidades de mapeamento de solos, classes de terra e o respectivo potencial geral para irrigação da área de influência do Canal das Vertentes

Unidade de mapeamento	Proporção de componentes	Classe de terra	Potencial para irrigação	Área (km²)
LVd	100	2HY	Muito alto	3,53
PAd7	100	2HY	Muito alto	65,04
PVe1	100	2GZ	Muito alto	1,04
PVe16	80-20	2ZG+6ZW	Muito alto	97,00
PVe17	80-20	1+3WV	Muito alto	23,33
PVe18	80-20	2ZG+3WV	Muito alto	28,39
PVe2	80-20	1+2GZ	Muito alto	16,24
PVe29	50-30-20	1+2HY+4ZW	Muito alto	30,95
PVe3	60-40	1+2PZ	Muito alto	10,02
PVe33	60-20-20	2PZ+4WZ+1	Muito alto	8,50
PVe8	55-45	2GZ+1	Muito alto	13,93
RYbe4	80-20	2DZ+1	Muito alto	31,32
RYve4	40-35-25	2WD+2DZ+3IV	Muito alto	31,40
			Subtotal	360,70
CXbe1	45-35-20	2ZG+6ZP+2DZ	Alto	3,53
CYbe	60-40	2DZ+3ED	Alto	10,17
FTe1	50-50	3WV+2WZ	Alto	8,14
GXvd	50-50	2WD+3SW	Alto	16,56
LVAd1	60-40	2IH+3IV	Alto	2,85
LVAd2	55-45	2IH+3IV	Alto	2,51
LVe	60-40	1+4IV	Alto	1,83
PAd1	70+30	2HY+3IV	Alto	3,90
PAd11	50-50	2HY+3IV	Alto	70,50
PAd13	50-50	2HY+3IV	Alto	71,23
PAd15	50-30-20	2HY+4IV+3IV	Alto	13,30
PAd18	45-30-25	3IV+1+2HY	Alto	59,81
PAd6	65-35	2HY+3IV	Alto	4,29
PAdx	50-50	3IV+2HY	Alto	1,68
PVAd2	50-50	2HY+3IV	Alto	3,97
PVAe5	40-30-30	2HY+2WD+6ZW	Alto	4,28
PVe11	50-50	2GZ+4GZ	Alto	2,57
PVe12	70-30	2GZ+6ZV	Alto	10,13
PVe20	60-40	2GZ+4GZ	Alto	10,84
PVe21	60-40	1+3PG	Alto	2,02
PVe22	70-30	2PZ+3PW	Alto	6,22

Unidade de mapeamento	Proporção de componentes	Classe de terra	Potencial para irrigação	Área (km²)
PVe26	40-40-20	1+6ZW+2HY	Alto	11,77
PVe27	35-35-30	1+2GH+3IV	Alto	16,67
PVe30	40-30-30	1+2ZK+6ZW	Alto	9,38
PVe32	45-35-20	2PZ+4ZW+2DZ	Alto	3,92
PVe4	70-30	1+3IV	Alto	0,97
PVe7	50-30-20	2GZ+3ZG+1	Alto	31,55
RYbe3	50-30-20	2DZ+3IV+6ZW	Alto	3,13
RYbe5	55-45	2WD+6ZW	Alto	6,92

Anexo IV – Formulários de contribuição da Primeira Consulta Pública



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
( ) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
( ) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
(X) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: OTONIEL P. DE ALENCAR

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: CAGEPA

TELEFONE: (83) 98876-0418

E-MAIL: OTONIEL@cagepa.pb.gov.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: OTONIEL P. ALENCAR
TELEFONE: (83) 98876-0418
E-MAIL: otoniel@cagepa.pb.gov.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
( ) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Wallace Medeiros de Oliveira

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: CAGEPA

TELEFONE: 98752 3448

E-MAIL: wallaceoliveira@cagepa.pb.gov.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
( ) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Francisco Sonse de moura

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: FUNAI

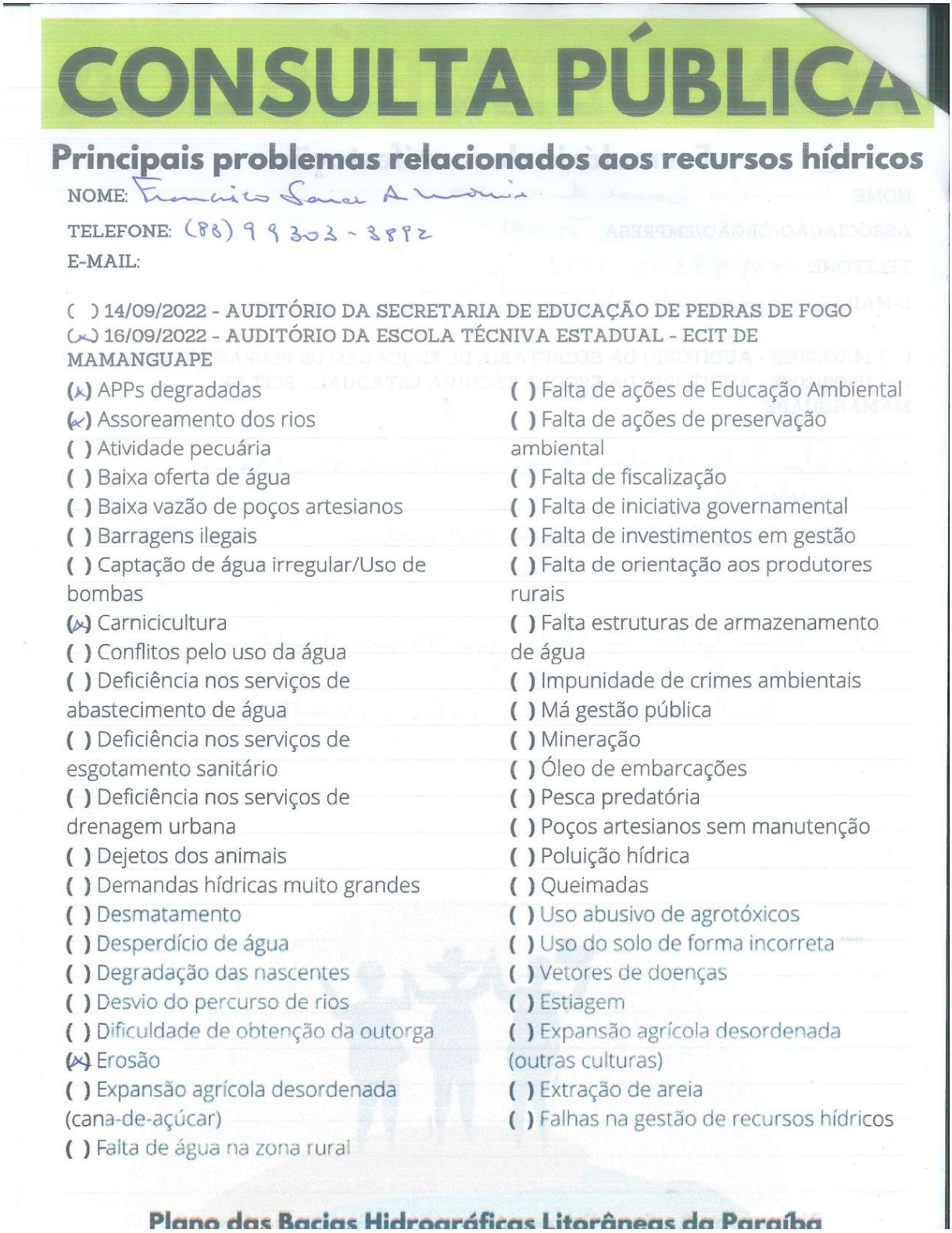
TELEFONE: (88) 99303-3892

E-MAIL: mouriesanse@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(x) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(1) Qualidade da água em Terras Indígenas Excelente?
1- Ponto(s) de coleta e análise
2- Dados da análise

(2) Plano Gestor de R.H. em Terras Indígenas
- Existe iniciativa?
- Existe alguma ideia sobre o assunto?



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Francisco Sales A [illegible]

TELEFONE: (88) 99302-3892

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(x) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(x) APPs degradadas
(x) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
(x) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(x) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: EIDY SIMÕES DE SOUZA

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: EMPAER

TELEFONE: 9 9371 - 44 40

E-MAIL: eidysimoes@yahoo.com.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

OS PROBLEMAS SÃO MUITOS, ENTRETANTO O IMPORTANTE É A UNIÃO COM TODOS ENVOLVIDOS E SERMOS ATUANTES EM AÇÕES QUE POSSIBILITEM UM MELHOR USO DOS RECURSOS HÍDRICOS.

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

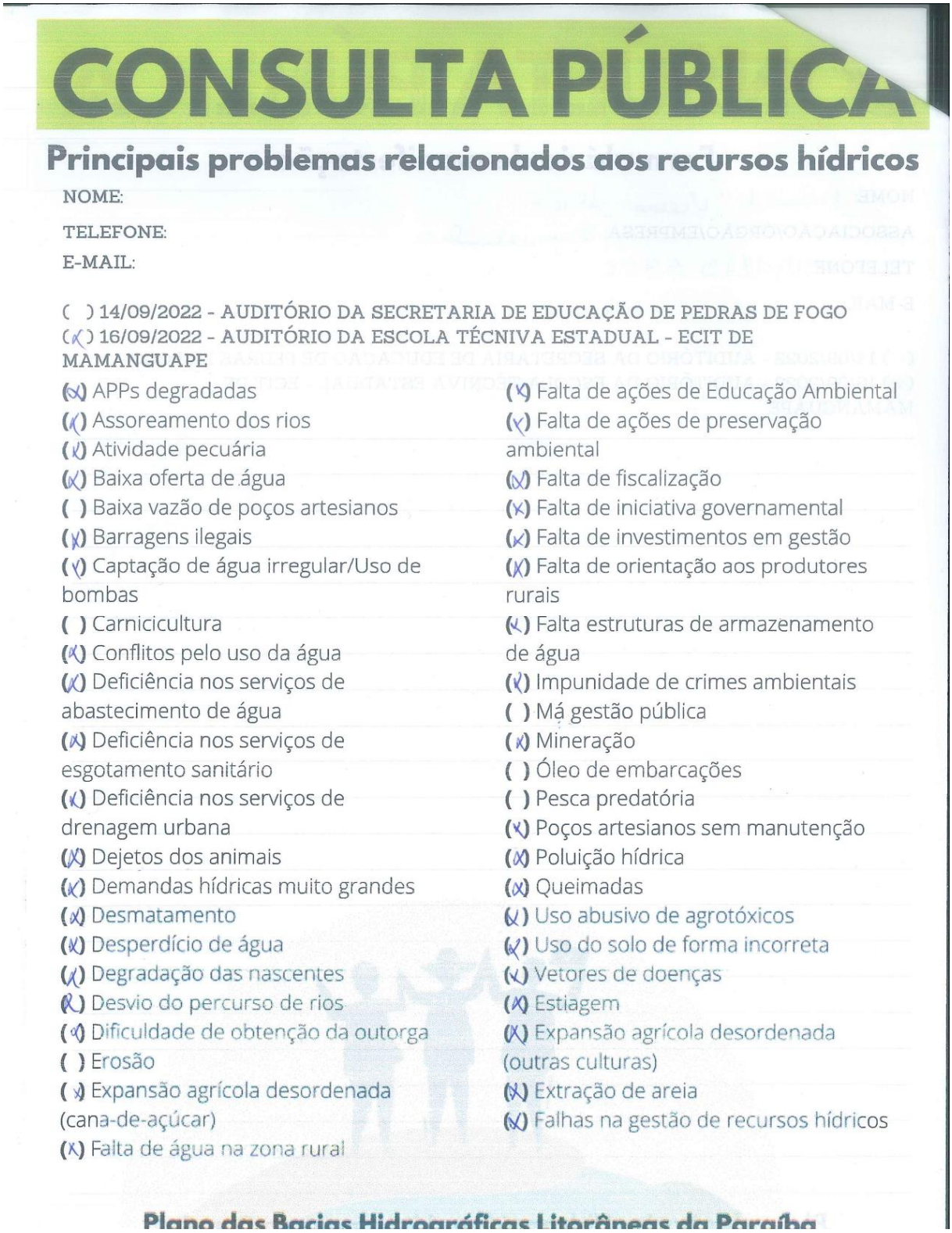
TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
(X) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
(X) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos
(X) PRESERVAÇÃO DAS NASCENTES

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
(X) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
(X) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
(X) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
(X) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
(X) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
( ) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Mª do Livramento Barbalho

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
(X) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
(X) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
(X) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
(X) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
(X) Má gestão pública
(X) Mineração
(X) Óleo de embarcações
(X) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
(X) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Whalamys Lourenço de Araújo

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: Prefeitura Municipal de Mamanguape.

TELEFONE: 83 98708-7491

E-MAIL: WHALAMYS@HOTMAIL.COM

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

A comunidade está ansiosa pela chegada das águas, portanto sugerimos celeridade no andamento das obras da adutora Acauã - Araçagi.

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Whalamys Bourenço de Araujo

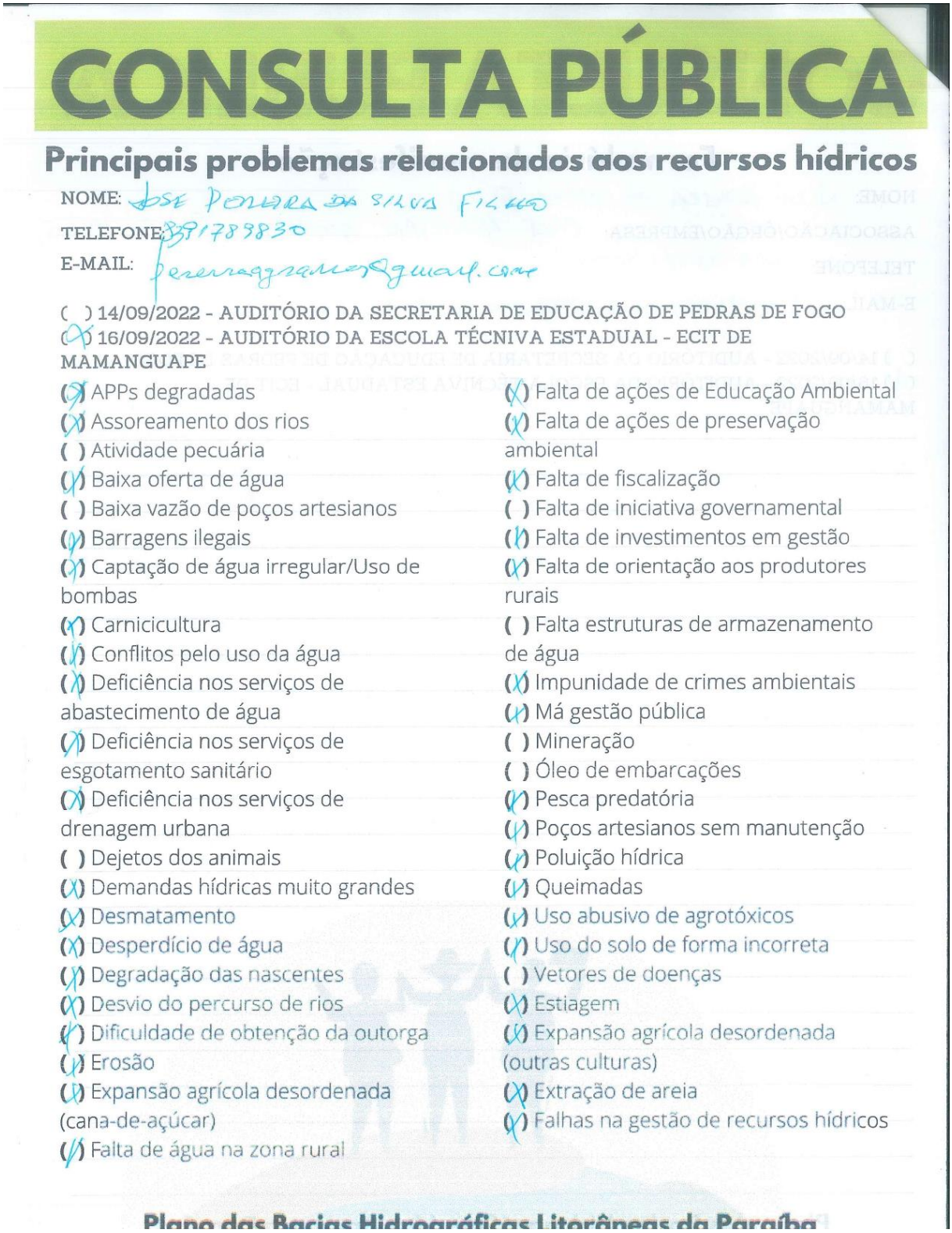
TELEFONE: 83 98708-7491

E-MAIL: WHALAMYS@HOTMAIL.COM

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

- [X] APPs degradadas
- [X] Assoreamento dos rios
- [ ] Atividade pecuária
- [X] Baixa oferta de água
- [X] Baixa vazão de poços artesianos
- [X] Barragens ilegais
- [X] Captação de água irregular/Uso de bombas
- [ ] Carnicicultura
- [X] Conflitos pelo uso da água
- [X] Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- [X] Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- [X] Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- [ ] Dejetos dos animais
- [X] Demandas hídricas muito grandes
- [X] Desmatamento
- [X] Desperdício de água
- [X] Degradação das nascentes
- [ ] Desvio do percurso de rios
- [X] Dificuldade de obtenção da outorga
- [ ] Erosão
- [X] Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
- [X] Falta de água na zona rural
- [X] Falta de ações de Educação Ambiental
- [X] Falta de ações de preservação ambiental
- [X] Falta de fiscalização
- [X] Falta de iniciativa governamental
- [X] Falta de investimentos em gestão
- [ ] Falta de orientação aos produtores rurais
- [X] Falta estruturas de armazenamento de água
- [X] Impunidade de crimes ambientais
- [ ] Má gestão pública
- [ ] Mineração
- [ ] Óleo de embarcações
- [ ] Pesca predatória
- [ ] Poços artesianos sem manutenção
- [X] Poluição hídrica
- [X] Queimadas
- [X] Uso abusivo de agrotóxicos
- [X] Uso do solo de forma incorreta
- [ ] Vetores de doenças
- [ ] Estiagem
- [ ] Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
- [ ] Extração de areia
- [X] Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: JOSÉ PEREIRA DA SILVA FILHO

TELEFONE: 83 91789830

E-MAIL: pereiragrarias@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
(X) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
(X) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
(X) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Denise da Silva Vieira

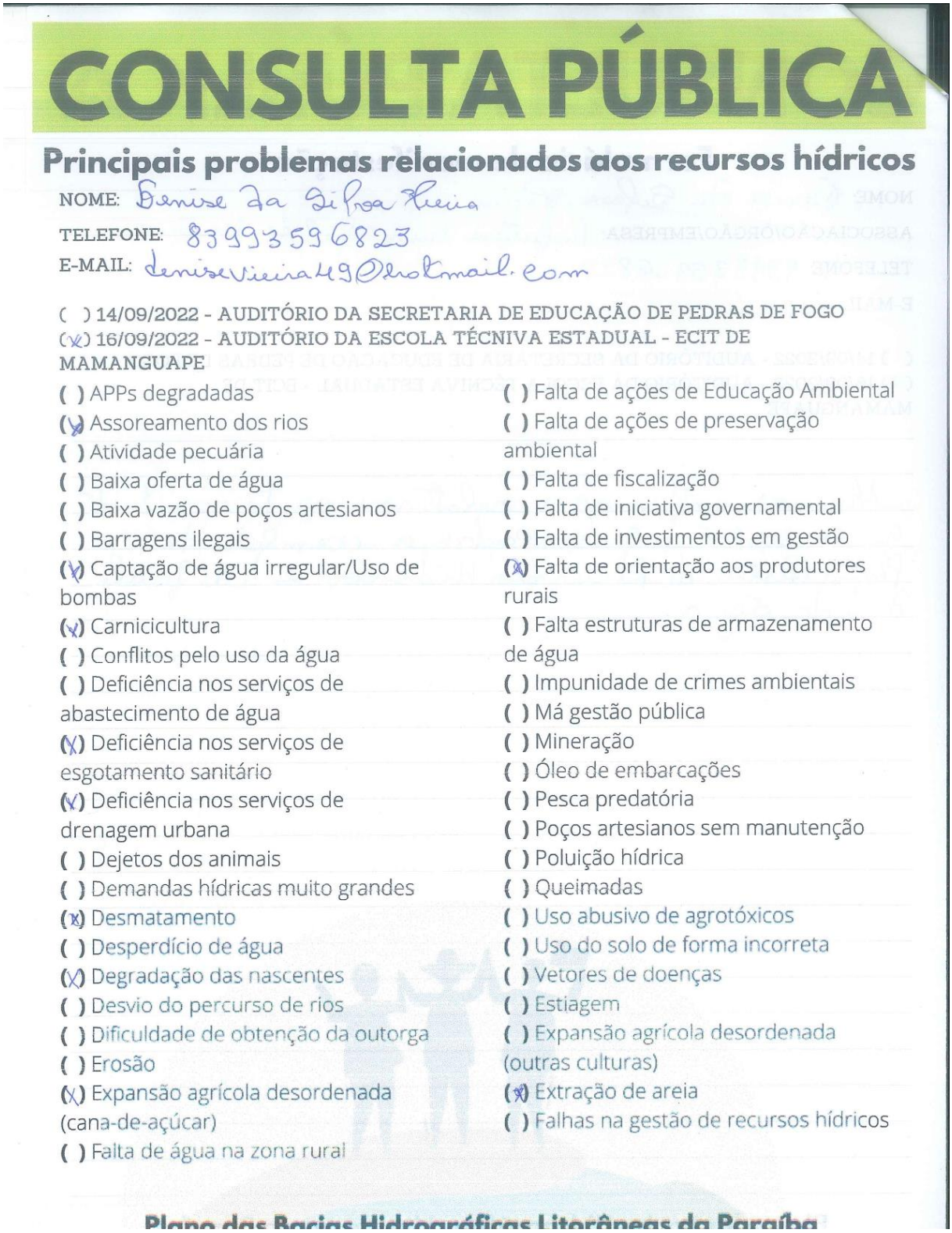
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: Prefeitura Municipal de Marcação

TELEFONE: 83993359-6823

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Algumas informações relativas as Terras Indígenas estão equivocadas, a exemplo de Plano Gestor de Recursos Hídricos e A Qualidade da água.



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Denise da Silva Vieira
TELEFONE: 83993596823
E-MAIL: deniseVieira49@hotmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
( ) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Pedro Crisóstomo Alves Freire

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: AESA

TELEFONE: 988391864

E-MAIL: pedrocafmin@aesa.pb.gov.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

- Sugiro que seja revista a situação de uso na Bacia do Mamanguape, mais precisamente na região de Barranqueira, Pirpirituba, Belém, Guaribira, passando de muito crítico para crítico, haja vista os aportes dos últimos meses terem mudado o volume dos reservatórios da região

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Pedro Paiva

TELEFONE: 83 988391804

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
(X) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Danilo Maciel

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: SINDALCOOL

TELEFONE: 83 98837-8091

E-MAIL: danilo@miriri.com.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Com relação a delimitação das áreas Indígenas e de Proteção Integral, se faz necessário que seja realizada uma delimitação mais precisa para uma correta classificação das águas, uma vez que pelo que foi apresentado está sendo considerado área indígena todo leste nas Bacias do rio Mamanguape e Camaratuba, no entanto as áreas de pretenções indígenas se restringem ao norte do Rio Mamanguape. Essa mesma análise deve ser feita para a área da REBIO.

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
( ) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Gemerson Farias da Costa

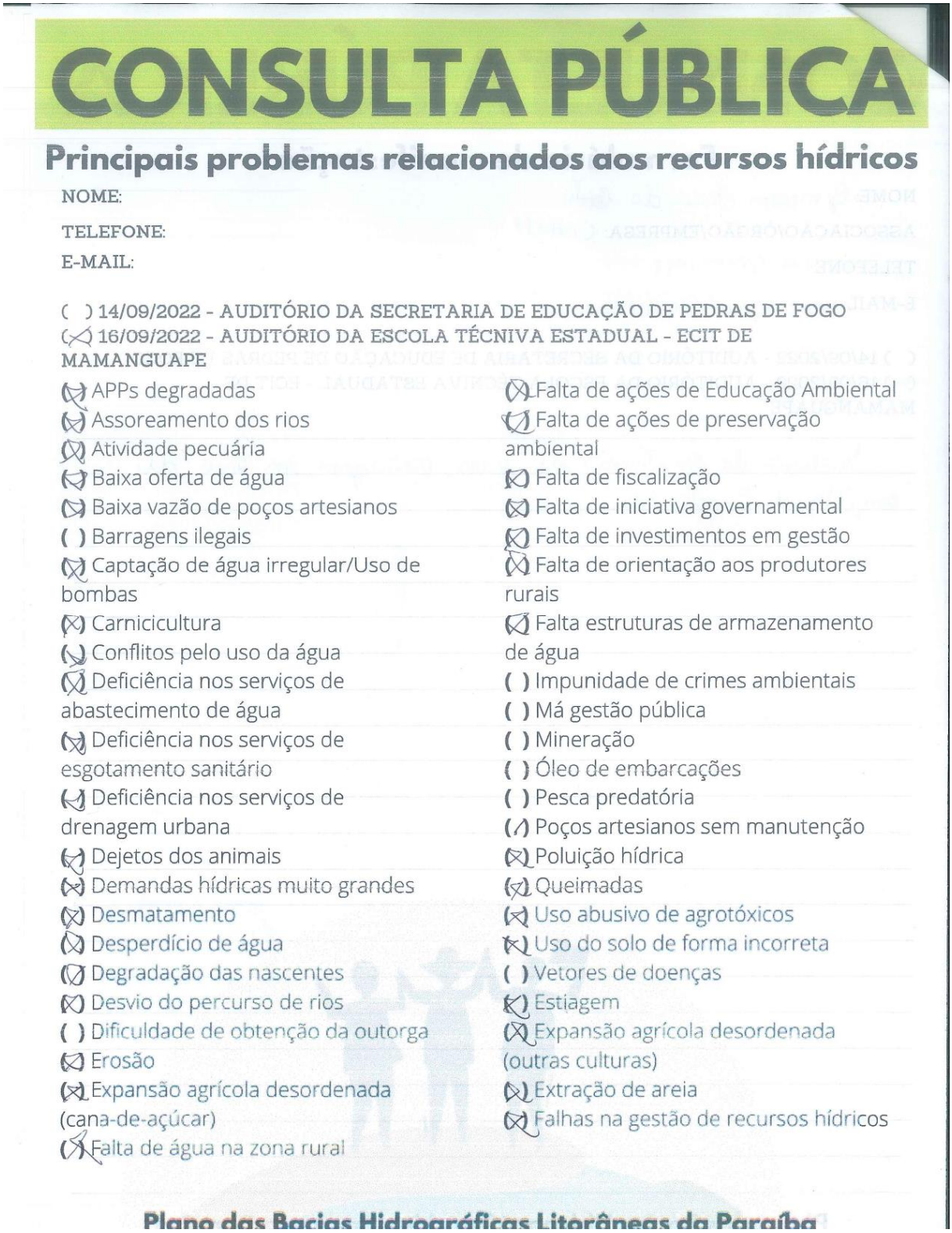
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: CBH-LN

TELEFONE: (83) 98880-7995

E-MAIL: gemersonfcosta@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Inclusão da construção de uma barragem na área de conflito de Cerrolinho.



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
(X) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
(X) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
(X) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Maria das Dores Ribeiro Amarias

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: STTR Mamanguape PB

TELEFONE: (83) 99308 4327 e Zap 83 60506 83

E-MAIL: str.mamanguape@hotmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Muito boa esse evento
a gente volta sabendo muitas coisas
obrigado pelo convite
Valeu mesmo AESA
espero para cada vez melhores
mais
parabens estrutor mandou bem
para sua equipe tambem

espero ter contribuido

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
( ) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
( ) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
(X) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: PROF. LUIZ TADEU DIAS MEDEIROS

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: GTPAUA/ADUFPB e PROJETO COOPERAR/PB (GRUPO TRABALHO POLÍTICAS AGRÁRIA, URBANA E AMBIENTAL)

TELEFONE: (83) 98812 5725

E-MAIL: tadeu.mdl@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

- Revisar o baixo uso de água pra consumo d'agua pelos humanos.
- Referencia a questão de existência de esgotamento sanitario (no diagnóstico fala a possibilidade de contaminação dos corpos d'agua)
- Informação sobre o controle de águas das transposição de bacias pela possibilidade de aumento de uso para produção agrícola (expansão agricola desordenado) (CANAL DAS VERTENTES LITORÂNEAS)
- Outros pontos a abordar:- Conflito de uso d'agua
  - Educação Ambiental
  - Poluição Hidrica
  - Extração de areia
  - Carcinicultura
  - Monitoramento de qualidade da agua (questão de esgotos e defensivos agricolas)
  - Armazenamento
  - Qualidade e uso dos poços existentes

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Prof. Luiz Isaden Dias Medeiros
TELEFONE: (83) 98812 5725
E-MAIL: taelen.mdl@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
( ) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Elaine Cristina Santos Pereira da Silva

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: 88FM Prof. Luiz Aprígio

TELEFONE: (83) 99195-0448

E-MAIL: elaine.silva@professor.pb.gov.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Muito pertinente e produtiva a apresentação das informações sobre a gestão das Bacias do Litoral Norte. Para além da gestão no uso adequado da água, no sentido da conservação, se faz necessário, que as próximas ações contemplem a capacitação dos ribeirinhos no sentido de proporcionar a eles a geração de renda para eles a partir do uso equilibrado desses recursos com relação a educação ambiental e o turismo ambiental, com destaque para a comunidade de Curralinho, a qual tenho um pouco mais de conhecimento local.

Outro ponto importante de ser revisado é a questão do esgotamento sanitário inadequado.

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Elaine Cristina Santos Pereira da Silva

TELEFONE: (83) 99195-0448

E-MAIL: elaine.silva@professor.pb.gov.br

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
(X) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
(X) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: Raquel Figueiredo do Nascimento
TELEFONE: Kaynna Kathanny Dantas de Souza
E-MAIL: (83) 99126-0300
raquel.figueiredo.rf51@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
(X) Baixa oferta de água
(X) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
(X) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
(X) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
(X) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: FREDDY A. RIVERA

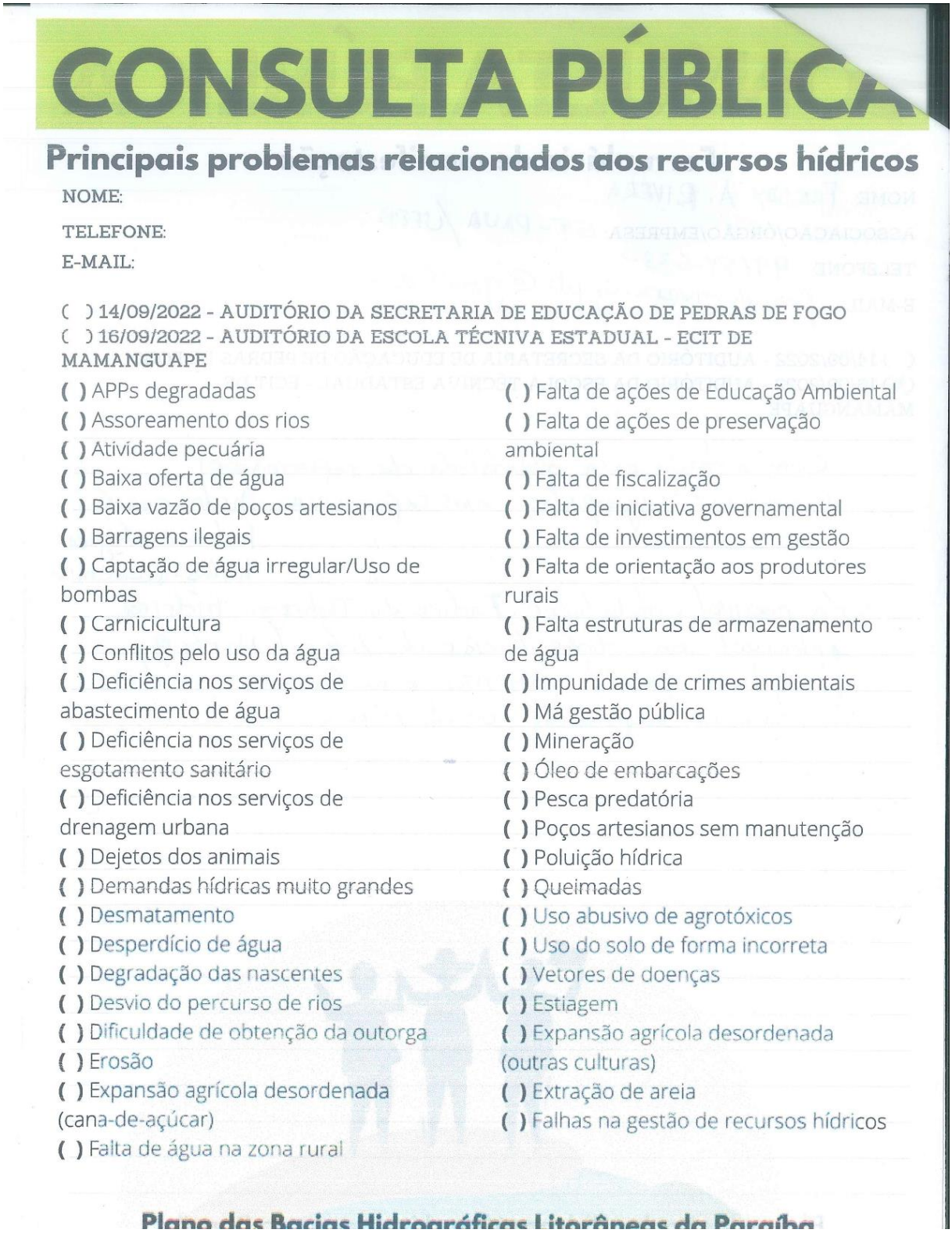
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: GT-PAUA /UFPB

TELEFONE: 99184-6330

E-MAIL: freddyrivera.ufpb@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Com a toda essa quantidade de informações basicamente agrupadas em: Informação hidro social
" hidro-Ecologica
" hidro-economica
Seria possivel estabelecer Indice de Pobreza hídrica aplicavel nas três bacias do Litoral Norte, principalmente para ZONEAMENTO e outras areas em vias de seca ~~ou~~ degradação ou de risco.



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
( ) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Paulo Roberto Palhano Silva

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA:

TELEFONE: (84) 99938814

E-MAIL: ppalhano1@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(x) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

a) DESPEJOS DE AGROTOXICOS;
b) PROTEGER AS NASCENTES;
c) MONITORAR A CONDIÇÃO;
d) EDUCAÇÃO AMBIENTAL SISTEMATIZADA E SEQUENCIADA NAS ESCOLAS E COMUNIDADES PROXIMAS AS ÁREAS SENSIVEIS.

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
(X) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Maria Aparecida Sena da Cruz
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: Associação comunitária de Jaraguá
TELEFONE: (83) 98709-1966
E-MAIL: ProfacidaSenna@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Na atualidade da aldeia Jaraguá localizada no Município de Rio Tinto - Pb. Podemos afirmar que a mesma se encontra com uma grande demanda de Problemas, que afetam direta e indiretamente uma População que vivem e buscam um meio de Sobrevivência naquela localidade. Hoje nossas nascentes, rios, maré, cacimba e outros estão sendo afetados com os impactos ambientais causados por erosões, desmatamentos e portes chuvas.

A exemplo da moçoroca que cresce a cada dia e vem contribuindo com a destruição do ambiente em sua volta. Hoje nosso mângue que é também um meio de Sobrevivência de muitas famílias, está morrendo com um grande e assustador aterramento que mata os Peixes, caranguejos, custaços e outras especies.

Obs: Precisamos de ajuda!

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
(X) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
(X) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
(X) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
(X) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
(X) Falta de água na zona rural
( ) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
(X) Falta estruturas de armazenamento de água
(X) Impunidade de crimes ambientais
(X) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
(X) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
(X) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
(X) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
( ) Poluição hídrica
( ) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Escola Estadual José Wilson de Albuquerque

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: Órgão

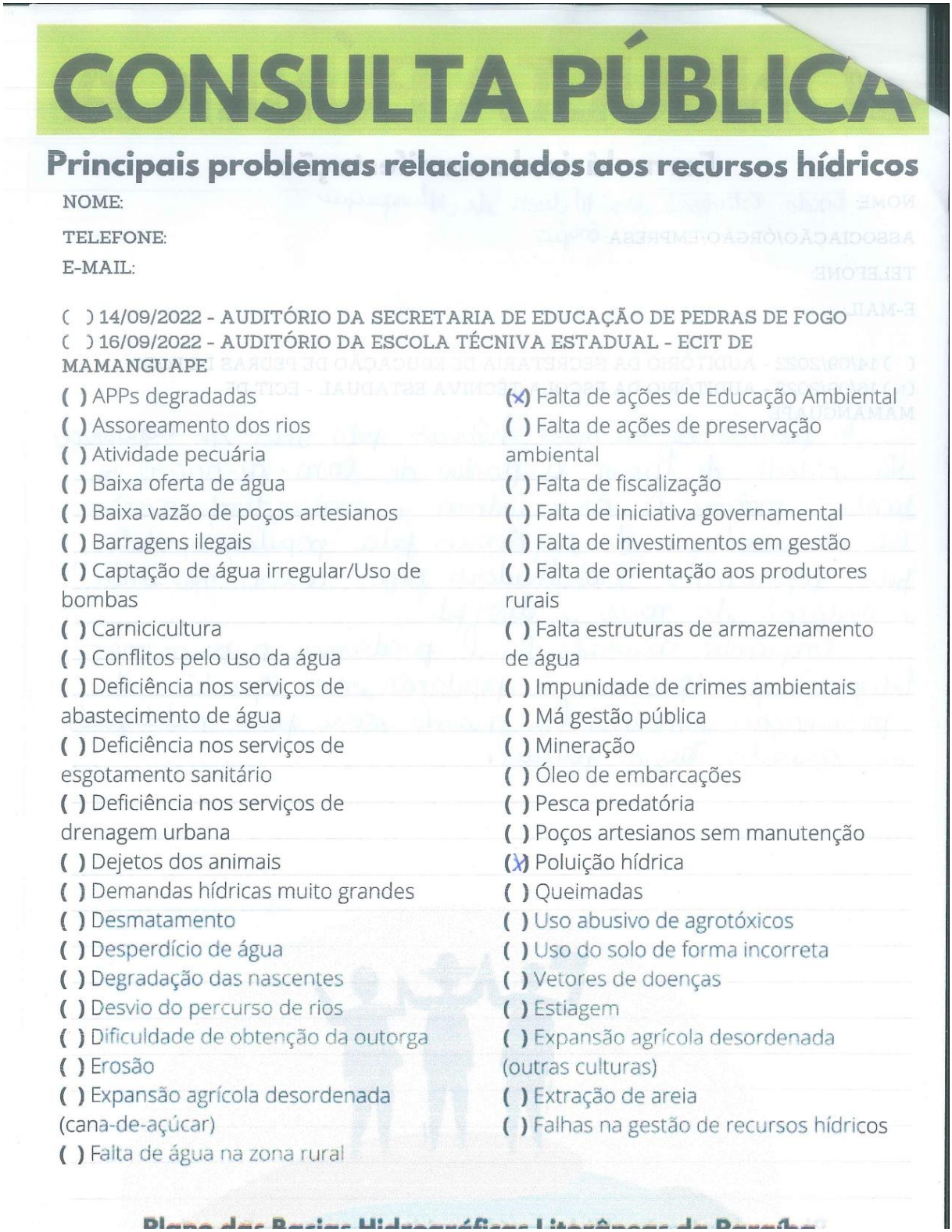
TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(x) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

A poluição de recursos hídricos pelo uso de agrotóxico na cidade de Lapim o plantio de cana-de-açúcar se localiza próximo a área urbana e escolar, tendo ocorrência da inalação do agrotóxico pela população, relatos pela população e Trabalhadores como coceira nos olhos e irritação do nariz e ~~olhos~~ pele.

Enquanto sociedade Civil percebemos a pouca mobilização das empresas e população nas questões de preservação ambiental e quando ocorre pouca mobilização no quesito água potável.



CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

( ) APPs degradadas
( ) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
( ) Barragens ilegais
( ) Captação de água irregular/Uso de bombas
( ) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
( ) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
( ) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
( ) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
( ) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
( ) Desmatamento
( ) Desperdício de água
( ) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
( ) Dificuldade de obtenção da outorga
( ) Erosão
( ) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
( ) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
( ) Falta de iniciativa governamental
( ) Falta de investimentos em gestão
( ) Falta de orientação aos produtores rurais
( ) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
( ) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
( ) Queimadas
( ) Uso abusivo de agrotóxicos
( ) Uso do solo de forma incorreta
( ) Vetores de doenças
( ) Estiagem
( ) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
( ) Extração de areia
( ) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas do Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: EZEQUIEL FIRMINO DA SILVA
TELEFONE: (83) 99421 2921
E-MAIL: ezequielfirmino@HOTMAIL.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
(X) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

(X) APPs degradadas
(X) Assoreamento dos rios
( ) Atividade pecuária
( ) Baixa oferta de água
( ) Baixa vazão de poços artesianos
(X) Barragens ilegais
(X) Captação de água irregular/Uso de bombas
(X) Carnicicultura
( ) Conflitos pelo uso da água
(X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
(X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
(X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
(X) Dejetos dos animais
( ) Demandas hídricas muito grandes
(X) Desmatamento
(X) Desperdício de água
(X) Degradação das nascentes
( ) Desvio do percurso de rios
(X) Dificuldade de obtenção da outorga
(X) Erosão
(X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
( ) Falta de água na zona rural
(X) Falta de ações de Educação Ambiental
(X) Falta de ações de preservação ambiental
( ) Falta de fiscalização
(X) Falta de iniciativa governamental
(X) Falta de investimentos em gestão
(X) Falta de orientação aos produtores rurais
(X) Falta estruturas de armazenamento de água
( ) Impunidade de crimes ambientais
( ) Má gestão pública
( ) Mineração
( ) Óleo de embarcações
( ) Pesca predatória
(X) Poços artesianos sem manutenção
(X) Poluição hídrica
(X) Queimadas
(X) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Uso do solo de forma incorreta
(X) Vetores de doenças
(X) Estiagem
(X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
(X) Extração de areia
(X) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: Sabrina Santana Silva

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: Comunidade de Stapecerica

TELEFONE: 99885474 MME

E-MAIL: Sabrina@lionede4.0@gmail.com

( ) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
( ) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Bueno Sabor se já foi feito um estudo do impacto ambiental da construção da barragem no leito seco do Rio Stapecerica? E com quanto tempo vai está pronta a barragem e com a água vai chegar na comunidade de Curralinho. pois sabemos que o percurso é o contrário que a água segue, e também até onde vai chega a água nessa comunidade.