



**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA**

**RF – RELATÓRIO FINAL:
CONSOLIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DE RECURSOS
HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA**

MAIO / 2019

Revisão 01 – Dezembro /2019

Revisão 02 – Junho / 2020

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA**

**RF – RELATÓRIO FINAL:
CONSOLIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DE RECURSOS HÍDRICOS
DA BACIA DO RIO PARNAÍBA**

MAIO / 2019

Revisão 01 – Dezembro /2019

Revisão 02 – Junho / 2020



Rio Parnaíba. Município de Araiões/MA.
Foto: Consórcio Nascente a Foz (2018)

RELAÇÃO DE AUTORIDADES E COLABORADORES – DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARNAÍBA

Jair Messias Bolsonaro

Presidente da República

Gustavo Henrique Rigodanzo Canuto

Ministro de Estado do Desenvolvimento Regional

Marcelo Andrade Moreira Pinto

Presidente da Codevasf

Fábio André Freire Miranda

Diretor da Área de Revitalização de Bacias Hidrográficas

Luís Napoleão Casado Arnaud Neto

Diretor da Área de Gestão dos Empreendimentos de Irrigação

Sérgio Luiz Soares Souza Costa

Diretor da Área de Desenvolvimento Integrado e Infraestrutura

Superintendentes Regionais

7ª SR: **Inaldo Pereira Guerra Neto**

8ª SR: **João Francisco Jones Fortes Braga**

Decisões nº 1522/2017, nº 1565/2017, nº 2027/2017, nº 800/2018, nº 669/2019, nº 1024/2019
e nº 1258/2019

Equipe Técnica da Codevasf:

Arielle Marie Matos Monteiro

Aristóteles Fernandes de Mello

Camilo Cavalcante de Souza

Daniel Ricardo Borges de Oliveira

Fabício de Sousa Líbano

José Orlando Soares de Oliveira

Leila Lopes da Mota

Lúcio Mauro Batista Aveiro

Márcio Adalberto Andrade

Maximiliano Saraiva Arcoverde

Talita Salomão de Oliveira Valença

Catálogo na fonte

Relatório final: diagnóstico da situação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba / Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. _ Brasília: CODEVASF, 2020.

501 p.

Elaborado em decorrência de contrato firmado entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba e o Consórcio Nascente à Foz, formado pelas empresas Beck de Souza Engenharia Ltda e MPB Saneamento Ltda.

1. Recursos Hídricos. 2. Bacia Rio Parnaíba. 3. Relatório. I. Título. II. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	20
LISTA DE SIGLAS	24
1. INTRODUÇÃO	28
1.1. IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	30
1.2. PRODUTOS APRESENTADOS E ATIVIDADES RELACIONADAS	31
2. ÁREA DE ESTUDO E LOCALIZAÇÃO	32
3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	37
3.1. RECURSOS HÍDRICOS	37
3.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS	40
3.2.1. <i>Precipitação</i>	41
3.2.2. <i>Evaporação</i>	44
3.2.3. <i>Temperatura</i>	46
3.3. GEOLOGIA	48
3.4. HIDROGEOLOGIA	57
3.5. DECLIVIDADE E HIPSOMETRIA	73
3.6. PEDOLOGIA	76
3.7. ÁREAS SUSCETÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO	84
3.8. ÁREAS DESMATADAS	89
4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO	92
4.1. FLORA	92
4.2. FAUNA	99
4.2.1. <i>Fauna Aquática</i>	99
4.2.2. <i>Fauna Terrestre</i>	102
4.3. ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI	112
4.3.1. <i>Áreas de Preservação Permanente</i>	112
4.3.2. <i>Unidades de conservação na BHRP</i>	113
5. CARACTERIZAÇÃO SOCIECONÔMICA E CULTURAL	115
5.1. HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO	115
5.2. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	116
5.3. ATIVIDADES ECONÔMICAS E POLARIZAÇÃO REGIONAL	118
5.4. USO DO SOLO	134

5.5. SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA	152
6. PANORAMA DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BHRP	161
6.1. ATORES DA BACIA.....	161
6.2. PLANOS E PROGRAMAS RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS NA BHRP	165
6.3. LEVANTAMENTO DE GRANDES PROJETOS COM INFLUÊNCIA NA BHRP	168
6.4. CARACTERIZAÇÃO POLÍTICA, LEGAL E INSTITUCIONAL	172
6.4.1. <i>Política Urbana</i>	175
6.5. RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO	181
6.5.1. <i>Reconhecimento de Campo</i>	181
6.5.2. <i>Pesquisa Semiestruturada</i>	203
7. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS	227
7.1. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS.....	227
7.1.1. <i>Águas Superficiais</i>	227
7.1.2. <i>Águas Subterrâneas</i>	249
7.2. DEMANDAS HÍDRICAS (USOS MÚLTIPLOS)	279
7.2.1. <i>Usos Consuntivos</i>	279
7.2.2. <i>Usos Não Consuntivos</i>	289
7.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS	315
7.3.1. <i>Qualidade das Águas Superficiais</i>	315
7.3.2. <i>Qualidade das Águas Subterrâneas</i>	357
7.4. FONTES DE POLUIÇÃO.....	368
7.4.1. <i>Fontes Pontuais</i>	368
7.4.2. <i>Fontes Difusas</i>	375
7.5. BALANÇOS HÍDRICOS.....	384
7.5.1. <i>Balanço Hídrico Superficial</i>	385
7.5.2. <i>Balanço Integrado das Águas Superficiais e Subterrâneas</i>	409
7.5.3. <i>Síntese do Balanço Hídrico e Quadro Diagnóstico</i>	414
8. PORTFÓLIO DE AÇÕES PRIORITÁRIAS	419
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	422
10. APÊNDICES.....	443
10.1. CARACTERIZAÇÃO INDIVIDUALIZADA DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO HIDROLÓGICO (UPHS)	443
10.1.1. <i>UPH do Balsas</i>	445
10.1.2. <i>UPH do Alto Parnaíba</i>	449
10.1.3. <i>UPH da Boa Esperança</i>	453
10.1.4. <i>UPH do Gurguéia</i>	458
10.1.5. <i>UPH do Itaueiras</i>	463
10.1.6. <i>UPH do Canindé</i>	467
10.1.7. <i>UPH do Médio Parnaíba</i>	477
10.1.8. <i>UPH do Poti</i>	482

10.1.9. UPH do Longá.....	489
10.1.10. UPH do Baixo Parnaíba	495
10.2. CADERNO DE MAPAS	500
11. ANEXOS.....	500
11.1. ANEXO A	500
11.2. ANEXO B	500
11.3. ANEXO C	500
11.4. ANEXO D	500
11.5. ANEXO E	500
11.6. ANEXO F	500
12. EQUIPE TÉCNICA	501

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura analítica do projeto e panorama de andamento.	29
Figura 2. Principais produtos do trabalho e conteúdo de cada produto.	31
Figura 3. Perfil populacional dos municípios da BHRP.	33
Figura 4. Localização da BHRP e Unidades de Planejamento Propostas	36
Figura 5. Mapa da Hidrografia da BHRP	39
Figura 6. Precipitação média mensal no período de 1971 – 1990.	41
Figura 7. Mapa de isoietas da BHRP.	43
Figura 8. Balanço hídrico normal mensal no período de 1971 – 1990.	45
Figura 9. Extrato do balanço hídrico mensal no período de 1971 – 1990.	46
Figura 10. Temperatura média mensal no período de 1971 – 1990.	47
Figura 11. Mapa da Geologia da BHRP.	55
Figura 12. Amostra da legenda do mapa geológico da bacia do Parnaíba.....	56
Figura 13. Percentual de ocupação dos domínios hidrogeológicos na UPHs.....	57
Figura 14. Domínios hidrogeológicos da BHRP.	58
Figura 15. Extensão da produtividade hídrica aflorante da BHRP.	59
Figura 16. Produtividade hidroestratigráfica aflorante da BHRP.	60
Figura 17. Diagrama estratigráfico da Bacia do Parnaíba. As formações com aquíferos são as de coloração amarela que indicam rochas granulares areníticas.....	62
Figura 18. Sistemas aquíferos presentes na BHRP categorizados quanto o domínio hidrogeológico.	65
Figura 19. Perfil geológico da Bacia do Parnaíba no transecto do Rio Parnaíba até São Raimundo Nonato – Piauí.....	67
Figura 20. Espessura média dos aquíferos aflorantes.	68
Figura 21. Permeabilidade do solo e curvas pluviométricas.	70
Figura 22. Seção geológica BHRP.....	71
Figura 23. Mapa geológico e fluxo das águas subterrâneas.	72
Figura 24. Declividade da BHRP.....	74
Figura 25. Hipsometria da BHRP.	75
Figura 26. Solos da BHRP.....	77
Figura 27. Pedologia da BHRP.....	81

Figura 28. Amostra da legenda do mapa de pedologia.....	82
Figura 29. Amostra da legenda do mapa de pedologia (continuação).....	83
Figura 30. Áreas Suscetíveis a Desertificação.....	85
Figura 31. Número de registros de seca e estiagem por ano nos municípios da BHRP entre 1980 e 2016.....	86
Figura 32. Número de registros de seca e estiagem por mês nos municípios da BHRP entre 1980 e 2016.....	86
Figura 33. Número de ocorrências registradas de seca e estiagem por municípios por UPHs entre 1980 e 2016.....	87
Figura 34. Espacialização dos registros de seca e estiagem na BHRP entre 1980 e 2016..	88
Figura 35. Áreas desmatadas na BHRP.....	89
Figura 36. Distribuição Percentual das Áreas Desmatas por UPH.	90
Figura 37: Desmatamento na bacia hidrográfica do rio Parnaíba.	91
Figura 38. Mapa de Biomas da BHRP.....	93
Figura 39. Representação das Formações da Cobertura Vegetal presente na BHRP.	94
Figura 40. <i>Anadenanthera colubrina</i>	96
Figura 41. <i>Copaifera langsdorffii</i>	96
Figura 42. <i>Commiphora leptophloeos</i>	96
Figura 43. <i>Combretum leprosum</i>	96
Figura 44. <i>Trachypogon spicatus</i>	97
Figura 45. <i>Tristachya inflexa</i>	97
Figura 46. <i>Canavalia rósea</i>	98
Figura 47. <i>Laguncularia racemosa</i>	98
Figura 48. <i>Pistia stratiotes</i>	98
Figura 49. <i>Caulerpa cupressoides var. lycopodium</i>	98
Figura 50. <i>Pygocentrus</i> sp. (piranha).	101
Figura 51. <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (pintado).	101
Figura 52. <i>Helicops leopardinus</i>	103
Figura 53. <i>Eunectes murinus</i>	103
Figura 54. <i>Helicops leopardinus</i>	104
Figura 55. <i>Eunectes murinus</i>	104
Figura 56. <i>Crypturellus noctivagus</i>	106
Figura 57. <i>Calidris pusilla</i>	106

Figura 58. <i>Egretta thula</i>	108
Figura 59. <i>Nannopterum brasilianus</i>	108
Figura 60. <i>Leopardus wiedii</i>	109
Figura 61. <i>Panthera onca</i>	109
Figura 62. <i>Chrysocyon brachyurus</i>	109
Figura 63. <i>Speothos venaticus</i>	109
Figura 64. <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	110
Figura 65. <i>Procyon cancrivorus</i>	110
Figura 66. Unidades de Conservação na BHRP.....	114
Figura 67. Linha do tempo do histórico de ocupação e desenvolvimento da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.....	116
Figura 68. Evolução da população total, urbana e rural da BHRP (1970 – 2010).....	117
Figura 69. Histórico do Produto Interno Bruto per capita na região da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.....	119
Figura 70. Ocupação por tipo de atividade – proporção no total (2015).....	119
Figura 71. Representatividade da UPH na composição do PIB na BHRP.....	120
Figura 72. Representatividade das UPHs para os diferentes segmentos na composição do PIB, com base no valor adicionado bruto a preços concorrentes (R\$ 1.000).....	121
Figura 73. Composição do PIB nas UPH, com base no valor adicionado bruto a preços concorrentes (R\$ 1.000).....	122
Figura 74. Evolução da área plantada na BHRP em hectares.....	123
Figura 75. Área plantada total da BHRP (2017).....	123
Figura 76. Área plantada por município das principais culturas (2017).....	125
Figura 77. Áreas plantadas por municípios dos principais cultivos na BHRP.....	126
Figura 78. Mapa de Polarização Regional da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.....	133
Figura 79. Áreas das diferentes classes de uso do solo e cobertura da terra.....	134
Figura 80. Distribuição percentual das categorias de uso de solo por UPH.....	138
Figura 81. Uso do Solo e cobertura da terra 2016.....	139
Figura 82. Dinâmica do uso do solo no período de 2000 a 2016.....	140
Figura 83. Dinâmica do uso do solo por UPH no período de 2000 a 2010.....	142
Figura 84. Evolução da expansão agrícola e perda da cobertura vegetal para UPHs que registram maior expansão agrícola - Alto Parnaíba (a), Balsas (b), Boa Esperança (c).....	145
Figura 85. Relação entre as classes de uso do solo e registro fotográfico do sobrevoo por UPH.....	151

Figura 86: Mapa da Situação dos Planos Municipais de Saneamento Básico nas Unidades de Planejamento Hídrico (SNIS 2015).....	153
Figura 87. Cobertura de rede de esgotos nos municípios da BHRP (2015).	155
Figura 88. Cobertura de abastecimento de água nos municípios da BHRP (2015).....	156
Figura 89. Cobertura de coleta de resíduos sólidos nos municípios da BHRP (2015).....	157
Figura 90. Internações por Diarreia e gastroenterite origem infecciosa presumível de janeiro a novembro de 2018.	159
Figura 91. Ocorrências de internações municipais por DRSAI.X Plano Municipal de Saneamento Básico.....	160
Figura 92. Mapeamento dos planos e legislações municipais urbanas (2014; 2015).	178
Figura 93. Mapeamento dos planos e legislações municipais relacionadas ao meio ambiente (2015).	180
Figura 94. Número da amostra por estado.....	182
Figura 95. Resultados do questionário do reconhecimento de campo.....	184
Figura 96. Registro Fotográfico Lago Barragem do Batalhão (a) Lago Barragem Carnaubal.	191
Figura 97. Programa Lagoa do Norte.....	193
Figura 98. Composição da amostra quanto ao uso.....	203
Figura 99. Resultados do questionário da pesquisa semiestruturada.....	211
Figura 100. Programa água para todos CODEVASF.....	218
Figura 101. Municípios contemplados pelo programa Água para Todos- CODEVASF.	219
Figura 102. Respostas sobre a percepção sobre a existência de conflitos pelo uso da água e problemas de qualidade.	224
Figura 103. Distribuição da vazão quanto ao uso das águas subterrâneas.....	226
Figura 104. Vazões de lançamentos.	226
Figura 105. Fluxograma das etapas de determinação das disponibilidades hídricas superficiais.....	228
Figura 106. Rede de pontos fluviais definidos para a regionalização de vazões e correspondentes áreas incrementais.....	232
Figura 107. Disponibilidade hídrica Q95 (m ³ /s) mensal.....	244
Figura 108. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.	244
Figura 109. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 mensais considerando as UPHs.....	244
Figura 110. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 mensais considerando as UPHs.....	244

Figura 111. Disponibilidade hídrica Q95 (m ³ /s) diária.	245
Figura 112. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.	245
Figura 113. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 diárias considerando as UPHs.....	245
Figura 114. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 diárias considerando as UPHs.....	245
Figura 115. Disponibilidade hídrica Q90 (m ³ /s) mensal.....	246
Figura 116. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 mensais considerando a BHRP como um todo.	246
Figura 117. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 mensais considerando as UPHs.....	246
Figura 118. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 mensais considerando as UPHs.	246
Figura 119. Disponibilidade hídrica Q90 (m ³ /s) diária.	247
Figura 120. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 diárias considerando a BHRP como um todo.	247
Figura 121. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 diárias considerando as UPHs.....	247
Figura 122. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 diárias considerando as UPHs.....	247
Figura 123. Disponibilidade hídrica Qmlt (m ³ /s).	248
Figura 124. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões médias de longo termo considerando a BHRP como um todo.....	248
Figura 125. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões médias de longo termo considerando as UPHs.	248
Figura 126. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões médias de longo termo considerando as UPHs.....	248
Figura 127. Quantidade de poços por classe inventariados na BHRP.....	250
Figura 128. Poços em operação classificados quanto a natureza.	252
Figura 129. Quantidade de poços quanto a natureza.	253
Figura 130. Quantidade de poços por UPH.....	253
Figura 131. Distribuição dos poços classificados quanto a condição de armazenamento..	255
Figura 132. Quantidade de poços segundo a condição de armazenamento por Sistema Aquifero.	256
Figura 133. Quantidade de poços quanto à classe de uso.	257

Figura 134. Representação dos usos da água subterrânea em vazão outorgada (m ³ /d). ..	258
Figura 135. Classificação da produtividade dos poços com base nos valores de capacidade específica.....	259
Figura 136. Espacialização da Capacidade Específica dos poços.	261
Figura 137. Capacidade Específica dos poços em função das profundidades nos diferentes sistemas aquíferos.....	265
Figura 138. Representatividade das UPHs na vazão de retirada total na BHRP.....	279
Figura 139. Distribuição percentual das vazões de retirada, quanto aos diferentes usos na BHRP.....	280
Figura 140. Distribuição percentual das vazões de retirada, quanto aos diferentes usos nas UPH – (a) irrigação; (b) Humano; (c) criação animal; (d) industrial; (e) mineração.....	281
Figura 141. Vazões de retirada uso humano nos ottotrechos e por UPHs.	282
Figura 142. Vazões de retirada uso para criação animal nos ottotrechos e por UPHs.	282
Figura 143. Vazões de retirada uso para irrigação nos ottotrechos e por UPHs.	283
Figura 144. Vazões de retirada uso industrial nos ottotrechos e por UPHs.....	283
Figura 145. Vazões de retirada uso para mineração nos ottotrechos e por UPHs.	284
Figura 146. Síntese das demandas, vazões de retirada total, representatividade das UPHs, e composição da retirada total por UPH.....	286
Figura 147. Análise de sazonalidade da demanda total na BHRP.....	287
Figura 148. Análise de sazonalidade da demanda por tipo de uso na BHRP – (a) Humano, (b) Criação Animal, (c) Irrigação, (d) Industrial e (e) Mineração..	288
Figura 149. Reservatório da UHE Boa Esperança.....	290
Figura 150. Detalhe do Vertedouro da UHE Boa Esperança.....	290
Figura 151. Aproveitamentos Hidrelétricos na Bacia do Parnaíba.....	294
Figura 152. Principais espécies cultivadas na aquicultura da BHRP.....	297
Figura 153. Distribuição da produção aquícola nas UPHs (2017).....	298
Figura 154. Tanques escavados no município de Floriano.....	299
Figura 155. Tanques rede no município de Piracuruca.....	299
Figura 156. Hidrovia do Parnaíba.....	305
Figura 157. Áreas de influência da hidrovia do Parnaíba.....	307
Figura 158. Polos turísticos relacionados aos usos não consuntivos da água.....	311
Figura 159. Usos não consuntivos da água quanto ao uso ecológico.....	314
Figura 160. Rede de monitoramento da qualidade da água.....	317
Figura 161. Pontos de monitoramento utilizados na caracterização da qualidade da água na BHRP.....	319

Figura 162. Síntese da composição dos pontos que configuram o diagnóstico da BHRP..	320
Figura 163. Valores de IQA médio do período de 2010 a 2018 nos pontos de monitoramento da BHRP.....	325
Figura 164. Frequência da classificação do IET.....	327
Figura 165. IET médios do período de 2010 a 2018 na BHRP.	329
Figura 166. Síntese dos parâmetros de qualidade de água categorizados nas classes de qualidade CONAMA 357 associado aos valores de IQA por ponto.....	332
Figura 167. Valores médios de dureza.....	336
Figura 168. Valores médios de OD registrados por UPH classificados quanto as classes de qualidade de água na resolução CONAMA 357/95.....	338
Figura 169. Valores médios de OD para o período de 2010-2018 por ponto classificados quanto as classes de qualidade de água na resolução CONAMA 357/95.....	339
Figura 170. Permanência de OD nas diferentes classes dos pontos analisados.....	342
Figura 171. Frequência do enquadramento da qualidade da água Condutividade Elétrica por UPH.	344
Figura 172. Frequência do enquadramento da qualidade da água Turbidez por UPH.	344
Figura 173. Localização das estações fluviométricas com dados sedimentométricos.....	345
Figura 174. Concentração média de sedimentos em suspensão por estação.....	347
Figura 175. Produção (carga) média de sedimentos em suspensão por estação.	347
Figura 176. Produtividade (carga específica) média de sedimentos em suspensão por estação.	347
Figura 177. Classificação da concentração de sedimentos em suspensão por UPH.	348
Figura 178. Graduação da produtividade (carga específica) de sedimentos em suspensão nas UPHs da Bacia do Parnaíba.....	349
Figura 179. Valores médios de coliformes fecais e pontos de lançamento de esgotos domésticos.....	351
Figura 180. Internações por Diarreia e gastroenterite origem infecciosa presumível de janeiro a novembro de 2018.....	352
Figura 181. Ocorrências de internações municipais por DRSAI.	354
Figura 182. Risco de salinização em relação a área plantada.....	356
Figura 183. Valores médios de condutividade elétrica nas UPHs da BHRP.....	361
Figura 184. Valores médios de condutividade elétrica das águas subterrâneas da BHRP.	362
Figura 185. Tipos químicos das águas subterrâneas na BHRP (dados geoespaciais: IBGE, 2013).....	366
Figura 186. Panorama geral dos índices de coleta e tratamento da BHRP.....	368

Figura 187. Carga Remanescente de DBO por sede municipal, população urbana (2015) por UPH, carga remanescente total por UPH e distribuição percentual na composição da carga total na BHRP.	372
Figura 188. Carga Remanescente de P por sede municipal, população urbana (2015) por UPH, carga remanescente total por UPH e distribuição percentual na composição da carga total na BHRP	373
Figura 189. Distribuição percentual das categorias de unidades de tratamento / destinação final de resíduos.	374
Figura 190. Contribuição percentual da carga de fósforo e nitrogênio total de origem difusa pelas UPHs.	378
Figura 191. Composição percentual da carga de fósforo na UPH.	379
Figura 192. Composição percentual da carga de nitrogênio na UPH.	379
Figura 193. Contribuição por UPH na composição da carga total por uso do solo – (a) Agricultura; (b) Pastagem / Criação Animal; (c) Área Urbana.	381
Figura 194. Estimativa da carga de fosforo total de origem difusa por município.	382
Figura 195. Estimativa da carga de nitrogênio total de origem difusa por município.	383
Figura 196. Quantidade de (otto)trechos por Unidade de Planejamento.	385
Figura 197. Mapa do balanço quantitativo para demandas totais com Q95 mensais.	388
Figura 198. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.....	388
Figura 199. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 mensais considerando as UPHs.	388
Figura 200. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas totais com Q95 mensais, considerando as UPHs.	388
Figura 201. Mapa do balanço quantitativo para demandas prioritárias com Q95 mensais.	389
Figura 202. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.....	389
Figura 203. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 mensais considerando as UPHs.	389
Figura 204. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas prioritárias com Q95 mensais, considerando as UPHs. ...	389
Figura 205. Mapa do balanço quantitativo para demandas totais com Q95 diárias.....	390
Figura 206. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.	390
Figura 207. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 diárias considerando as UPHs.	390

Figura 208. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas totais com Q95 diárias considerando as UPHs.	390
Figura 209. Mapa do balanço quantitativo para demandas prioritárias com Q95 diárias....	391
Figura 210. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.....	391
Figura 211. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 diárias considerando as UPHs.	391
Figura 212. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas prioritárias com Q95 diárias considerando as UPHs.	391
Figura 213. Mapa do balanço quantitativo para o trimestre de maior demanda com Q95 mensais.	393
Figura 214. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.....	393
Figura 215. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 mensais considerando as UPHs.	393
Figura 216. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço do trimestre de maior demanda com Q95 mensais considerando as UPHs.	393
Figura 217. Mapa do balanço quantitativo para o trimestre de maior demanda com Q95 diárias.	394
Figura 218. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.	394
Figura 219. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 diárias considerando as UPHs.	394
Figura 220. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço do trimestre de maior demanda com Q95 diárias considerando as UPHs.	394
Figura 221. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 diária – Cenário 1...	399
Figura 222. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 mensal – Cenário 1.	399
Figura 223. Quantidade percentual de ottobacias nas diferentes classificações do ICA com distintas vazões de referência - Q95diária e Q95 mensal.	400
Figura 224. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 diária – Cenário 1...	401
Figura 225. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 mensal – Cenário 1.	401
Figura 226. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 diária) – Cenário 1.....	403
Figura 227. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 mensal) – Cenário 1.....	403
Figura 228. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 diária – Cenário 2...	405

Figura 229. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 mensal – Cenário 2.	405
Figura 230. Percentual de ottobacias nas diferentes classificações da capacidade de assimilação - Q95diária e Q95 mensal.....	406
Figura 231. Extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação - Q95diária e Q95 mensal.....	406
Figura 232. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 diária) – Cenário 2.....	408
Figura 233. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 mensal) – Cenário 2.....	408
Figura 234. Localização da BHRP e Unidades de Planejamento Hidrológico (UPHs).....	444
Figura 235. UPH do Balsas no contexto da BHRP.....	447
Figura 236. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Balsas. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	448
Figura 237 - UPH do Alto Parnaíba no contexto da BHRP	451
Figura 238. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Alto Parnaíba. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	452
Figura 239 - UPH da Boa Esperança no contexto da BHRP.....	456
Figura 240. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico da Boa Esperança. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	457
Figura 241 - UPH do Gurguéia no contexto da BHRP	461
Figura 242. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Gurguéia. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	462
Figura 243 - UPH do Itaueiras no contexto da BHRP	465
Figura 244. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Itaueiras. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	466
Figura 245 - UPH do Canindé no contexto da BHRP.....	474
Figura 246. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Canindé. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	475
Figura 247. Relação de Municípios pertencentes a UPH do Canindé	476
Figura 248 - UPH do Médio Parnaíba no contexto da BHRP.....	480
Figura 249. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Médio Parnaíba. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	481
Figura 250 - UPH do Poti no contexto da BHRP	487
Figura 251. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Poti. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	488
Figura 252 - UPH do Longá no contexto da BHRP	493

Figura 253. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Longá. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	494
Figura 254 - UPH do Baixo Parnaíba no contexto da BHRP.....	498
Figura 255. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Baixo Parnaíba. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.....	499

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição da Área da BHRP por estado integrante	32
Tabela 2. Divisão da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba em Unidades de Planejamento Hidrológico.....	35
Tabela 3. Características dos principais tributários do rio Parnaíba.	37
Tabela 4. Síntese dos aspectos geológicos do Baixo Parnaíba.....	48
Tabela 5. Síntese dos aspectos geológicos do Médio Parnaíba.....	50
Tabela 6. Síntese dos aspectos geológicos do Alto Parnaíba.	54
Tabela 7. Sistema aquíferos presentes na BHRP.....	63
Tabela 8. Área do sistema aquífero inserido na UPH e o percentual de ocupação em relação a área total da respectiva UPH.....	66
Tabela 9. Solos da BHRP.....	76
Tabela 10. Quantificação das áreas desmatadas na BHRP, por bioma e Unidade de Planejamento.....	90
Tabela 11. Formações da Cobertura Vegetal presente na BHRP.....	94
Tabela 12. Status de Ameaça das espécies da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.....	95
Tabela 13. Répteis ameaçados de extinção registrados para a região da BHRP.....	104
Tabela 14. Espécies da avifauna ameaçadas de extinção ocorrentes na região da BHRP.....	106
Tabela 15. Espécies da mastofauna da região da BHRP ameaçadas de extinção.	111
Tabela 16. Áreas de Preservação Permanente.....	113
Tabela 17. Área das Unidades de Conservação por Região Fisiográfica.	113
Tabela 18. Principais indicadores de distribuição da população.	118
Tabela 19. PIB per capita em relação aos PIB Estadual na região da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (2015)	130
Tabela 20. Áreas de abrangência por classes de uso.....	146
Tabela 21. Número de municípios com Plano Municipal de Saneamento Básico (2016). ..	152
Tabela 22. Índices de atendimento urbano dos serviços de saneamento (2015).	154
Tabela 23. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH.	158
Tabela 24. Comitês Estaduais da Bacia.....	164
Tabela 25. Situação dos planos estaduais de recursos hídricos e dos planos diretores de recursos hídricos.	165
Tabela 26. Aproveitamentos Hidrelétricos – AHEs na região hidrográfica do rio Parnaíba.....	170

Tabela 27. Perímetro Irrigado na região hidrográfica do rio Parnaíba.	171
Tabela 28. Matriz legal em âmbito federal.....	172
Tabela 29. Matriz legal no âmbito estadual.....	173
Tabela 30. Matriz legal em âmbito municipal	175
Tabela 31. Planos e legislações municipais urbanas (2014; 2015).....	177
Tabela 32. Planos e legislações relacionados ao meio ambiente (2015).....	179
Tabela 33. Detalhamento das ações nos municípios contemplados pelo Programa Água para Todos.....	220
Tabela 34. Caracterização quanto ao uso das águas superficiais para abastecimento.....	225
Tabela 35. Pontos de interesse definidos para a regionalização das vazões.....	230
Tabela 36. Regionalização de vazões mensais: absolutas (Q), específicas (q) e, específicas incrementais (qinc) daquelas que representam a disponibilidade hídrica na Bacia do Parnaíba, quais sejam, a média e, a de 90% e 95% de permanência.....	234
Tabela 37. Fator de conversão de vazões mensais em diárias e, regionalização de vazões diárias características: absolutas Q [m ³ /s] e específicas q [L/s.km ²] na Bacia do Parnaíba, quais sejam, a de 90% e 95% de permanência.....	238
Tabela 38. Vazões garantidas e efluentes nos açudes e UHE.....	243
Tabela 39. Número de poços em relação ao sistema aquífero.....	250
Tabela 40. Profundidades mínimas, máximas e médias dos poços tubulares inventariados SIAGAS.....	254
Tabela 41. Profundidade média dos poços tubulares inventariados SIAGAS por condições de armazenamento.....	257
Tabela 42. Variáveis hidráulicas dos poços tubulares por Sistema Aquífero.....	260
Tabela 43. Variáveis hidráulicas dos poços tubulares por UPH.....	260
Tabela 44. Capacidade de extração dos poços em operação, por UPH.....	271
Tabela 45. Indicadores de disponibilidade de águas subterrâneas nas UPHs.....	275
Tabela 46. Vazões de retirada (Q m ³ /s) total e por tipo de uso nas UPHs.....	287
Tabela 47. Distribuição dos empreendimentos hidroelétricos nas UPHs.....	291
Tabela 48. Empreendimentos hidroelétricos por UPH.....	292
Tabela 49. Distribuição da produção aquícola	297
Tabela 50. Planos, programas e projetos existentes na BHRP sobre a pesca e aquicultura.....	301
Tabela 51. Densidade da rede de monitoramento de qualidade de água por UPH.....	316
Tabela 52. Variação e média do IQA (2010-2018) e por ano.....	323
Tabela 53. Variação e média do IET (2010-2018) e por ano.....	328

Tabela 54. Análise da concentração (mg/L) de fósforo. Ambientes lênticos.....	334
Tabela 55. Análise da concentração (mg/L) de fósforo. Ambientes lóticos.....	335
Tabela 56. Estimativa média da produção de sedimentos nas estações da Bacia do Parnaíba no período de 1998 a 2017.....	346
Tabela 57. Classificação do Risco de Salinidade.....	355
Tabela 58. Inventário dos dados e parâmetros disponíveis, quanto a qualidade das águas subterrâneas.....	358
Tabela 59. Dados de qualidade nos poços tubulares SIAGAS.....	360
Tabela 60. Valores estimados de sólidos dissolvidos (mg/L) nos sistemas aquíferos da BHRP.....	363
Tabela 61. Qualidade da água dos poços tubulares monitorados CAGECE.....	364
Tabela 62. Qualidade da água dos poços tubulares monitorados AGESPISA.....	364
Tabela 63. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH.....	369
Tabela 64. Estimativa da carga de Fósforo (P) e DBO – produzida, abatida e remanescente – dos efluentes domésticos, por UPH.....	370
Tabela 65. Destinação final dos resíduos sólidos nos municípios da BHRP.....	374
Tabela 66. Porcentagem de tipo de uso do solo por região fisiográfica e na BHRP.....	376
Tabela 67. Estimativa de Carga de P e N (kg.ano), quanto ao uso do solo.....	377
Tabela 68. Demandas consuntivas não atendidas por UPH.....	395
Tabela 69. Extensão acumulada (Km) dos trechos conforme classes de ICA, por UPH, resultante do balanço quali-quantitativo – Cenário 1.....	402
Tabela 70. Extensão acumulada (Km) dos trechos conforme classes de ICA, por UPH, resultante do balanço quali-quantitativo com Q95 mensal – Cenário 2.....	407
Tabela 71. Capacidade de extração dos poços em operação, por UPH.....	410
Tabela 72. Déficits superficiais e capacidade de atendimento dos poços em operação por UPH.....	413
Tabela 73. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Balsas.....	445
Tabela 74. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Balsas no período de 1980 a 2016.....	446
Tabela 75. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Alto Parnaíba.....	449
Tabela 76. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Alto Parnaíba no período de 1980 a 2016.....	450
Tabela 77. População residente em 2010 para os municípios da UPH da Boa Esperança.....	453
Tabela 78. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH da Boa Esperança no período de 1980 a 2016.....	454
Tabela 79. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Gurguéia.....	458

Tabela 80. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Gurguéia no período de 1980 a 2016	459
Tabela 81. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Itauéiras.	463
Tabela 82. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Itauéiras no período de 1980 a 2016.	464
Tabela 83. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Canindé.	467
Tabela 84. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Canindé no período de 1980 a 2016.	470
Tabela 85. Principais açudes existentes na UPH do Canindé	473
Tabela 86. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Médio Parnaíba.	477
Tabela 87. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Médio Parnaíba no período de 1980 a 2016.	478
Tabela 88. População residente em 2010 para os municípios com sede na UPH do Poti.	482
Tabela 89. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Poti no período de 1980 a 2016.	484
Tabela 90. Principais Açudes existentes na UPH do Poti	486
Tabela 91. População residente em 2010 para os municípios com sede na UPH do Longá.	489
Tabela 92. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Longá no período de 1980 a 2016.	490
Tabela 93. Principais Açudes existentes na UPH do Longá	492
Tabela 94. População residente em 2010 para os municípios com sede na UPH do Longá.	495
Tabela 95. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Baixo Parnaíba no período de 1980 a 2016.	496

LISTA DE SIGLAS

- AGESPISA** – Águas e Esgotos do Piauí S.A.
- AHE** – Aproveitamento Hidrelétrico
- AHINOR** – Administração das Hidrovias do Nordeste
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica
- ANTAQ** – Agência Nacional de Transportes Aquaviários
- APA** – Área de Proteção Ambiental
- APP** – Área de Preservação Permanente
- ASD** – Áreas Susceptíveis à Desertificação
- BHRP** – Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba
- BIRD** – Banco Interamericano de Desenvolvimento
- CAEMA** – Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão
- CAGECE** – Companhia de Água e Esgoto do Ceará
- CBH** – Comitê de Bacia Hidrográfica
- CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- CGH** – Centrais Geradoras Hidrelétricas
- CHESF** - Companhia Hidrelétrica do São Francisco
- CNARH** – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
- CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CNUC** - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
- CODEVASF** - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
- COGERH/CE**– Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CPRM** – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DNOCS** - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
- DNPM** – Departamento Nacional de Produção Mineral
- DRH** – Diagnóstico dos Recursos Hídricos
- EIA** – Estudo de Impacto Ambiental

ETA – Estação de Tratamento de Água

EVTEA – Estudo de Viabilidade Técnico Econômica e Ambiental

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

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

IDH – Índice de Desenvolvimento humano

IET – Índice de Estado Trófico

IQA – Índice de Qualidade da Água

MC – Ministério das Cidades

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

OD – Oxigênio Dissolvido

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PPSAA - Programa Proágua Semiárido Antidesertificação

PRH - Plano de Recursos Hídricos

RH – Região Hidrográfica

RIMAS – Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas

RNQA – Rede Nacional de Qualidade da água

RP-01 – Relatório de Programação (Plano de Trabalho)

RP-02 – 1º Relatório Parcial do Diagnóstico

RP-03 – 2º Relatório Parcial do Diagnóstico

RP-04 – 3º Relatório Parcial do Diagnóstico

RP-05 – 4º Relatório Parcial do Diagnóstico

RPE – Reserva Potencial Estimada

S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SEMA/MA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão

SEMACE/CE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará

SEMAR/PI – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIGEP – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIRH - Sistema de Informação de Recursos Hídricos

SNIRH – Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SRH/CE - Secretaria dos Recursos Hídricos

SSAA – Sistema Simplificado de Abastecimento de Água

TR – Termo de Referência

UC – Unidade de Conservação

UHE – Usina Hidrelétrica

UPH – Unidade de Planejamento Hidrológico

APRESENTAÇÃO

Teresina (PI), 30 de junho de 2020.

À

**Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
Superintendência Regional de Teresina/PI.**

Teresina - Piauí.

O **Consórcio Nascente à Foz**, representado pelas empresas Beck de Souza Engenharia Ltda., estabelecida à Av. Cristóvão Colombo nº 2240, Bairro Floresta Porto Alegre – RS, inscrita no CNPJ 91.806.844/0001-80 e MPB Saneamento Ltda., estabelecida à Rua Felipe Schmidt nº 649, Bairro Centro, Florianópolis – SC, inscrita no CNPJ 91.806.844/0001-80, apresenta a V. S^a o **RF – Relatório Final – Consolidação do Diagnóstico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**, conforme contrato N° 0.045.00/2017, de 11/08/2017 e correspondentes Aditivos de Prazo, para a Elaboração do Diagnóstico da Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba – DRH Parnaíba. Trata-se da versão final revisada e complementada de acordo com os últimos apontamentos da CODEVASF de 21 e 27 de maio de 2020.

Atenciosamente

Bertoldo Silva Costa
Coordenador Técnico

1. INTRODUÇÃO

O Consórcio Nascente à Foz apresenta neste documento o Relatório Final do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, conforme previsto no Termo de Referência para a execução do Contrato nº 0.045.00/2017, celebrado entre o Consórcio Nascente à Foz e a CODEVASF, especificamente para a elaboração do Diagnóstico da Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba – DRH Parnaíba, cujo objetivo é promover o conhecimento da atual condição hídrica da bacia, frente a suas características ambientais e pressões de uso, de modo a subsidiar a posterior elaboração do seu Plano de Recursos Hídricos.

No decorrer dos estudos deste diagnóstico, a Bacia do Rio Parnaíba foi caracterizada nos seus aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos e culturais, como também, nas disponibilidades e demandas hídricas da bacia. Com as disponibilidades e demandas foram elaborados balanços hídricos, os quais permitiram identificar quantitativamente os conflitos relacionados ao uso da água. Ao final foi elaborado o balanço integrado das águas superficiais e subterrâneas, e apresentado um portfólio de ações prioritárias.

Essas informações foram apresentadas em 4 relatórios parciais (RP) previstos no Termo de Referência, cuja estrutura de encadeamento das diversas etapas e atividades encontra-se ilustrada na Estrutura Analítica de Projeto (Figura 1).

Sendo assim, o Relatório Final do Diagnóstico da Bacia do Rio Parnaíba consiste na **consolidação e integração** dos 4 relatórios parciais desenvolvidos, quais sejam:

- RP-02: 1º Relatório Parcial do Diagnóstico: Caracterização do meio físico e biótico da bacia e Caracterização Socioeconômica e cultural;
- RP-03: 2º Relatório Parcial do Diagnóstico (Pré-Diagnóstico): Caracterização geral e resultados preliminares das disponibilidades e demandas hídricas e do diagnóstico integrado;
- RP-04: 3º Relatório Parcial do Diagnóstico: Diagnóstico das disponibilidades hídricas (quantidade e qualidade) e Diagnóstico das demandas hídricas;
- RP-05: 4º Relatório Parcial do Diagnóstico: Balanço Hídrico e formulação do diagnóstico integrado e contextualizado para os fins do DRH-Parnaíba.

O Diagnóstico da Bacia do Parnaíba é uma das etapas da formulação do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba e as informações aqui contidas contribuirão para a definição de ações e metas visando a adequada gestão de seus recursos hídricos.

Além do presente volume, este Relatório Final é composto pelo Caderno de Mapas e Caderno de Anexos, ambos em volumes à parte.

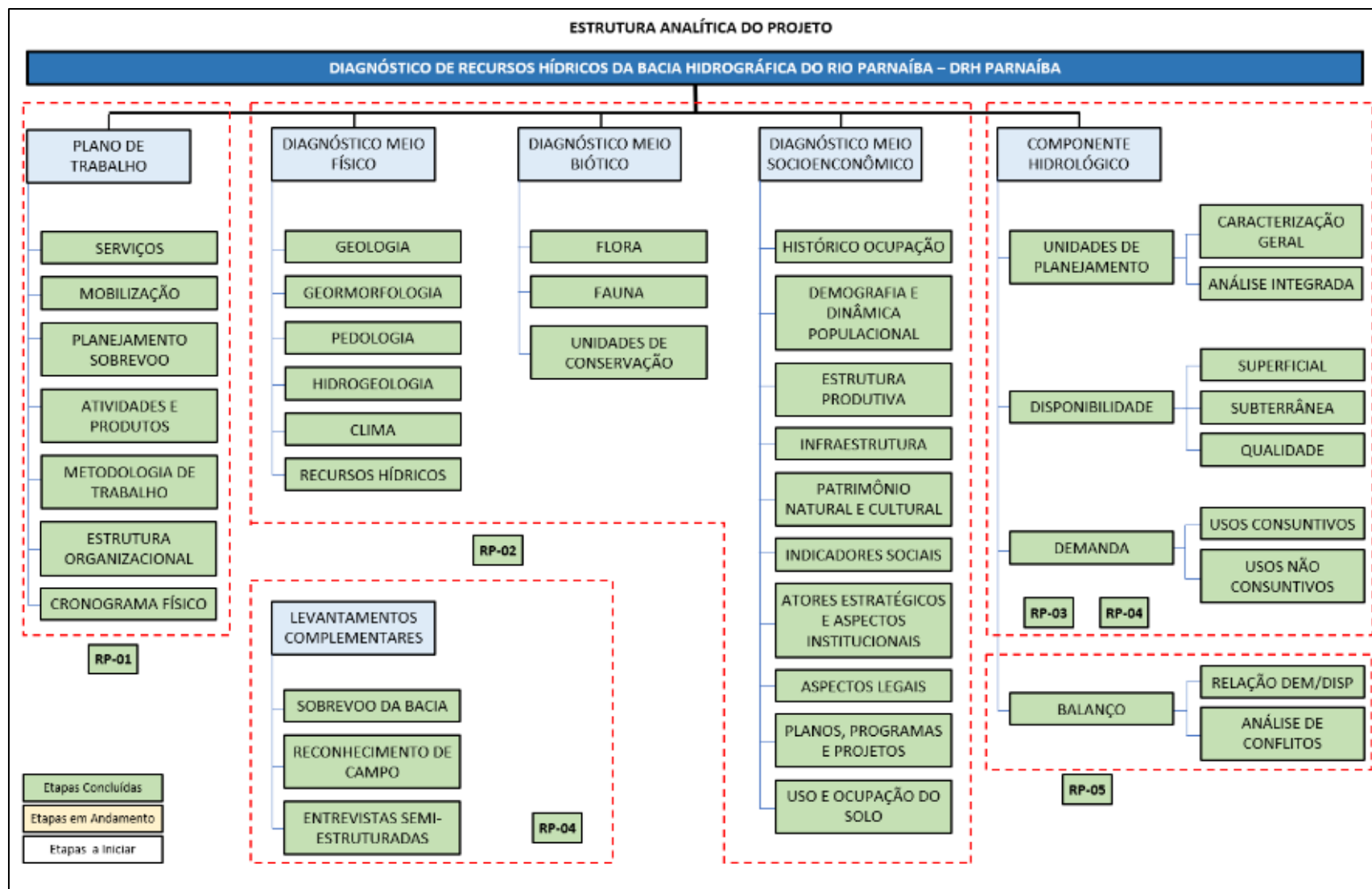


Figura 1. Estrutura analítica do projeto e panorama de andamento.

Fonte: Elaboração Própria (2018).

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO

A CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, firmou contrato com o consórcio NASCENTE À FOZ, formado pelas empresas Beck de Souza e MPB Engenharia, cujo objeto é a Elaboração do Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Parnaíba – DRH Parnaíba, que abrange os Estados do Piauí, Maranhão e Ceará.

As principais informações que caracterizam o contrato são:

- Edital de Concorrência nº08/2016;
- Data da assinatura do Contrato: 11 de agosto de 2017;
- Data da ordem de serviço: 4 de setembro de 2017;
- Prazo inicial para execução do trabalho: 10 meses;
- Data prevista inicialmente para o encerramento do prazo contratual: 11 de junho de 2018
- 1º Aditamento de Prazo: 08/06/2018, aditando o prazo em 6 meses
- Data prevista para o encerramento do prazo contratual 1º Aditamento: 11 de dezembro de 2018
- 2º Aditamento de Prazo: 10/12/2018, aditando o prazo em 6 meses
- Data prevista para o encerramento do prazo contratual 2º Aditamento: 11 de junho de 2019
- 3º Aditamento de Prazo: 11/06/2019, aditando o prazo em 2 meses
- Data prevista para o encerramento do prazo contratual 3º Aditamento: 11 de agosto de 2019
- Valor do contrato: R\$1.496.803,99
- Origem dos Recursos: Recursos Orçamentários do Programa de Trabalho 18.544.2026.10ZW.0001 – Recuperação e Controle de Processos Erosivos em Municípios das Bacias do São Francisco, Parnaíba, Itapecuru e Mearim – Nacional categoria econômica 4 – despesas de capital, sob a gestão da Área de revitalização das Bacias Hidrográficas da CODEVASF.

1.2. PRODUTOS APRESENTADOS E ATIVIDADES RELACIONADAS

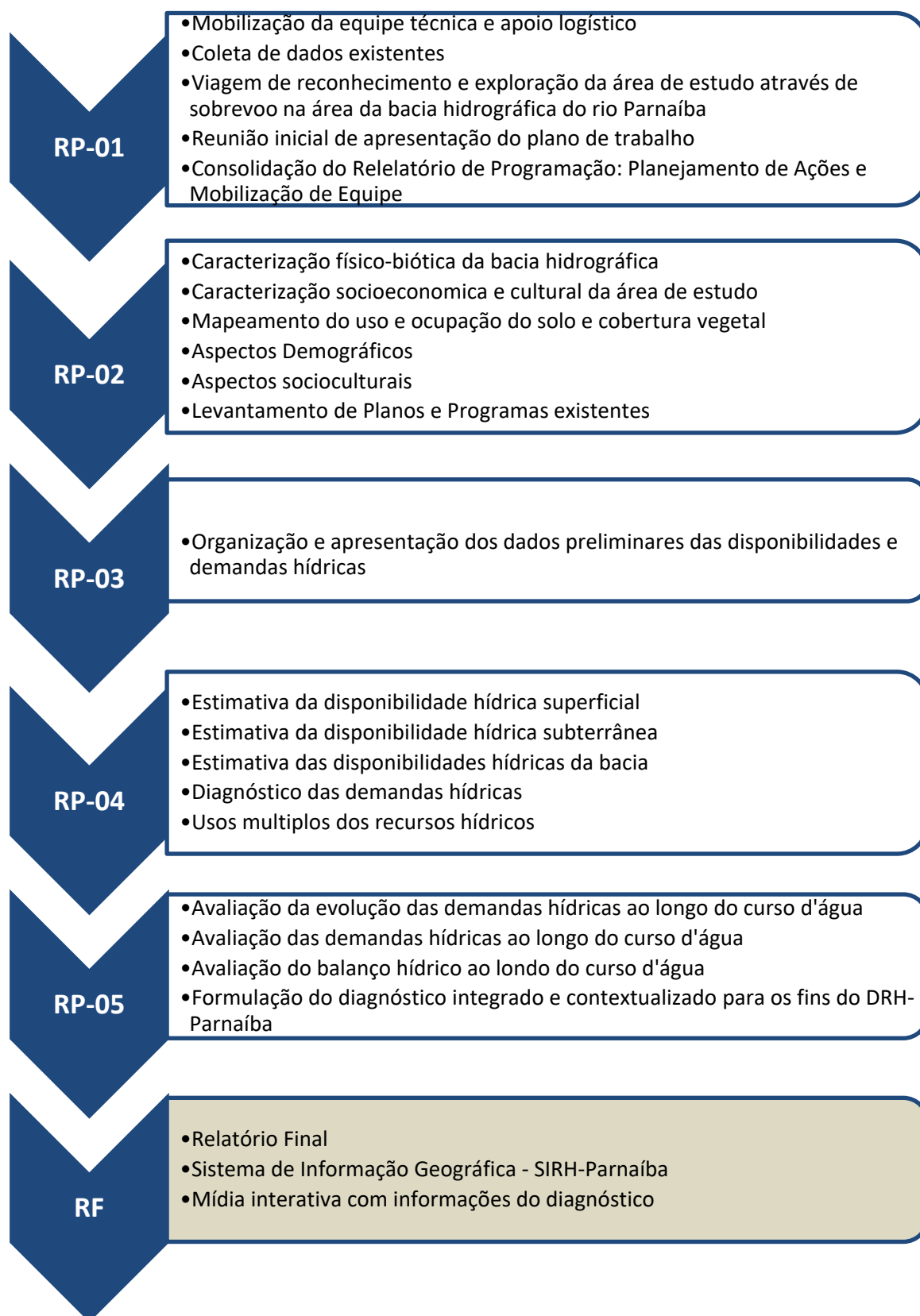


Figura 2. Principais produtos do trabalho e conteúdo de cada produto.

2. ÁREA DE ESTUDO E LOCALIZAÇÃO

Com aproximadamente 332.500 km² (3,9% do território nacional), a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (BHRP)¹ é considerada uma das mais importantes da região Nordeste. Constitui na sua totalidade uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras definidas pela Resolução CNRH n°32 de 2003, denominada Região Hidrográfica do Parnaíba. Tem como divisor de águas no limite sul a Serra da Tabatinga, que a separa da Região Hidrográfica do São Francisco. A oeste limita-se com a Bacia do Rio Itapecuru e, a leste com as Bacias dos rios Jaguaribe-Acaraú.

Seus limites geográficos abrangem três estados brasileiros, sendo que a maior parte se estende sobre o estado do Piauí, ocupando 75% da área total da bacia (Tabela 1). O restante da bacia é constituído por parte dos estados do Maranhão e Ceará, representando 20% e 5% da área respectivamente (ANA, 2017).

Tabela 1. Distribuição da Área da BHRP por estado integrante

Estado	Área do Estado pertencente à BHRP (Km ²)	N° de municípios	%
Ceará	16.590	19	5%
Maranhão	65.873	36	20%
Piauí	250.065	223	75%
Total	332.528	278	100%

A BHRP abrange 278 municípios, dos quais, 36 situam-se no estado do Maranhão, 223 no Piauí e 19 no Ceará, totalizando aproximadamente 4,7 milhões de habitantes, segundo último censo realizado. São, na grande maioria, municípios pouco populosos, sendo que mais da metade (62%) apresentam população total inferior a 10 mil habitantes, conforme denota-se da Figura 3 (IBGE, 2010).

A relação completa dos municípios pertencentes a BHRP pode ser consultada no ANEXO A.

¹ Limites definidos pela CODEVASF, ANA e Consórcio a partir dos dados vetoriais utilizados neste diagnóstico e, processados em ambiente SIG. Os valores, portanto, podem divergir de outras publicações, como por exemplo, do Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006).

Número de municípios por Faixa Populacional

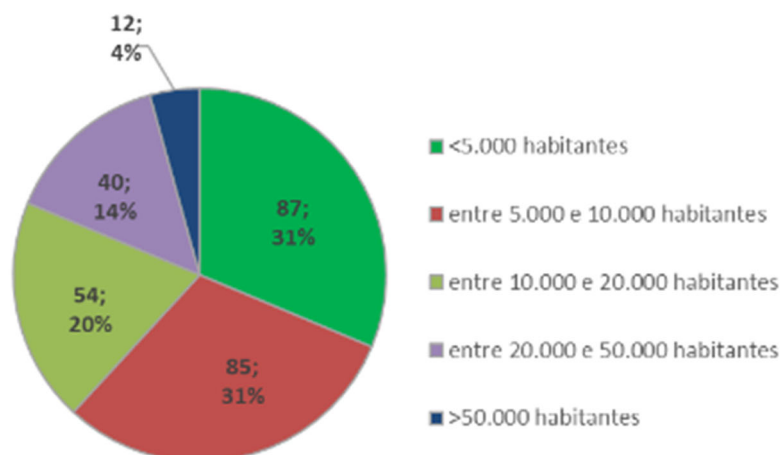


Figura 3. Perfil populacional dos municípios da BHRP.

Uma das características mais peculiares da BHRP diz respeito a presença concomitante de rios perenes e intermitentes. Este fato se deve pela inserção da BHRP em uma zona de transição climatológica, composta pelo semiárido nordestino, na porção leste e sudeste da bacia, e a região pré-amazônica, no seu lado oeste, caracterizada pelas altas precipitações pluviométricas e boa cobertura vegetal proporcionada pelas florestas (SEMAR/PI, 2010). Aproximadamente 66% ou 218.698km² da área total da BHRP está inserida no polígono do semiárido brasileiro.

Devido a extensão da BHRP e as distinções frente ao regime hídrico, tendo o objetivo de orientar o planejamento e a gestão sustentável no aproveitamento de seus recursos hídricos, a BHRP foi subdividida em sub-bacias menores, denominadas Unidades de Planejamento Hidrológico (UPHs). Dessa forma, foram definidas 10 unidades de planejamento², assim configuradas:

- UPH do Balsas: compreende a bacia hidrográfica do Rio das Balsas;
- UPH do Alto Parnaíba: compreende a bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, das nascentes até a confluência do Rio das Balsas;
- UPH do Gurguéia: compreende as bacias do Rio Gurguéia e do Riacho da Corrente;
- UPH do Itaueiras: compreende a bacia do rio Itaueiras;

² A definição e delimitação das Unidades de Planejamento Hidrológico foram discutidas e validadas pela equipe técnica da CODEVASF e da ANA.

- UPH do Canindé: compreende a bacia do Rio Canindé;
- UPH do Poti: compreende a bacia do Rio Poti;
- UPH do Longá: compreende a bacia do Rio Longá;
- UPH da Boa Esperança: compreende a bacia do Rio Parnaíba entre a confluência do Alto Parnaíba e Balsas, até a estação fluviométrica 34311000 na ponte da BR-230, onde ocorre a divisa entre os municípios de Barão do Grajaú (MA) e Floriano (PI);
- UPH do Médio Parnaíba: compreende a bacia do Rio Parnaíba entre a ponte da BR-230, na estação fluviométrica 34311000 e a estação fluviométrica 34820000 no município de Coelho Neto situado a jusante de Teresina, excluindo-se as UPHs do Itaueiras, Canindé e Poti;
- UPH do Baixo Parnaíba: compreende a bacia do Rio Parnaíba no trecho que compreende desde a estação fluviométrica 34820000, no município de Coelho Neto, até a foz no Delta do Rio Parnaíba, excluindo-se a UPH do Longá.

A Tabela 2 ilustra a divisão espacial da BHRP nas unidades de planejamento hidrológica evidenciando as principais características quanto a população e áreas de abrangência. A Figura 4 apresenta a localização da BHRP no contexto geográfico do país, com destaque para as unidades de planejamento definidas.

Nos capítulos subsequentes é realizada a caracterização dos aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos da bacia bem como a caracterização do balanço hídrico da bacia resultante do confronto entre as disponibilidades hídricas e as demandas de água, no cenário atual.

Tabela 2. Divisão da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba em Unidades de Planejamento Hidrológico³.

Unidade Fisiográfica	Unidade de Planejamento Hidrológico	Sigla	Rio Principal	População					Áreas (km ²)			No. Municípios
				Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)	Dens. Demog. (hab/km ²)	% da Pop da UPH na BHRP	Área Total da UPH (km ²)	Área da UPH adotada (km ²)	% da UPH na BHRP	
Alto Parnaíba	Alto Parnaíba	AP	Alto Parnaíba	49.527	26.277	75.804	1,63	1,61	51.697	51.800	15,58	8
	Balsas	BA	Balsas	115.562	43.759	159.321	4,72	3,38	25.604	25.600	7,70	8
	Boa Esperança	BE	Parnaíba	56.887	25.782	82.669	5,44	1,75	12.807	12.800	3,85	11
	Gurguéia	GU	Gurguéia	107.559	83.410	190.969	3,73	4,05	49.917	49.900	15,00	25
	Itaueiras	IT	Itaueiras	61.806	16.498	78.304	10,17	1,66	10.239	10.200	3,07	4
Médio Parnaíba	Canindé	CA	Canindé	327.678	373.399	701.077	8,88	14,88	75.114	75.100	22,59	90
	Médio Parnaíba	MP	Parnaíba	367.077	166.004	533.081	22,24	11,31	16.246	16.300	4,90	18
	Poti	PO	Poti	1.152.448	345.238	1.497.686	27,35	31,79	52.157	52.200	15,70	52
Baixo Parnaíba	Baixo Parnaíba	BP	Parnaíba	391.798	352.560	744.358	32,37	15,80	14.396	14.400	4,33	31
	Longá	LO	Longá	367.176	281.391	648.567	26,14	13,76	24.178	24.200	7,28	31
Totais				2.997.518	1.714.318	4.711.836		100%	332.355	332.500	100%	278

³ A fim de simplificação os valores de áreas considerados na redação deste relatório foram arredondados.

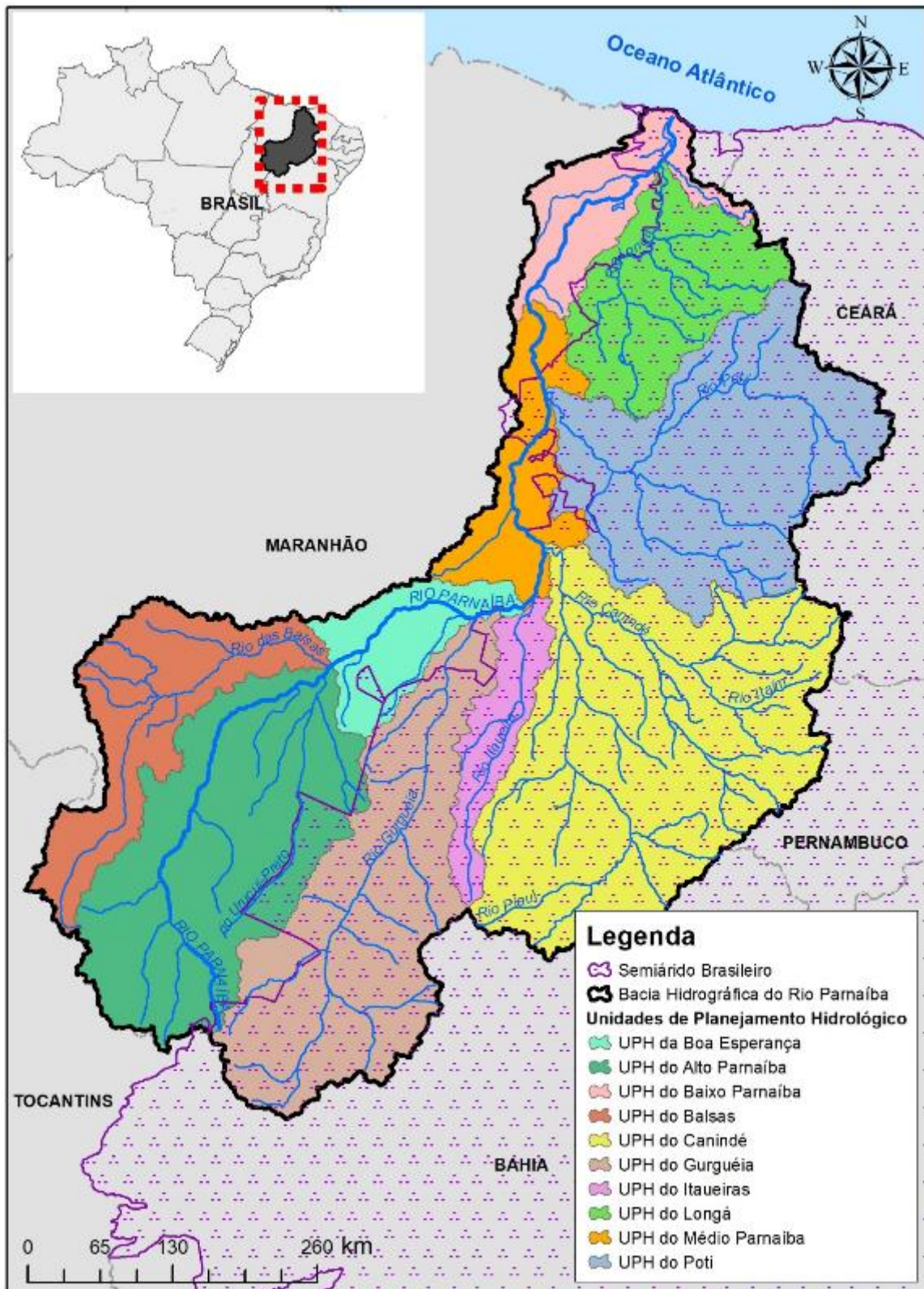


Figura 4. Localização da BHRP e Unidades de Planejamento Propostas
(Mapa 01 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

3.1. RECURSOS HÍDRICOS

Dentre os principais rios que formam a BHRP tem-se o próprio rio Parnaíba, o rio Balsas, Uruçuí Preto, Gurguéia, Itaueiras, Canindé, Poti e o rio Longá.

Conforme ANA (2005a), o rio Parnaíba é o segundo mais importante da região Nordeste, após o rio São Francisco. Suas nascentes se formam nos municípios de Alto Parnaíba (MA), Barreiras dos Piauí (PI) e São Gonçalo do Gurguéia (PI), nos contrafortes da Chapada das Mangabeiras, divisa com Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, a uma altitude de aproximadamente 800m. Com curso total de 1.430 km, deságua em forma de delta no Oceano Atlântico, nos municípios de Araisos e Ilha Grande, sendo conhecido com o “Delta das Américas”, o terceiro maior do mundo.

Seu principal tributário pela margem esquerda é o rio Balsas, sendo os demais rios citados contribuintes pela margem direita, configurando a BHRP em formato assimétrico. Na Tabela 3 estão ilustradas as características mais relevantes dos principais cursos tributários do rio Parnaíba.

Tabela 3. Características dos principais tributários do rio Parnaíba.

UPH	Rio	Principais características	Nascente	Extensão
	Rio Balsas	Constitui o principal afluente da margem esquerda do rio Parnaíba. É perene em toda a sua extensão e drena uma área de aproximadamente 25.600 km ² .	Entre as Chapadas das Mangabeiras e a Serra dos Penitentes, em cota acima dos 700, no município de Balsas, no Estado do Maranhão.	525 km
	Rio Uruçuí Preto	É intermitente da nascente até o lugarejo de Pedra. Somente a partir da confluência do riacho Quilombos passa à condição de rio perene até sua foz no rio Parnaíba, em um percurso de 80 km.	Entre as serras das Guaribas e dos Patos, na cota 600, nos municípios de Gilbués e Santa Filomena, ambos no Piauí.	300 km
	Rio Gurguéia	Drena terrenos pertencentes à unidade morfoclimática de contato entre o cerrado e a caatinga. No alto curso, o rio apresenta-se com um regime intermitente, tornando-se perene a medida em que se aproxima da sua foz no rio Parnaíba. Sua bacia abrange uma superfície de aproximadamente 49.900km ² .	Entre as serras de Alagoinhas e Santa Marta, na cota 500 m, nos municípios de Sebastião Barros, Cristalândia do Piauí e São Gonçalo do Gurguéia, no Estado do Piauí.	532 km

UPH	Rio	Principais características	Nascente	Extensão
	Rio Itaueiras	Este tributário apresenta-se com regime intermitente em todo o seu alto, médio e baixo curso. Sua bacia drena uma superfície de aproximadamente 10.200 km ² .	Chapada dos Gerais, em cota 700 m, nos municípios de Caracol (PI) e Guaribas (PI).	300 km
	Rio Canindé.	Apresenta-se com um regime intermitente em seu alto, médio e baixo curso, achando-se completamente inserido na zona semiárida. Sua bacia drena uma área de aproximadamente 75.100 km ² .	Serra Dois Irmãos, no município de Acauã (PI), a uma altitude de 600 m.	350 km
	Rio Poti	Apresenta-se intermitente em seu alto e médio curso e perene no baixo. Sua bacia abrange uma superfície de aproximadamente 52.200 km ²	Contrafortes orientais da Serra Grande, em cota de 600 m, nos municípios de Quiterianópolis e Independência, no Estado do Ceará.	350 km
	Rio Longá	Trata-se de um rio perene no médio e baixo curso, drenando uma área de aproximadamente 24.200 km ² .	Município de Alto Longá (PI), a 12 km da sede, em altitude de 150 m.	320 km

Fonte: Adaptado de MMA, 2006.

A seguir é apresentado o Mapa Hidrográfico da Bacia do Rio Parnaíba (Figura 5).

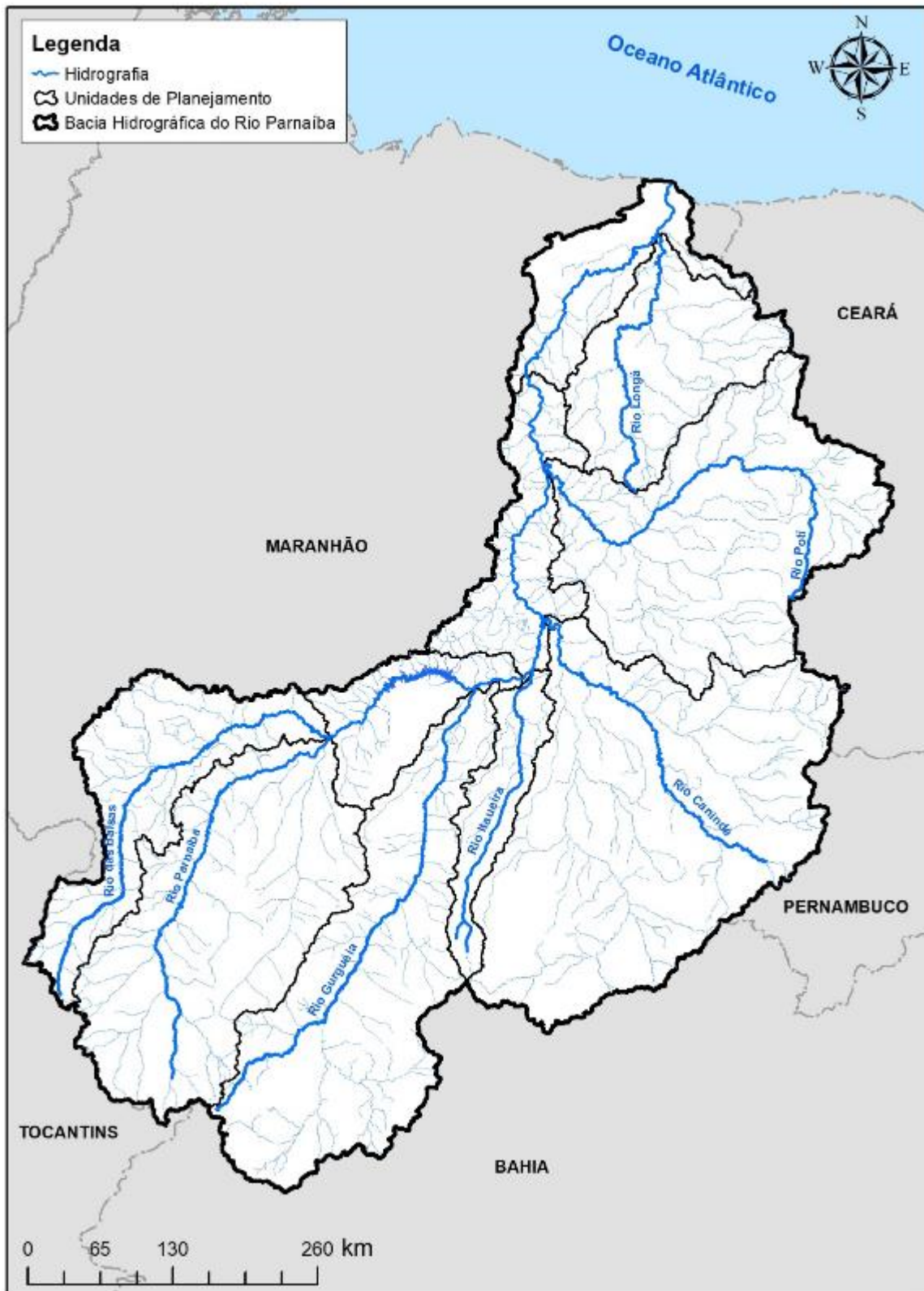


Figura 5. Mapa da Hidrografia da BHRP
(Mapa 02 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

3.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS

A BHRP, em grande parte localizada no semiárido brasileiro, caracteriza-se pela intermitência das chuvas. O clima da região, conforme o MME/EPE (2007), se caracteriza por uma ampla diferenciação traduzida principalmente pela distribuição espacial das precipitações. Dos sistemas de circulação atmosférica responsáveis pelo regime e instabilidade de chuvas na região, dois atuam com maior frequência na região nordeste:

- Sistema de Norte, representado pela Convergência Intertropical (CIT). Este sistema compreende uma faixa complexa situada entre dois fluxos de ar equatorial marítimo, o dos alísios de NE (do anticiclone dos Açores) e o dos alísios de SE (do anticiclone do Atlântico Sul). A CIT constitui uma superfície de descontinuidade provocada pelo fluxo dos alísios dos dois hemisférios, em posição oblíqua, constituindo-se em estreita faixa oscilante (depressão equatorial), produtora de perturbações e de uma pluviosidade característica. Na região, esse sistema atua com maior frequência no final de verão e, principalmente em outubro, época em que alcança sua posição mais meridional, produzindo, conseqüentemente, os máximos pluviométricos;
- Sistemas de Oeste, representado por linhas de instabilidades tropicais (IT), com predomínio de ventos de W e NW que alcançam o Estado do Piauí, acarretando chuvas, principalmente no verão e outono.

De acordo com o MME/EPE (2007), o mecanismo do clima atuante na região é muito complexo, decorrente da conjugação de vários fenômenos atmosféricos, aos quais se superpõem fatores de ordem física ditados pela geografia, como a presença de serras e a proximidade do mar, destacando, dessa forma, uma variabilidade pluviométrica registrada no tempo e no espaço geográfico.

A BHRP enquadra-se quase totalmente na categoria dos climas secos. Considerando-se a variação espacial dos índices de umidade, a tipologia climática regional é característica dos climas secos do tipo subúmido e semiárido, em que os excedentes hídricos são sazonalmente concentrados em curto período (MME/EPE, 2007).

Em relação às extensas áreas do Nordeste brasileiro, a bacia não está, a rigor, incluída nas áreas mais críticas do polígono das secas, uma vez que os totais anuais de chuvas mais baixos se situam em torno de 600 mm, enquanto na região mais seca do sertão nordestino são observados valores em torno de 300 a 400 mm (MME/EPE, 2007).

3.2.1. PRECIPITAÇÃO

A pluviosidade média anual da região situa-se entre 600 e 1.500mm, o que afere uma distribuição espacial bem diversificada e uma tendência geral de decréscimo de chuvas de Noroeste para Sudeste (MME/EPE, 2007).

Cerca de dois terços do setor piauiense da bacia registram totais anuais de chuvas inferiores a 1.000 mm, representados pela área Centro-Sul, domínio dos climas secos e da caatinga. Valores superiores a esse são verificados predominantemente ao Norte da BHRP, o que reflete a maior atuação, nesse setor, dos sistemas de circulação atmosférica geradores de chuvas (MME/EPE, 2007).

Observando a base de dados climáticos do Brasil, percebe-se um período de baixo registro de chuvas, entre os meses de junho a setembro, conforme pode ser observado nos gráficos abaixo:

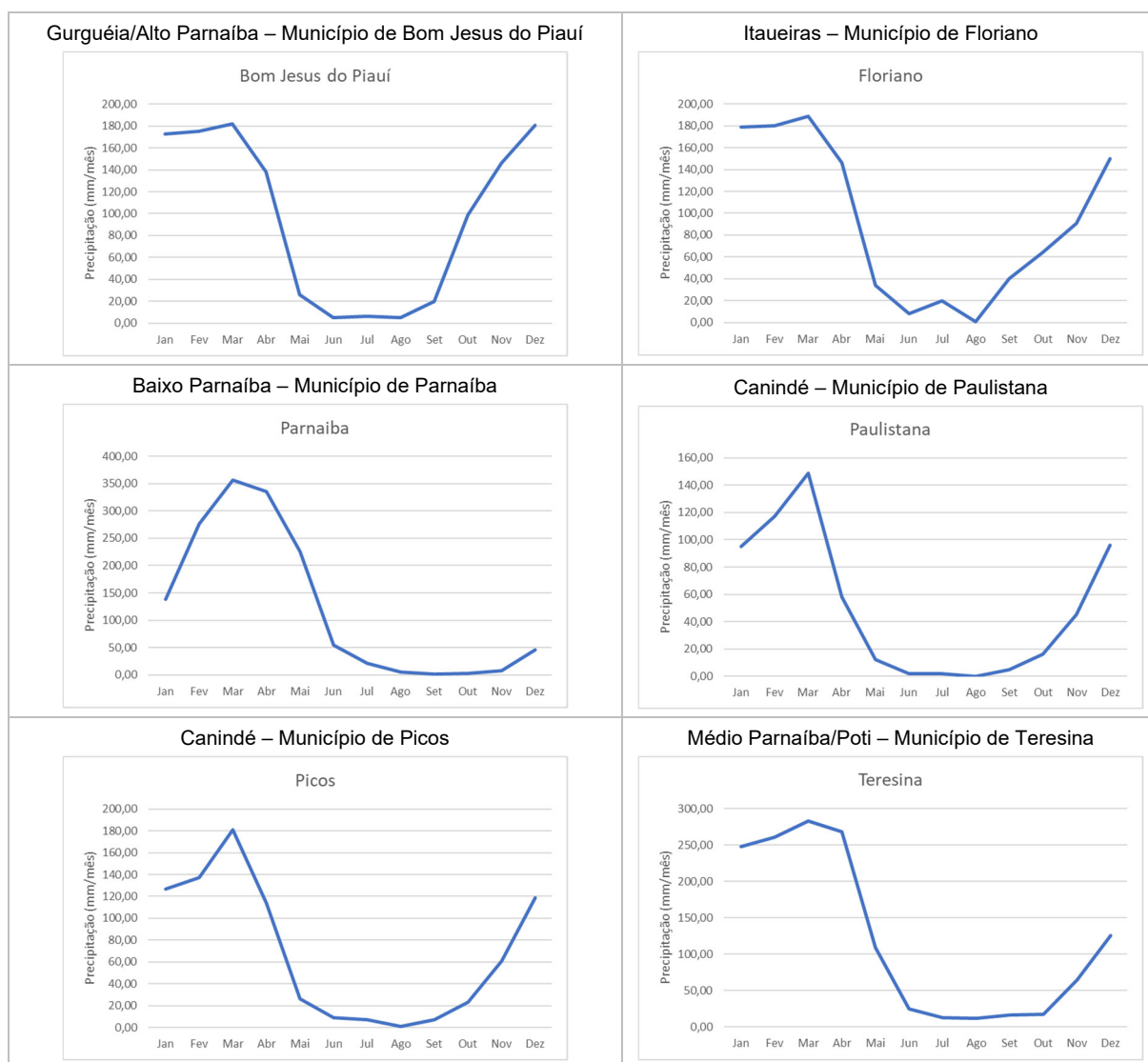


Figura 6. Precipitação média mensal no período de 1971 – 1990.
Fonte: EMBRAPA (2003).

Isto ocorre principalmente em função do deslocamento da Frente Intertropical (FIT) durante as estações do ano. Durante o inverno, a massa de ar frio do hemisfério sul avança sobre o continente e mantém afastada a FIT, acima da linha do equador. No verão, ela se encontra mais próxima do equador, atingindo sua posição meridional extrema em março. Como a ascensão conjunta do ar na FIT produz uma faixa de calmas denominada *doldrum*, zonas de aguaceiro e trovoadas, a estação chuvosa nordestina ocorre de janeiro a abril, durante o movimento extremo para o sul da FIT, ficando secos nos meses restantes, sob o domínio do centro de ação do Atlântico, representado pela Massa Equatorial Atlântica (MEA) (NIMER, 1964).

Na Figura 7, são apresentadas as isoietas de precipitação média anual da BHRP.

O período chuvoso caracteriza-se, geralmente, por chuvas de grande intensidade, quando os totais mensais, nos meses mais chuvosos, ultrapassam 300 mm e os excedentes hídricos, no final do período chuvoso, chegam a totalizar 600 mm. No período seco é caracterizado por grande carência de água no solo, já que as deficiências hídricas, na grande extensão territorial do Estado do Piauí incluída no clima semiárido, situam-se entre 600 e 900mm (MME/EPE, 2007).

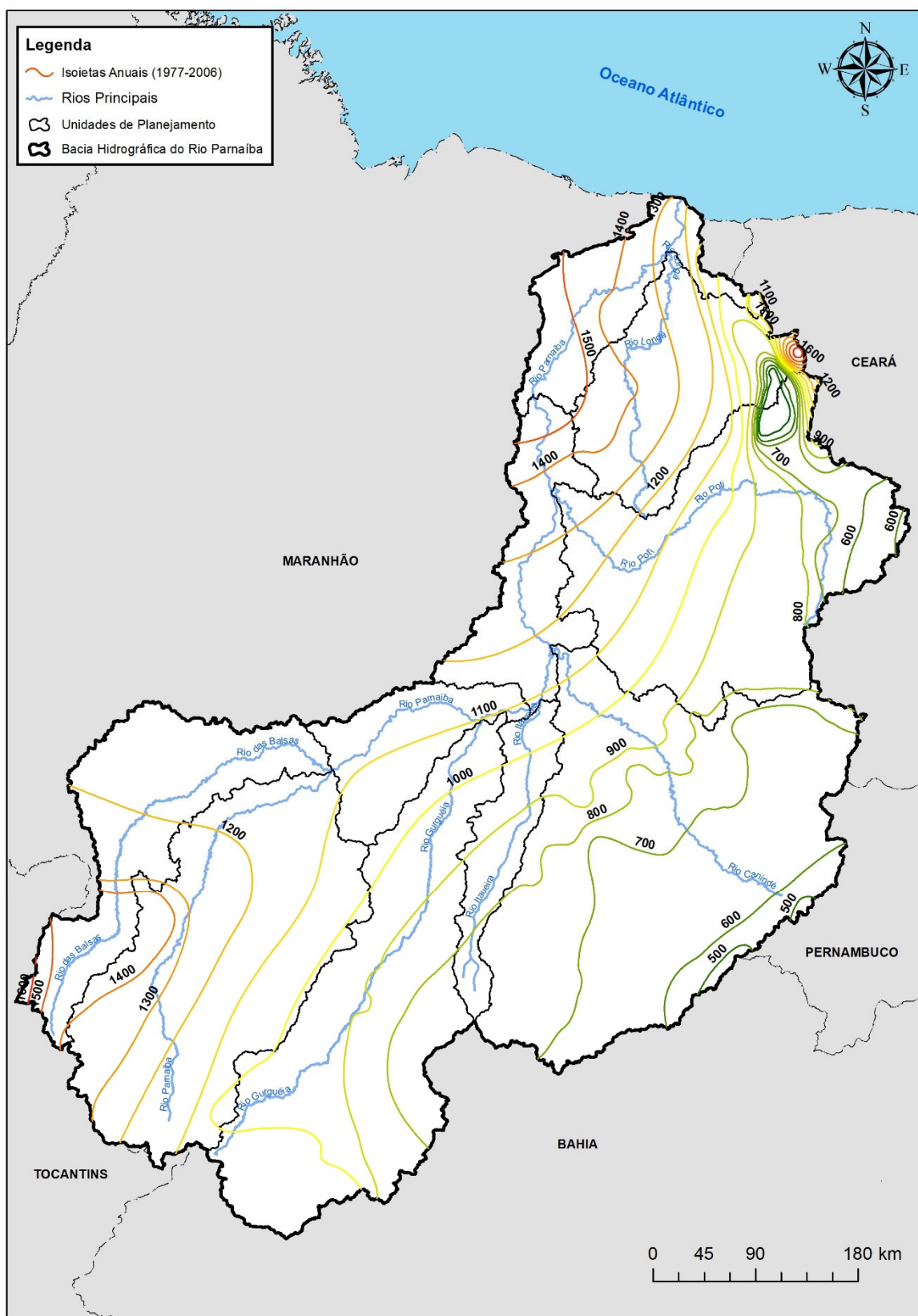


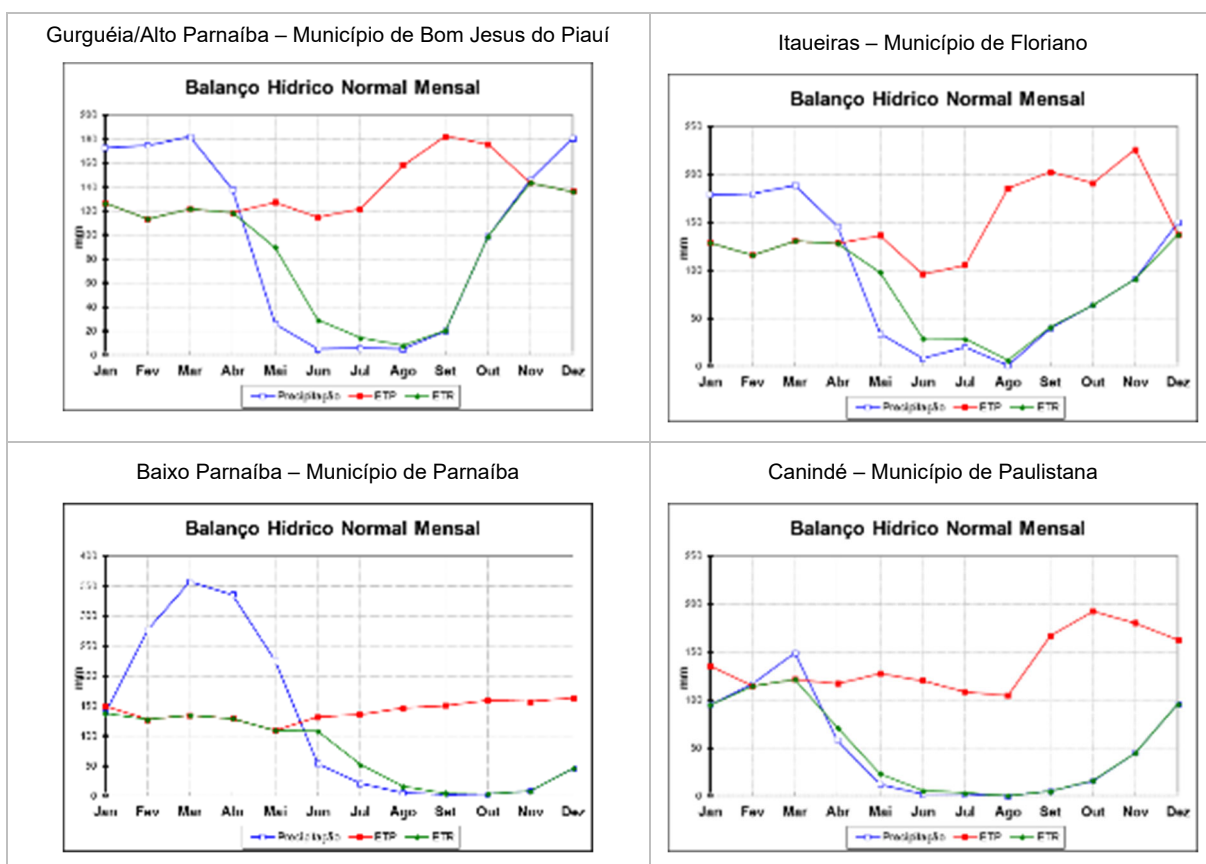
Figura 7. Mapa de isoietas da BHRP.
(Mapa 03 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

3.2.2. EVAPORAÇÃO

As perdas por evaporação na bacia do Parnaíba são bastante elevadas, situando-se entre 1.600 e 3.000 mm anuais. Já os valores de evapotranspiração real situam-se entre 600 e 1.100 mm anuais. A característica mais marcante comum a estes parâmetros é a variabilidade espacial, com índices crescentes de Sudeste para Noroeste (MME/EPE, 2007).

A relação entre os valores de precipitação pluviométrica e os de evapotranspiração potencial resulta em excessos e *déficits* de precipitação. Na área da bacia, como as necessidades potenciais de água são normalmente superiores aos valores dos índices pluviométricos, o resultado desta relação apresenta-se negativo, com valores variando de -200 a -800 mm, e com comportamento da distribuição espacial semelhante ao da pluviosidade (MME/EPE, 2007).

Observando a base de dados climáticos do Brasil, percebe-se que no período de baixa ocorrência de chuvas, apresenta déficit hídrico em função da evapotranspiração, resultando em um saldo negativo no balanço hídrico climatológico (Ver Figura 8 e Figura 9).



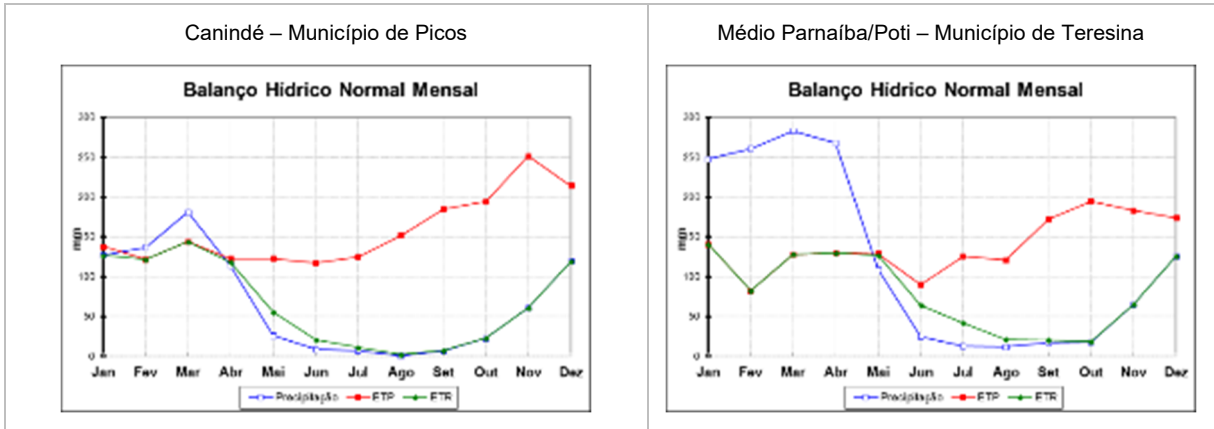
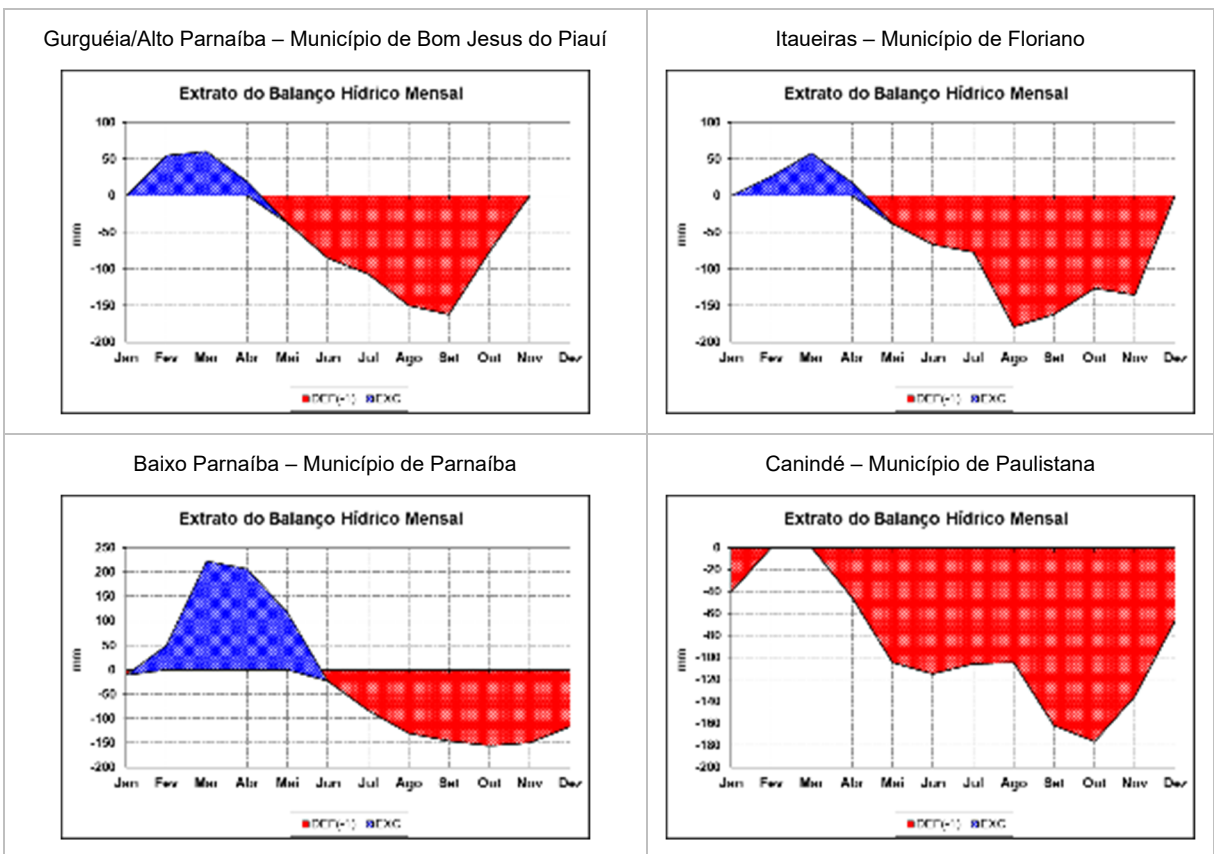


Figura 8. Balanço hídrico normal mensal no período de 1971 – 1990.
 Fonte: EMBRAPA (2003).



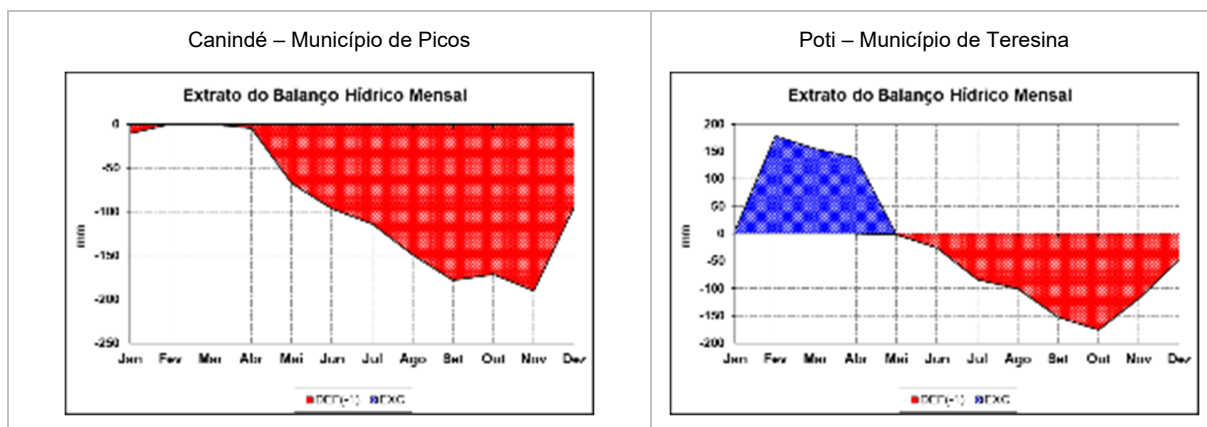


Figura 9. Extrato do balanço hídrico mensal no período de 1971 – 1990.

Fonte: EMBRAPA (2003).

3.2.3. TEMPERATURA

No que diz respeito às temperaturas médias do ar, na região, segundo o MME/EPE (2007), ocorre uma grande uniformidade temporal e espacial, não se observando, ao longo do ano, temperaturas médias mensais inferiores a 23°C. Maiores valores de temperatura são registrados normalmente de setembro a novembro, com valores compreendidos entre 28 e 30°C, provocados pela reduzida cobertura de nuvens, alta incidência de radiação solar e baixa intensidade dos ventos.

Os menores valores de temperatura, compreendem entre 14°C e 16°C ocorrem no mês de maio, na região do extremo sul da bacia hidrográfica. Nas demais regiões, a mínima varia entre 16°C e 18°C. Essas temperaturas ocorrem até as 5h da manhã, quando, ao nascer do sol, ocorre sua elevação. Entre setembro e março, as temperaturas mínimas situam-se por volta de 18°C nas regiões do extremo sul. Nas demais regiões situam-se acima de 20°C (PIAUÍ, 2010a).

A temperatura máxima no início do ano varia de 26°C no sul da bacia a 34°C ao norte da região hidrográfica. Em outubro, a temperatura máxima chega em 38°C em praticamente toda a região da bacia (PIAUÍ, 2010a).

Abaixo são apresentadas as temperaturas mensais médias em seis localidades da bacia hidrográfica de acordo com o banco de dados climáticos do Brasil (EMBRAPA, 2003), registrados pelo INMET entre os anos de 1971 e 1990.

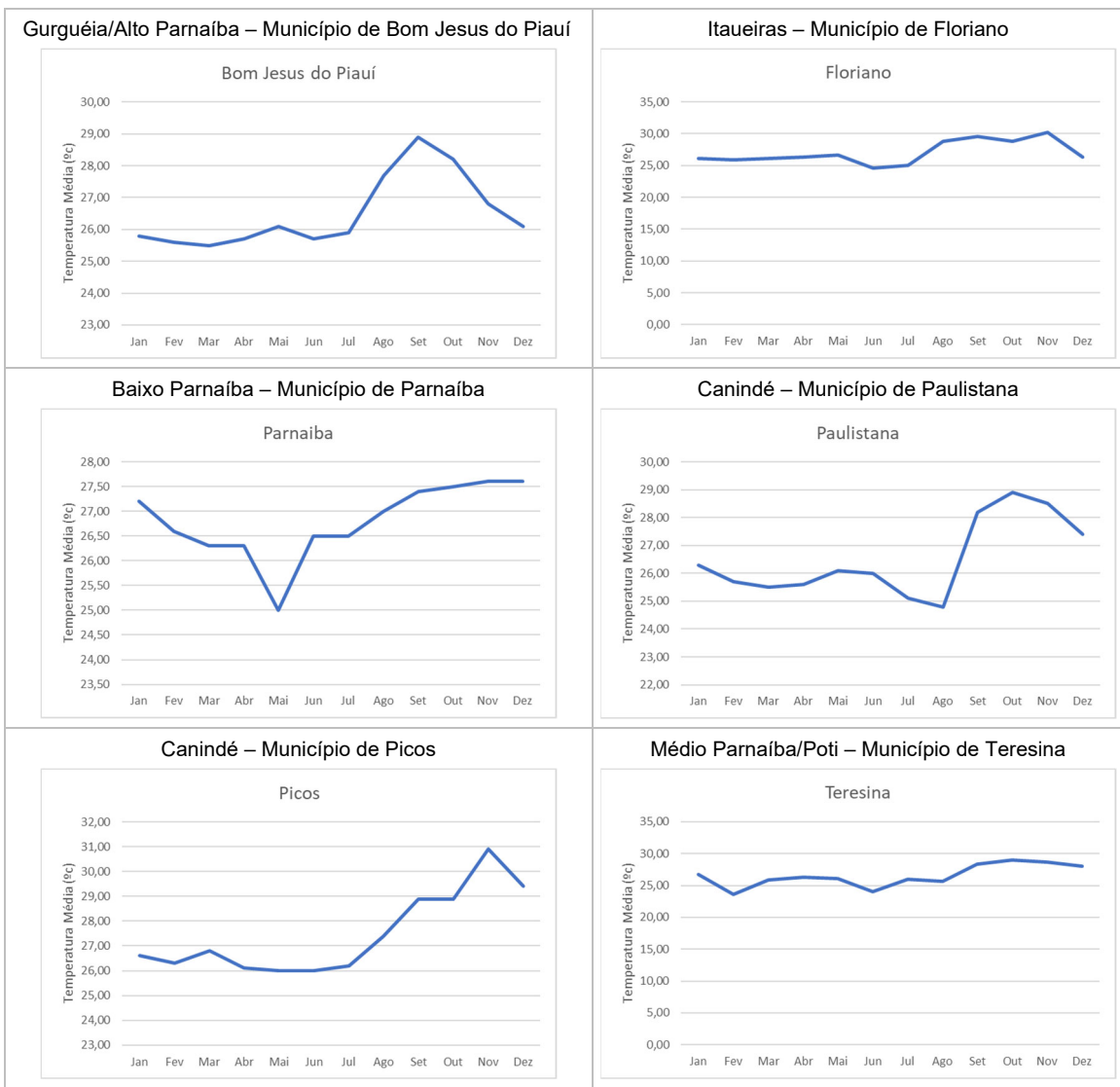


Figura 10. Temperatura média mensal no período de 1971 – 1990.
 Fonte: EMBRAPA (2003).


3.3. GEOLOGIA

A Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba está inserida nas províncias geotectônicas Borborema, Parnaíba e Costeira (Lima & Brandão, 2010).

As principais características das formações geológicas que ocorrem na bacia encontram-se sumarizadas nas tabelas a seguir (Tabela 4 a Tabela 6), sendo estas organizadas por unidade fisiográfica e de acordo com a compartimentação da BHRP em Territórios de Desenvolvimento efetuada pela Codevasf (2006a).

Ao final do capítulo é apresentado o Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (Figura 11).

Tabela 4. Síntese dos aspectos geológicos do Baixo Parnaíba.

<p>Planície Litorânea</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">Planície LitorâneaBacia Hidrográfica do Rio ParnaíbaRegiões FisiográficasAlto ParnaíbaBaixo ParnaíbaMédio Parnaíba	<p>Na região litorânea da BHRP, extremo norte do baixo Parnaíba, ocorrem os sedimentos eólicos (dunas e paleodunas) e os sedimentos aluvionares inconsolidados holocênicos. Nessa região ocorrem diamantes e Cloreto de sódio (NaCl).</p> <p>Na porção do Delta do Parnaíba ocorrem os sedimentos deltaicos (areia, silte, argila e vazas).</p> <p>Nos Tabuleiros do Parnaíba ocorrem:</p> <ul style="list-style-type: none">• Formações Pirabas: composta por sedimentos areno-argilosos e lateríticos;• Grupo Barreiras (arenitos ferruginosos conglomeráticos, lateritizados e argilitos na base; sedimentos pouco consolidados, avermelhados e constituídos de arenito síltico-argiloso e conglomeráticos);• Ocorrência de calcário no Complexo Granja: migmatitos diversos, granoblastitos e granolitos, recursos minerais: amianto, calcário, ferro-talco e rutilo;• Formação Pimenteira: folhelho cinza-escuro a preto com delgadas camadas de arenito fino;• Ocorrência de argila na formação Sardinha: basaltos escuros, predominantemente alterados, diabásicos, gabros e micromangeritos; ocorrência de cobre. <p>Recursos minerais: Há um grande potencial para a extração de argila utilizada na fabricação industrial de cerâmica vermelha; tijolos e telhas artesanais, adobe e artesanato, contudo esse processo ocasiona um problema de degradação ambiental oriundo da Não-recuperação de áreas utilizadas para extração mineral.</p> <p>Fonte: Codevasf (2006b).</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

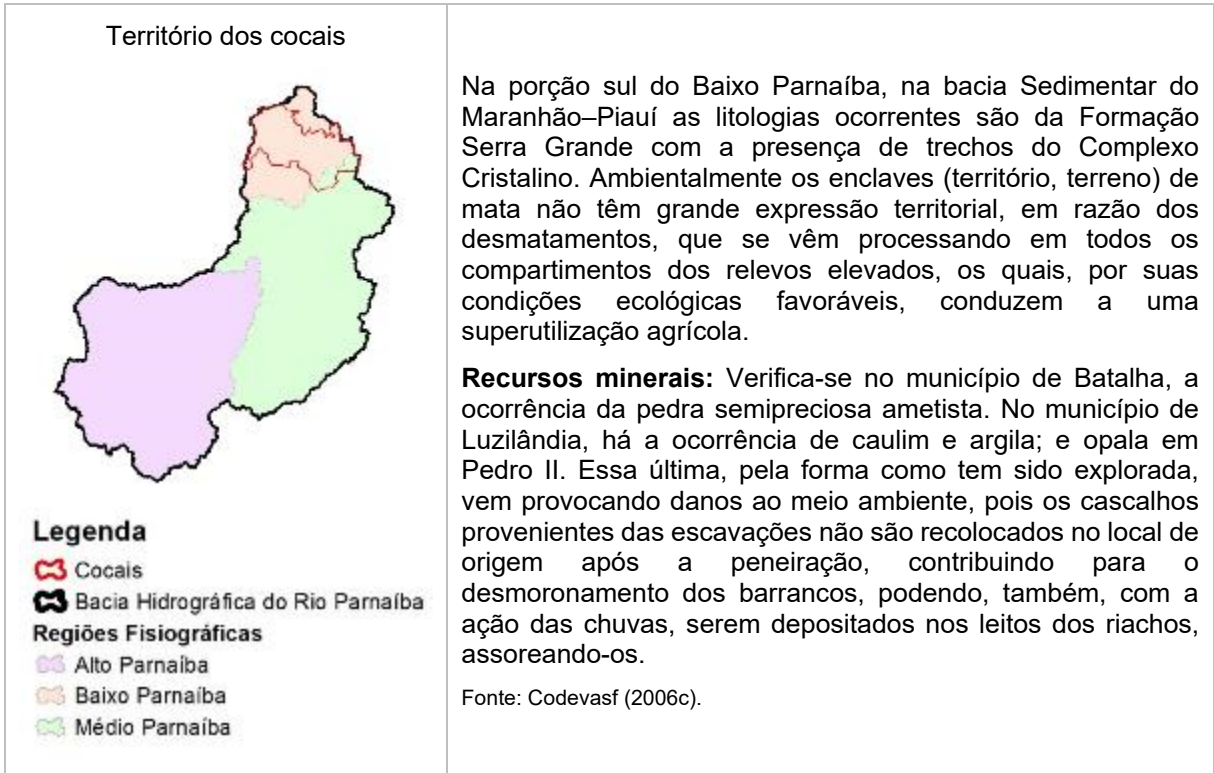


























Tabela 5. Síntese dos aspectos geológicos do Médio Parnaíba.

<p style="text-align: center;">Território dos Carnaubais</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Carnaubais  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>Na porção nordeste do Médio Parnaíba ocorre a Cuesta da Serra Grande com uma morfologia dissimétrica, condicionada por estruturas monoclinais que lhe imprimem um caráter cuestiforme. Coberturas areno-argilosas, com solos profundos, textura média, permeáveis, ditos latossolos amarelos álicos e areias quartzosas álicas.</p> <p>No extremo nordeste ocorre a Depressão de Crateús – caracterizada por feições planas irregulares, modeladas sobre os migmatitos, granitóides, gnaisses e xistos do embasamento cristalino. Solos rasos, pouco permeáveis, pedregosos. Brunos não cálcicos e podzólicos vermelho-amarelos, ambos eutróficos.</p> <p>A oeste, no Planalto da Bacia Sedimentar Piauí- Maranhão ocorrem as seguintes formações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formação Cabeça: constituída de arenito creme-avermelhado, com granulometria média a grosseira. Leitões espessos com estratificação cruzada. • Formação Pimenteira: formada de folhelhos e siltitos marrons, cinza-escuros e pretos micáceos em níveis de cólitos piritosos com intercalações de arenitos, principalmente no topo. • Formação Longá: caracterizada por áreas deprimidas da região de Campo Maior, constituídas por uma extensa depressão, contendo áreas alagadiças resultantes da impermeabilidade das sequências eminentemente pelíticas. <p>Recursos Minerais: Nessa região são produzidas rochas de revestimento do tipo quartzito, mais conhecida como pedra “morisca”. As jazidas estão localizadas nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. De acordo com informações da empresa Rochas Ornamentais do Brasil Ltda., a produção anual da pedra morisca é de 1.000 t/mês (CODEVASF, 2006d). A pedreira de onde é extraída a referida pedra morfologicamente apresenta uma estrutura longitudinal de origem sedimentar e ocupa uma superfície de mais de 1.000 ha.</p> <p>Outro mineral presente nessa região, mais especificamente no município de Independência-CE, é o calcário dolomítico, com capacidade de produção de 20.000 t/mês (CODEVASF, 2006d). Também se encontra, em menor proporção, a argila, que tem como destino as olarias para fabricação de telhas, tijolos e artesanatos.</p> <p>Fonte: Codevasf (2006d).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p style="text-align: center;">Território Entre Rios</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Entre Rios  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>Na porção noroeste do Médio Parnaíba é constituída por um território modelado pelas formações Piauí, Itapecuru e Pedra de Fogo dando aspecto arenoso e areno-argilosos aos solos em geral.</p> <p>Recursos Minerais: Ocorre a Extração de argila para fabricação de telhas, tijolos e artesanato em Teresina e José de Freitas, calcário dolomítico em Passagem Franca e José de Freitas e Extração de seixo, pedra e areia para o mercado da construção civil. Essas atividades comumente ocorrem sem controle ou fiscalização.</p> <p>Fonte: Codevasf (2006e).</p>
<p style="text-align: center;">Vale do Sambito</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Vale do Sambito  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>Na porção centro-norte do Médio Parnaíba Segundo a CODEVASF (2006f) na porção nordeste da BHRP predominam:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo Serra Grande com formação Jaicós apresentando arenito médio/grosso e eventuais pelitos. • Formação Cabeças com arenito fino bem selecionado. • Formação Poti com arenito cinza-esbranquiçado intercalado com folhelho e siltito. • Formações Pimenteiras, com folhelho cinza-escuro a preto com delgadas camadas de arenito fino; • Formação Sardinha, com basaltos escuros, predominantemente alterados, diabásios, gabros e micromangeritos; • Formação Longá, com folhelho e siltito cinza-médio e arenito branco, fino e argiloso; • Formação Piauí, com arenito cinza esbranquiçado predominantemente fino a médio e bem selecionado, eventualmente conglomerático, folhelho vermelho e calcário esbranquiçado; e • Formação Corda, com arenito cinza-esbranquiçado e avermelhado, fino a grosso e raros níveis de sílex. <p>Recursos Minerais: Ocorre na região a extração de brita para construção civil e a exploração da argila para fabricação artesanal e industrial de tijolos e telhas. Há contudo uma despreocupação com a recuperação das áreas utilizadas na extração de areia e argila.</p> <p>Fonte: Codevasf (2006f).</p>

<p style="text-align: center;">Vale do Rio Guaribas</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Vale do Rio Guaribas  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>A porção leste do Médio Parnaíba a geologia é composta pelo afloramento das seguintes formações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Embasamento Cristalino, composto por um complexo de rochas (gnaiesses, granitos, migmatitos, xistos, etc.) em que o meio aquífero é representado por fissuras e diáclases, solos geralmente rasos, apresentando baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural; • Formação Serra Grande, constituída principalmente de arenitos grosseiros e médios, conglomeráticos e conglomerados, em vários níveis; • Formação Pimenteiras, sobreposta à formação Serra Grande é constituída por uma sequência litológica representada por uma alternância de níveis de folhelhos e siltitos, intercalados subordinadamente por finos níveis de arenitos de granulação muito fina a siltosa de cores bastante variadas, predominando na sua porção inferior níveis arenosos; • Formação Cabeças, constituída de arenitos médios a grosseiros, às vezes conglomeráticos e micáceos, de cores claras, cremes e róseos. <p>Fonte: Codevasf (2006g).</p>
<p style="text-align: center;">Vale do Rio Canindé</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Vale do Rio Canindé  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>Na porção central do Médio Parnaíba ocorrem as formações Cabeças, Longá, Pimenteiras e Serra Grande. Essas formações compõem-se de amplos interflúvios com feições de tabuleiros desenhados a partir de siltitos, arenitos e folhelhos e inumados por coberturas areno-argilosas onde se desenvolvem latossolos amarelos e areias quartzosas, além de solos podzólicos vermelho-amarelos eutróficos.</p> <p>Fonte: Codevasf (2006h).</p>

























<p style="text-align: center;">Serra da Capivara</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Serra da Capivara  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>Na porção sul do Médio Parnaíba ocorre as seguintes formações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formação Pimenteiras, caracterizada por folhelhos e siltitos escuros laminados; • Formação Cabeças, caracterizada na região por áreas dispersas de arenitos avermelhados com estratificação cruzada; • Serra Grande representada por uma estreita faixa contínua de arenitos grosseiros, conglomeráticos com leito de conglomerados com estratificação cruzada; • Formação Sambaíba de arenitos branco-avermelhado com estratificação cruzada; • Grupo Salgueiro, caracterizado pela presença de micaxisto, quartzitos e calcário cristalino, com intrusivas básicas e ultrabásicas; • Grupo Caraíbas com gnaisses, migmatitos e quartzitos com lentes de anfíbolito. <p>Recursos Minerais: Nessa região ocorre a extração de argila para a fabricação de cerâmica vermelha e artesanato. Contudo, não há recuperação das áreas degradadas pós extração mineral.</p> <p>Fonte: Codevasf (2006j).</p>
<p>Vales dos rios Piauí e Itaueiras</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Tabuleiros dos Rios Piauí e Itaueiras  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>Na porção oeste do Médio Parnaíba ocorre as seguintes formações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formação Paleozóica, com presença dos grupos Cabeças, Pimenteira (região sudeste), Pedra do Fogo (na porção maranhense) e Longá, Poti e Piauí; • Formação Mesozóica, com formação Corda (no extremo noroeste); • Formação Cenozóica, com a presença de diversos depósitos, como os colúvios-eluviais, de terraços, aluvionares e detríticos-lateríticos. <p>Fonte: Codevasf (2006j).</p>

Tabela 6. Síntese dos aspectos geológicos do Alto Parnaíba.

<p>Tabuleiros do Alto Parnaíba</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Tabuleiros do Alto Parnaíba  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>Na porção norte do Alto Parnaíba ocorre as formações dos grupos Cabeças, Longá, Motuca, Pedra de Fogo, Piauí, Pimenteiras, Poti, Serra Grande, além das formações Areado, Corda, Exu, Mosquito, Pastos Bons, Gnaisse, Granitos, Mignatitos entre outros.</p> <p>A maior parte do território se encontra inserida na bacia sedimentar Piauí-Maranhão, fazendo parte da era geológica do Farenozóico, e ainda, uma outra parte, que é formada por embasamento cristalino, inserido nas eras Proterozóico e Arqueano.</p> <p>Fonte: Codevasf (2006k).</p>
<p>Chapada das Mangabeiras</p>  <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none">  Chapada das Mangabeiras  Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba Regiões Fisiográficas  Alto Parnaíba  Baixo Parnaíba  Médio Parnaíba 	<p>No extremo sul do Alto Parnaíba ocorre as seguintes formações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formação Serra Grande, que é constituída principalmente de arenitos grosseiros e médios, conglomeráticos e conglomerados, em vários níveis; • Formação Cabeças, caracterizada por arenitos médios a grosseiros, às vezes conglomeráticos e micáceos, de cores claras, creme e róseos; • Formação Poti e Piauí, que devido à suas semelhanças litológicas, se encontram agrupadas em uma só unidade hidrogeológica. São litologicamente caracterizados por uma sequência alternada de arenitos finos a médios e argilitos e folhelhos avermelhados e roxos. • Formação Pedra de Fogo, que litologicamente é composta por arenitos, silitos e folhelhos, que se intercalam em proporções variadas. Na área do Território da Chapada das Mangabeiras, esta formação se apresenta com pouco interesse hidrogeológico, além de sua pequena área de afloramento. <p>Fonte: Codevasf (2006l).</p>

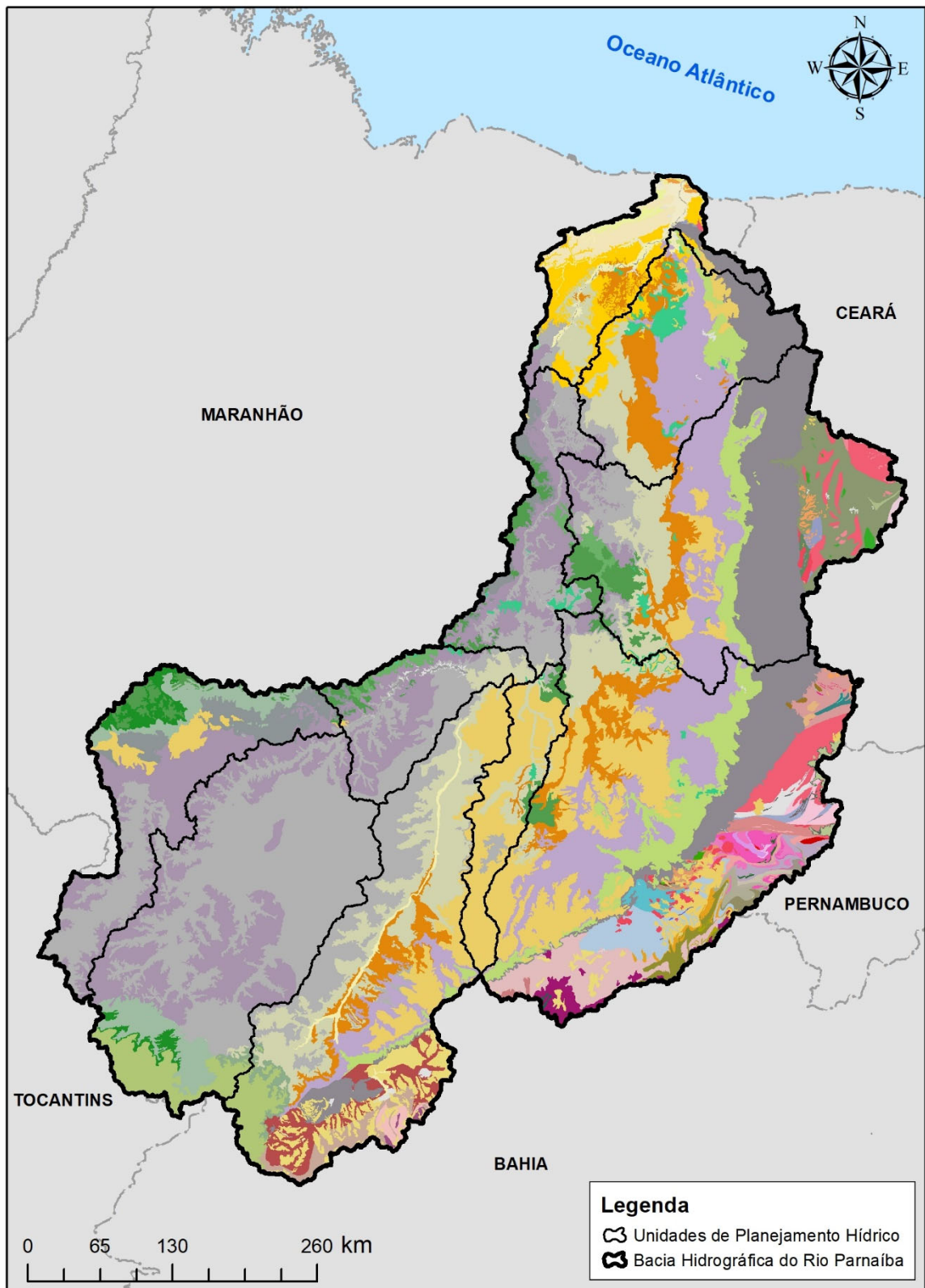


Figura 11. Mapa da Geologia da BHRP.
(Mapa 04 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Éon	Éra	Período	Idade (Ma)	Provincias Borborema, Parnaíba e São Francisco					
Fanerozóico	Cenozoico	Quaternário	Holoceno Pleistoceno	0,01	Q2a Q2i Depósitos Aluvionares (a): areias, cascalhos e níveis de argilas Depósitos Litorâneos (l): areias finas a grossas e dunas móveis				
				Q1d Depósitos de Cordões Litorâneos: areia mal selecionada					
				Q1a Depósitos Eólicos Continentais: areias, regularmente selecionadas					
				Qd1 Qd1m Qd1m Paleodunas (d): areias bem selecionadas, quartzões ou quartz-feldspáticas. Ambiente eólico-litorâneo; Depósitos de Pantanos e Mangues (pm): areia, silte, argila e matéria orgânica; Depósitos flúvio-marinhos (fm): depósitos indiscriminados de pantanos e mangues, flúvio-lagunares e litorâneos.					
				1,75	NOc-NOd Depósitos Colúvio-Eluviais (c): sedimentos arenosos, areno-argilosos e conglomeráticos Coberturas Detrito-Lateríticas (dl): areias com níveis de argilas e cascalhos e crosta latéutica				
				Nd Depósitos Detríticos e/ou Lateríticos (dl): sedimentos arenosos, areno-argilosos e lateríticos					
		Terciário	Neógeno Plioceno	23,5	Ln Depósito Grupo Barreiras: arenitos e conglomerados, com intercalações de siltes e argilas				
				En Depósito Formação Dois Irmãos: arenitos, conglomerados e pavimentos seixos, latetizados					
				63	Mioceno	K12a Formação Itapecuru: arenito, silte e folhelho. Ambiente fluvial e lacustre	K1a Grupo Areado: arenitos, siltes, folhelhos e conglomerados		
							K1b Formação Sardinha: basaltos e diabásias (134 Ma Ar-Ar)	K2u Grupo Uruçua: arenitos com estratificação cruzada de grande porte, arenitos conglomeráticos, pelitos	
						K1c Formação Santana: folhelhos, calcários, argilitos, margas e evaporitos. Ambientes marinho e estuário			
						K2c Formação Exu: arenitos caulínicos, siltes e conglomerados (fluvial entrelaçado)			
	Paleozóico	Permiano	Triássico	233	Grupo Mearim				
					J2a Formação Corda: arenitos, argilitos e folhelhos. Ambientes desértico, fluvial e lacustre				
					J2b Formação Pastos Bons: arenitos, folhelhos e calcários. Ambientes desértico, fluvial e lacustre				
					J1m Formação Mosquito: basalto e níveis de arenito (195 Ma Ar-Ar)				
					200	Permiano	Triássico	Grupo Balsas	
								T12a Formação Bambaiba: arenitos bimodais com estratificação cruzada de grande porte. Ambientes desérticos, dunas eólicas	
	Permiano	Permiano	Triássico	200	P3m Formação Motuca: arenito, silte, folhelho, calcário e evaporito. Ambiente desértico, lacustre.				
					P12p Formação Pedra de Fogo: arenitos, folhelhos, calcários e silteitas. Ambientes marinho raso e litorâneo				
					365	Permiano	Triássico	C2pi Formação Plaut: arenitos, siltes, folhelhos e calcários. Ambientes continental fluvial e litorâneo, com intercalações marinhas	
								Grupo Canindé	
					410	Permiano	Triássico	C1pb Formação Poti: arenitos, siltes e folhelhos. Ambientes deltaico e litorâneo	
								D3C1i Formação Longá: folhelhos e siltes. Ambiente marinho raso	
D2c Formação Cabeças: arenitos e siltes. Ambientes fluvial, estuário e marinho raso									
D2p Formação Pimenteiras: arenitos, siltes e folhelhos. Ambiente marinho raso									
415	Permiano	Triássico	S9g Grupo Serra Grande: conglomerados, arenitos e intercalações de siltes e folhelhos. Ambientes fluvial entrelaçado, marinho raso e glacial						
			560						
Proterozóico	Cambriano	Cambriano	543	Bacias do Jaibaras e do Cocóci					
				E3m Formação Melancia: ortoconglomerados polimíticos, com níveis de arenitos finos, siltes e folhelhos					
				E3ma Formação Angico Torto: ortoconglomerados, brechas, microbrechas, arenitos arenosos e raras lentes de siltes e argilitos					
				Plutonismo Pós-Orogênico					
				E1jma Suíte Massapé: proteritos, gabronitos e dioritos					
				Neoproterozóico II	Neoproterozóico II	543	Supersuíte Intrusiva Tardi a Pós-Orogênica		
	NP2Y1m Suíte Tamboril - Santa Quitéria (tm): granito, granito gnáissico, anfibolito e migmatito (622 a 600 Ma U-Pb, Granitóide associado à Suíte Tamboril - Santa Quitéria (t), Nova Russas (nr): granito, monzogranito e granodiorito								
	Supersuíte Intrusiva Sin a Tardi-Orogênica								
	NP3Y2a Suíte Intrusiva Chaval: granodioritos, quartz-sienitos (581 Ma U-Pb)								
	NP3Y2c Suíte Intrusiva Itaporanga: plútons Sales-Assaré (i18), Simões (i20) e sem denominação (i42): granitos e granodioritos grossos a porfíricos, associados a dioritos e a fases intermediárias de mistura, com ou sem epídoto magnético, calcicalcários de alto K								
	NP3g2 Suíte máfica a intermediária: gneis, gabronito, diorito monzo e quartz monzonito e granodiorito, faxes a médios, de afinidade subalcalina-shosonitoz								
	Choptiano	Choptiano	543	Supersuíte Intrusiva Tardi a Pós-Orogênica					
NP3Y3i Granitóides de cumismo indistinto									
NP3Y3a2 Suíte Intrusiva Caboclo - Plúton Nova Olinda: anfibólito-biotita sienitos, quartz-sienitos, alcalifeldspato quartz-sienitos, alcalifeldspato granitos alcalinos e potássicos									
NP3Y3a Suíte Intrusiva Serra da Aideia: anfibólito-biotita quartzo-alc-feldspato-sienitos e sienogranitos alcalinos									
NP3Y Granitóides Indiscriminados: granitóides diversos de quimismo indistinto									
NP5 2i Complexo Tauá: associação de diorito, granodiorito, tonalito, intrudido por granito porfírico									
Choptiano	Choptiano	543	Granitóides Pré a Sin-Orogênicos						
			NP2Y1r Suíte Intrusiva Rajada: biotita-muscovita ortognaisses tonalíticos a sienograníticos, metaluminosos a peraluminosos (668 Ma Rb-Sr)						
			NP2Y1i Granitóides Indiscriminados: ortognaisses diversos						
			Grupo Casa nova						
			NP2b2 Formação Barra Bonita: (sianita) (estaurólita): granada-mica xistos (cb1), com níveis de muscovita quartzitos (cb1q) e mármores (db1c), filitas (db2)						
			NP2b1 Formação Mandacaru: metagrauwacas feldspáticas ou quartzosas e níveis de granada mica xistos (cm1), (estaurólita)-(cordierita)-(sillimanita) granada mica xistos e metagrauwacas subordinadas, turbidíticos (cm2)						
Choptiano	Choptiano	543	Grupo Martinópolis						
			NP2c Formação Covão (c): sericita xisto, muscovita xisto, biotita xisto, mármore e rocha metavulcânica (marinho)						
			NP2j Formação São Joaquim (sj): clasticos e mármores quartzito, DIF, mármore, paragneises e rocha metavulcânica (marinho raso)						
			Grupo Ubajara						
			NP2ca Formação Caianas: ardósia, arenito e silte, arqueometamórficos (marinho raso)						
			NP2i Formação Trapá: arenito grosso e conglomerático, arqueometamórfico (flúvio-marinho)						
Choptiano	Choptiano	543							

Figura 12. Amostra da legenda do mapa geológico da bacia do Parnaíba (vide Caderno de Mapas – mapa 04).

3.4. HIDROGEOLOGIA

Na BHRP são identificados três domínios hidrogeológicos: i) Domínio Fraturado, representando 15,48% da bacia; ii) Domínio Cárstico representando de 0,05% da área da BHRP; e iii) Domínio Granular ou Poroso, com 84,47% (CPRM 2014):

- i) Fraturado tem seu arcabouço constituído de rochas cristalinas, ígneas ou metamórficas compactadas, não apresentando espaços vazios intercomunicantes entre os minerais. Em geral, estes meios possuem capacidade de permeabilidade reduzido, limitado apenas às fraturas entre as rochas.
- ii) Cárstico formado em rochas carbonatadas (calcários, calcarenitos, dolomitos, mármore), são aquíferos heterogêneos, descontínuos, com águas duras, o fluxo em canais. Sua produtividade é variada devido a heterogeneidade dos meios cársticos.
- iii) Granular ou poroso a base estrutural do arcabouço formado por sedimentos compostos por várias granulometrias (frações que vão da argila ao calhau em geral) em graus distintos de coesão (grãos soltos, friáveis, até materiais compactos e cimentados) e com idades deposicionais distintas como as rochas cenozóicas ou rochas depositadas ao longo de centenas de milhões de anos. Nas situações em que a presença de argila é reduzida, podem apresentar elevada permeabilidade e potencial hídrico.

O domínio hidrogeológico predominante em todas UPHs é o poroso, superando 60% de representatividade em todas as unidades, como pode ser observado na Figura 13 e Figura 14. O domínio cárstico é registrado apenas na UPH Canindé, no entanto sua presença não é expressiva, visto que ocupa uma área inferior a 1% da unidade hidrográfica.

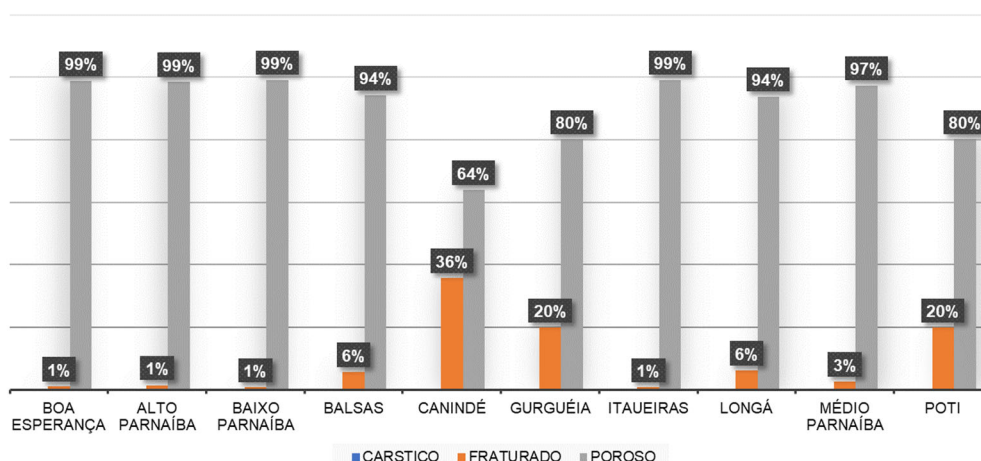


Figura 13. Percentual de ocupação dos domínios hidrogeológicos na UPHs.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado ANA (2016b); CPRM (2014).

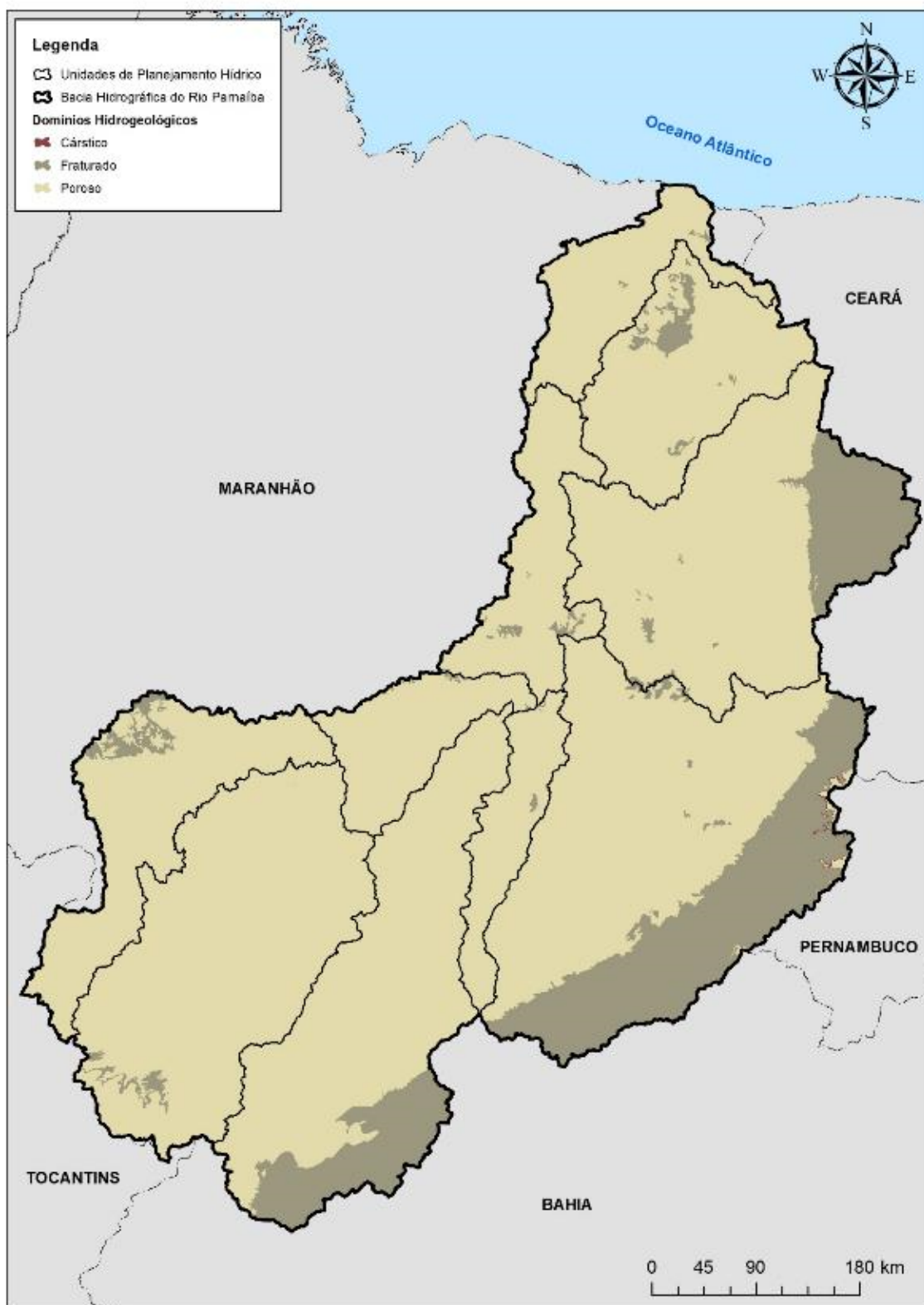


Figura 14. Domínios hidrogeológicos da BHRP.
(Mapa 05 do RF Caderno de Mapas, reduzido).

Na BHRP, 84% da sua área total é formada por terrenos sedimentares, domínio poroso, e ainda que, de forma geral, rochas sedimentares constituem grande potencial em termos de produtividade de poços e reservas hídricas (ANA 2005b), apenas 4% da área da bacia possui a produtividade hidroestratigráfica aflorante com classificações variando de alta à muito alta, conforme Figura 15 e Figura 16(CPRM, 2014).

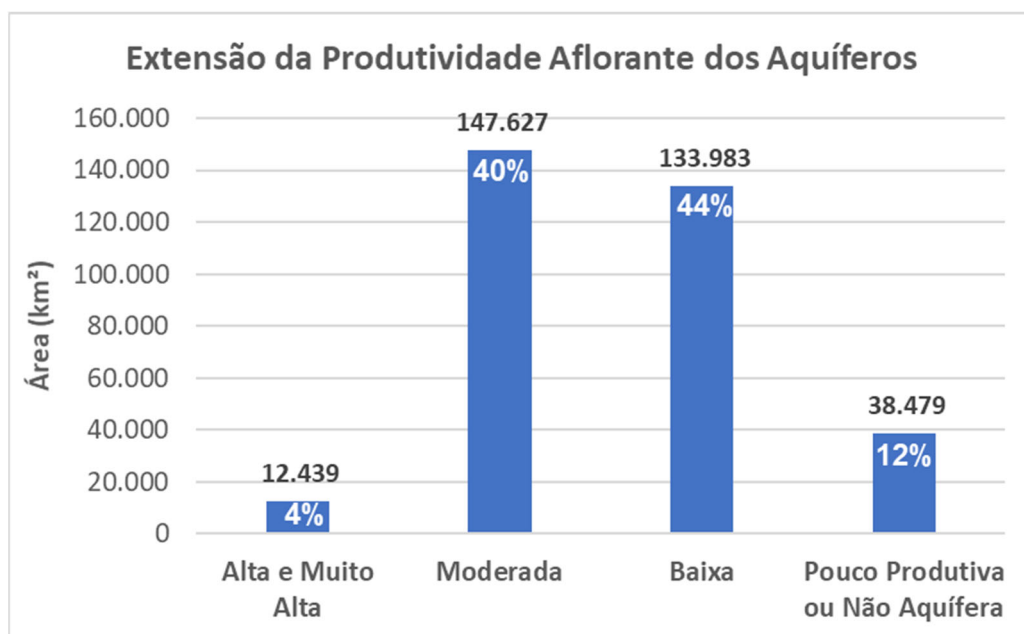


Figura 15. Extensão da produtividade hídrica aflorante da BHRP.

Fonte: CPRM, 2014.

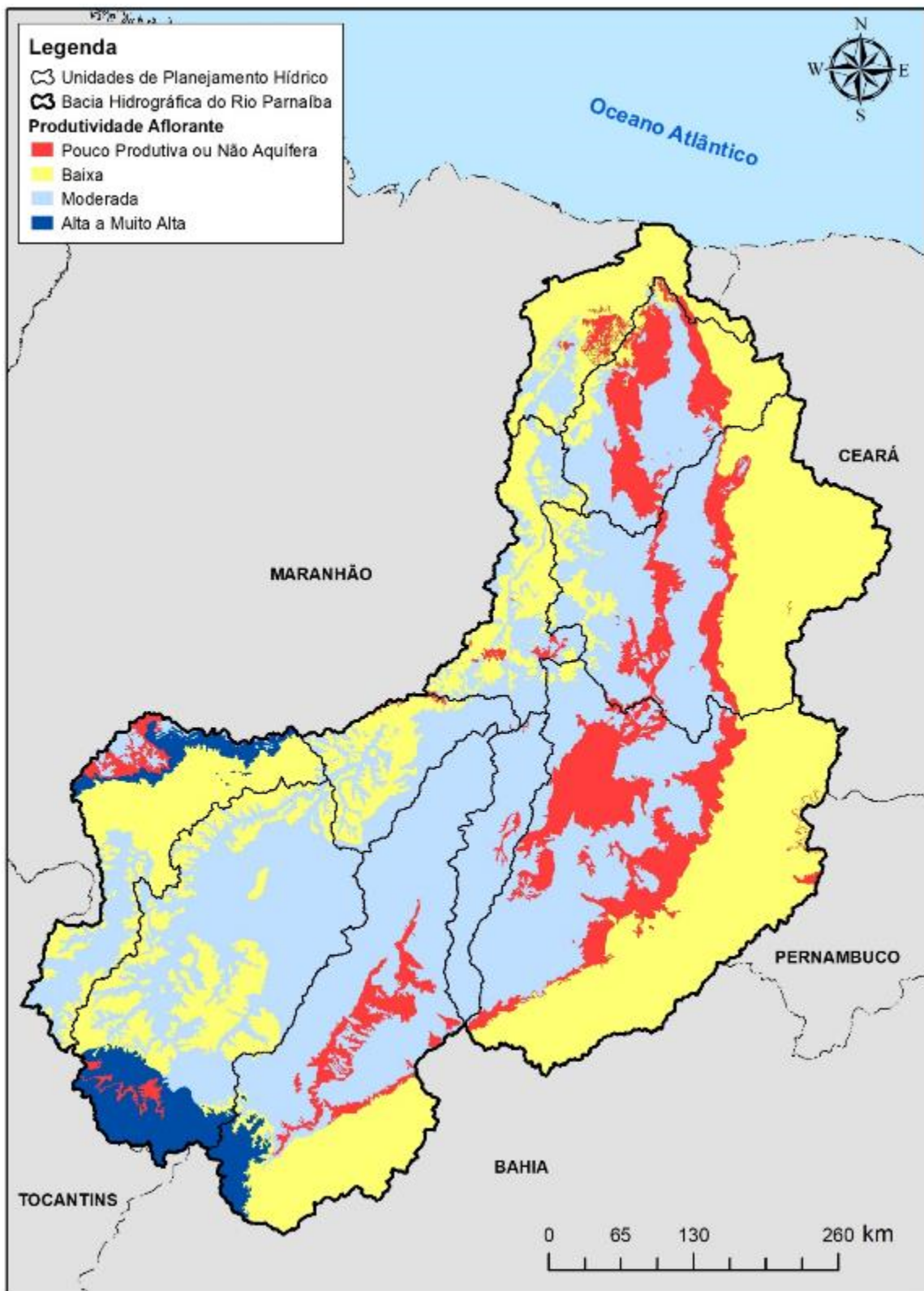
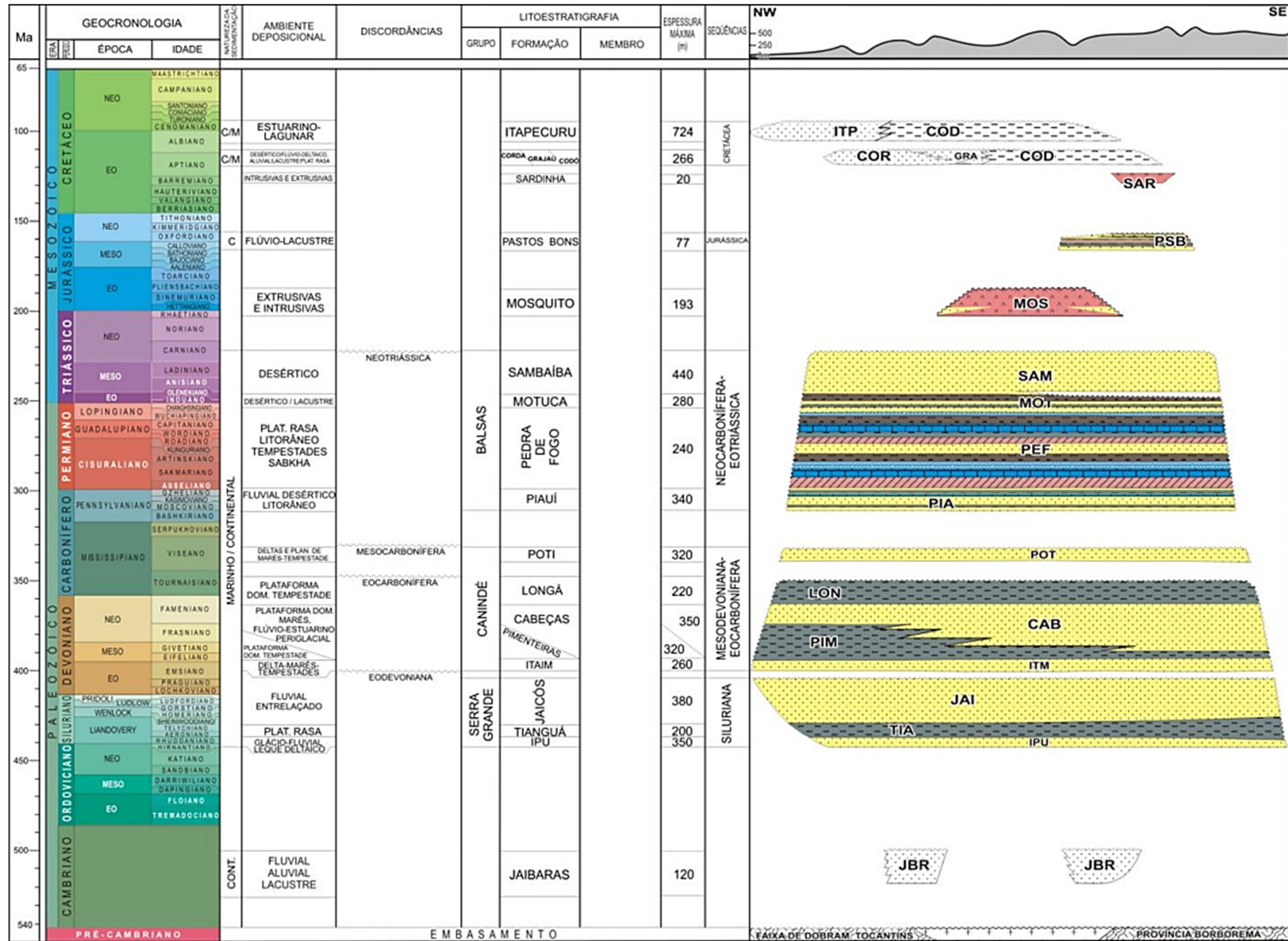


Figura 16. Produtividade hidroestratigráfica aflorante da BHRP.
(Mapa 06 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

A produtividade de cada unidade hidroestratigráfica depende diretamente da geologia do aquífero, sua porosidade, transmissividade, capacidade de recarga, entre outros fatores. Portanto, não basta o aquífero possuir grande extensão, se ele não puder reservar ou transmitir a água subterrânea com eficiência, ele pouco será útil.

Uma Unidade hidroestratigráfica é definida como uma agregação de formações geológicas ou partes delas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante e com produtividades da mesma ordem de grandeza.

Conforme o grau de permeabilidade existente nas diferentes fácies, sendo as mais permeáveis os aquíferos e os menos permeáveis os aquíferos (MAXEY, 1964, apud SEABER, 1988), cada unidade hidroestratigráfica pode ser identificada como parte menor de unidades que compõem outra maior, cada qual com suas características específicas, capacidades de armazenamento e produção distintas. Quando essas características são semelhantes podemos agrupar em sistemas aquíferos (Figura 17). Sistema Aquífero é um conjunto de unidades aquíferas contínuas e ligadas hidráulicamente (ANA, 2016d).



A maioria dos aquíferos, nos limites da BHRP, se enquadra na categoria de sistemas aquíferos, isto é, sistemas constituídos pela associação direta ou indireta de dois ou mais aquíferos. Há identificados 19 sistemas aquíferos nos limites da BHRP, onde 16 do tipo poroso/sedimentar, 2 do tipo fraturado e 1 do tipo cárstico. Os aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí representam a principal fonte hídrica de abastecimento de diversos municípios na BHRP, especialmente no semiárido, onde os rios são intermitentes. A Tabela 7 apresenta a relação e as áreas dos respectivos sistemas aquíferos e a Figura 18 ilustra a distribuição espacial dos mesmos.

Tabela 7. Sistema aquíferos presentes na BHRP.

Tipo de Aquífero	Nome do Aquífero	Área do Aquífero dentro da BHRP (km²)
Poroso	Poti-Piauí	96.371
	Cabeças	42.937
	Pedra de Fogo	36.795
	Serra Grande	29.147
	Longá	20.169
	Pimenteiras	14.201
	Urucuia-Areado	7.479
	Cordeira	7.431
	Motuca	7.305
	Barreiras	7.219
	Sambaíba	5.917
	Litorâneo Nordeste-Sudeste	3.539
	Pastos Bons	1.537
	Superior da Bacia do Araripe	467
	Itapecuru	85
	Dois Irmãos	75
	Subtotal Poroso	280.674
	Fraturado	Fraturado Semiárido
Fraturado Centro-Sul		9.025
Subtotal Fraturado		51.453
Cárstico	Santana	167
Total Geral		332.294

Fonte: ANA, 2016b.

Nos tópicos a seguir são descritos sumariamente as características dos principais aquíferos da BHRP, com base em ANA, 2007.

- Sistema Aquífero Serra Grande: representa a porção basal da Bacia Sedimentar do Parnaíba. É um aquífero explotado sob condições livre e confinada. Suas águas são predominantemente bicarbonatadas sódicas e bicarbonatadas mistas sendo que as primeiras predominam nas porções confinadas do aquífero. Em geral, a qualidade química das águas do Serra Grande mostra resíduo seco médio de 300 mg/l. Os principais usos das águas do Serra Grande compreendem o abastecimento doméstico e a irrigação.
- Sistema Aquífero Cabeças: é considerado o de melhor potencial hidrogeológico na Bacia Sedimentar do Parnaíba. As águas do sistema aquífero Cabeças apresentam boa qualidade química. Comumente o valor médio do resíduo seco é de 300 mg/l. São predominantemente cloretadas mistas e cloretadas magnesianas. Os principais usos da água desse aquífero são o doméstico e a irrigação.
- Sistema Aquífero Poti-Piauí: aflora em grande parte do Estado do Piauí sendo um dos sistemas aquíferos de maior abrangência areal na Bacia Sedimentar do Parnaíba. Ocorre, predominantemente, sob condição livre. Apresenta águas de boa qualidade, com resíduo seco médio de 200 mg/l, tendo como principal uso o doméstico.
- Sistema Aquífero Corda: ocorre sob condições livre, semiconfinado e confinado. Aflora nos Estados do Maranhão, Tocantins e Piauí. O principal uso desse manancial é para o abastecimento doméstico. O resíduo seco, em geral, é inferior a 400 mg/l, e, portanto, a água é de boa qualidade química.
- Sistema Aquífero Itapecuru: ocupa o topo da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Aflora nos Estados do Maranhão e Pará. É utilizado na pecuária e no abastecimento humano no interior do Estado do Maranhão, e para abastecimento doméstico na cidade de São Luís. Nesta cidade, o Itapecuru apresenta predominantemente águas carbonatadas-cloretadas com predominância do tipo sódica.

Com relação à extensão, o maior sistema aquífero aflorante é o Poti Piauí, correspondendo a 29% da área total da bacia, seguido do Cabeças e Fraturado Semiárido ambos com 13% de área.

A distribuição dos sistemas aquíferos nas diferentes UPHs é apresentada na Tabela 8 na qual constam a área do respectivo sistema aquífero inserido na UPH e o percentual de ocupação em relação a área total na respectiva UPH.

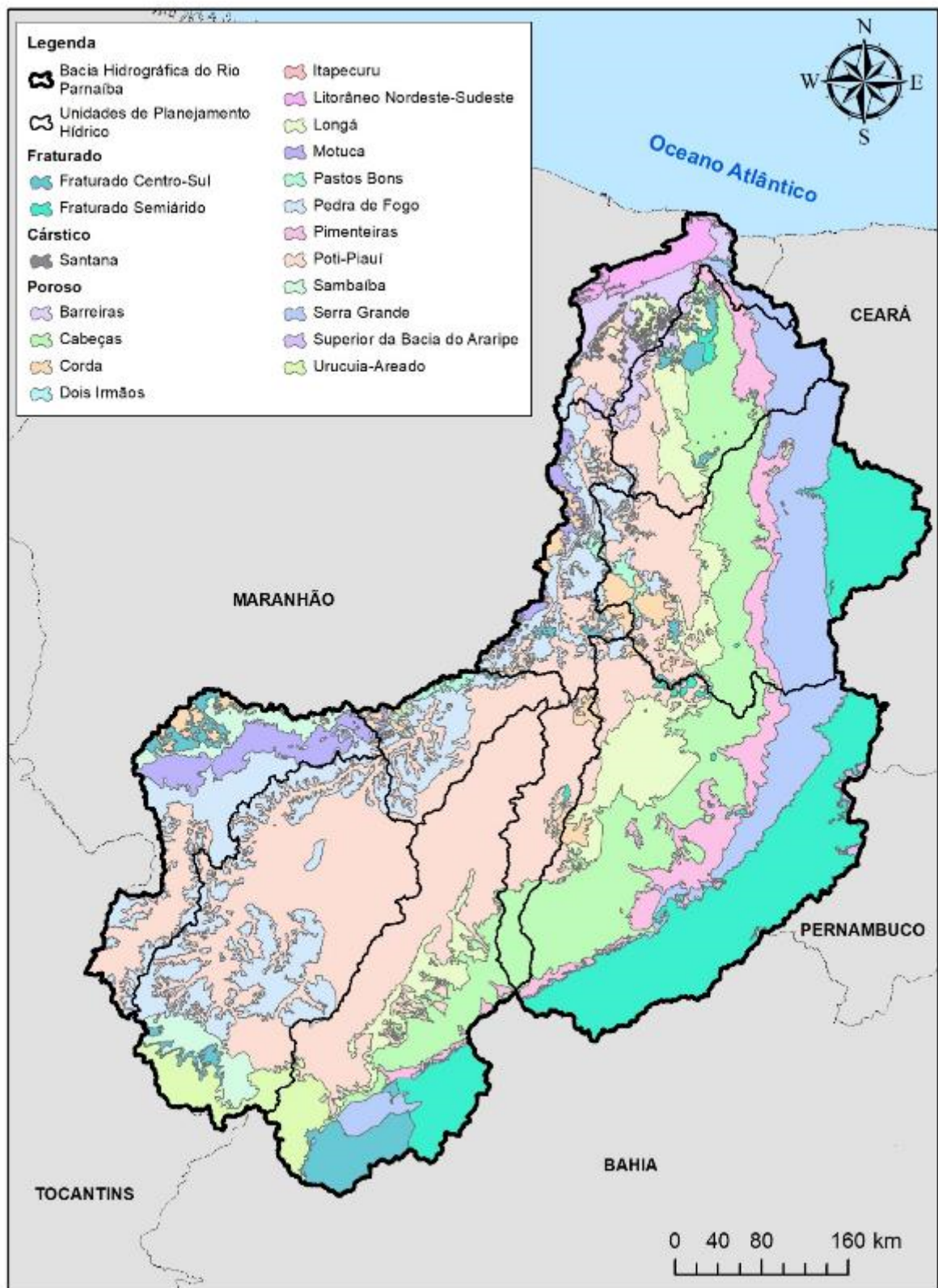


Figura 18. Sistemas aquíferos presentes na BHRP categorizados quanto o domínio hidrogeológico.

(Mapa 07 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Tabela 8. Área do sistema aquífero inserido na UPH e o percentual de ocupação em relação a área total da respectiva UPH.

UPH	Boa Esperança		Alto Parnaíba		Baixo Parnaíba		Balsas		Canindé		Gurguéia		Itaueiras		Longá		Médio Parnaíba		Poti	
	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH	Área (km ²)	% em relação a área da UPH
Barreiras					5.362	37,4%									1.716	7,1%	141	0,9%		
Cabeças					30	0,2%			18.442	24,6%	6.595	13,2%	2.256	22,0%	6.111	25,3%			9.503	18,2%
Corda	660	5,2%					1.495	5,8%	816	1,1%			620	6,1%			1.883	11,6%	1.957	3,8%
Dois Irmãos									75	0,1%										
Fraturado Centro-Sul	146	1,1%	737	1,4%	113	0,8%	1.459	5,7%	9		4.664	9,3%	18	0,2%	1.196	4,9%	428	2,6%	255	0,5%
Fraturado Semiárido									26.808	35,7%	5.092	10,2%	67	0,7%	371	1,5%			10.090	19,3%
Itapecuru					85	0,6%														
Litorâneo Nordeste-Sudeste					3.538	24,7%									1					
Longá					1.000	7,0%			7.881	10,5%	4.184	8,4%	166	1,6%	4.053	16,8%			2.885	5,5%
Motuca	269	2,1%	64	0,1%	2		5.377	21,0%									1.593	9,8%		
Pastos Bons	671	5,2%															243	1,5%	623	1,2%
Pedra de Fogo	4.669	36,5%	14.425	27,9%	427	3,0%	8.461	33,1%	331	0,4%	54	0,1%			144	0,6%	6.425	39,5%	1.859	3,6%
Pimenteiras					233	1,6%			7.566	10,1%	796	1,6%			2.305	9,5%			3.301	6,3%
Poti-Piauí	6.393	49,9%	29.084	56,4%	2.379	16,6%	6.070	23,7%	4.642	6,2%	23.500	47,2%	7.112	69,4%	4.235	17,6%	5.534	34,1%	7.422	14,2%
Sambaíba			3.176	6,1%			2.741	10,7%												
Santana									167	0,2%										
Serra Grande					1.166	8,1%			7.911	10,5%	1.764	3,5%			4.044	16,7%			14.262	27,4%
Superior da Bacia do Araripe									467	0,6%										
Urucuia-Areado			4.211	8,1%							3.268	6,5%								

Fonte: Elaboração própria; Adaptado ANA 2016b

Os cinco principais aquíferos subterrâneos, que correspondem a demanda quase total de utilização de água subterrânea na Bacia do Parnaíba, são o Poti/Piauí, Cabeças, Pedra-de-fogo, Serra Grande e Urucuaia-Areado. Nesses cinco aquíferos porosos, predominam as litologias de Arenitos finos a médios, mais raramente arenitos grosseiros, folhelhos e conglomerados. Particularmente, os aquíferos Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí representam a principal fonte hídrica de abastecimento de diversos municípios ali instalados, especialmente no semiárido, onde os rios são intermitentes

A Figura 19 apresenta como estão estratigraficamente depositadas as principais formações geológicas dos aquíferos mais produtivos da Bacia do Parnaíba, onde as formações em amarelo representam aquelas com capacidade aquífera e as formações em vermelho são os aquíferos Longá e Pimenteiras.

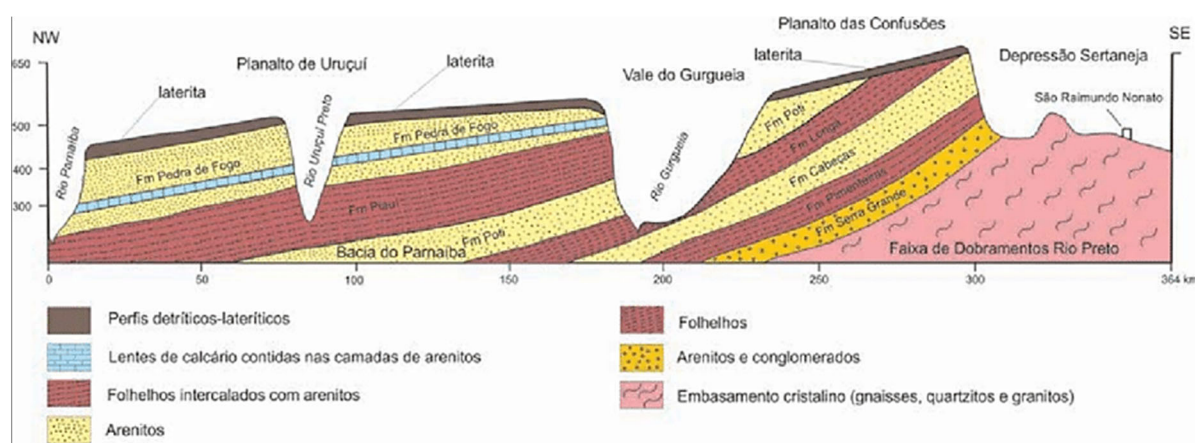


Figura 19. Perfil geológico da Bacia do Parnaíba no transecto do Rio Parnaíba até São Raimundo Nonato – Piauí.

Fonte: CPRM (2010).

A capacidade de armazenamento de água de um aquífero depende da extensão e espessura da camada de rochas permeáveis à água ou de material não consolidado (seixos, areia ou silte) do qual se pode extrair água por meio de um poço (PINTO-COELHO; HAVENS, 2016.). Os sistemas aquíferos aflorantes na bacia, são classificados, quanto a espessura como i) Alta com espessuras variando de 100 a 500 metros e ii) Médio com profundidades de 50 a 100 metros (Figura 20). As áreas classificadas com espessura alta correspondem a 80% do total da bacia. Já as classificadas com espessura média representam 6%, outros 14% do território não dispõem de informações.

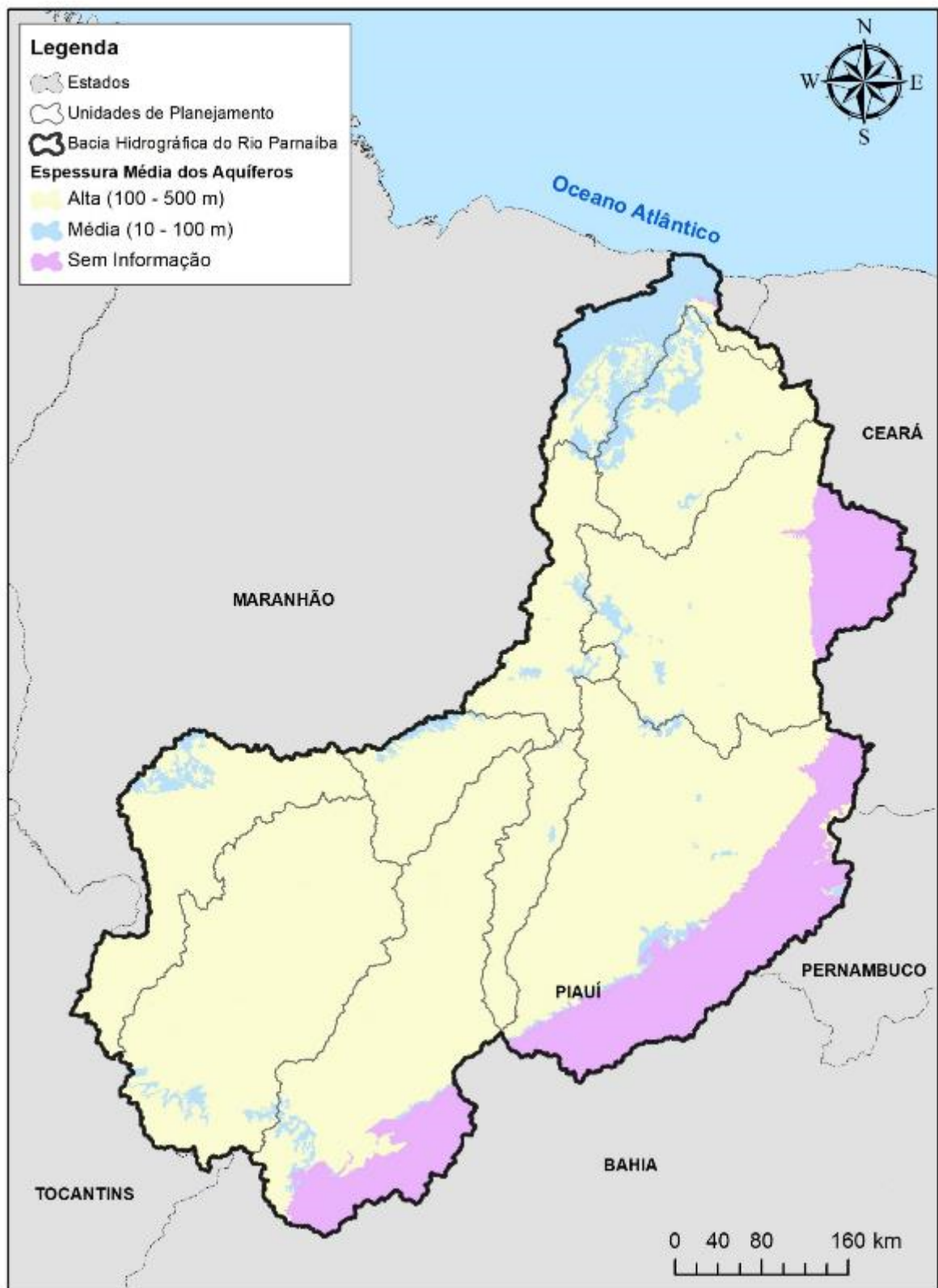


Figura 20. Espessura média dos aquíferos aflorantes.
(Mapa 08 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Sobre a ótica da condutividade hidráulica (permeabilidade), os solos na BHRP, são classificados de alta a baixa permeabilidade (Figura 21), com predomínio dos solos altamente permeáveis. Entretanto, essa classificação é aproximada, pois não existem registros específicos de área com cimentação ou algum obstáculo natural à peneiração vertical ou horizontal das águas superficiais.

A Figura 21 estabelece uma relação quanto a capacidade de drenagem do solo associado à maior ou menor pluviosidade do local, sendo esta uma análise parcial das áreas de recarga nos aquíferos da bacia. No entanto, a recarga resulta da diferença entre os *inputs* de água para o solo (precipitação, infiltração a partir dos rios, lagos e outros corpos hídricos superficiais) e os *outputs* de água desde o solo (evapotranspiração e escoamento superficial). Logo, a água que infiltra efetivamente depende da influência de fatores como índice pluviométrico, temperatura, características hidrogeológicas, relevo, uso do solo, entre outros.

Na Bacia do Parnaíba, a recarga ocorre principalmente na região sudoeste pelas águas pluviais que caem sobre os pacotes expostos de arenitos, siltitos e folhelhos das Formações Pedra de Fogo, Formação Piauí, Formação Urucuia e, em menor escala, através dos depósitos cenozoicos colúvio–eluviais expostos, onde os pacotes de solo funcionam como "*impluvium*", por meio do qual as águas pluviais chegam às zonas dos aquíferos.

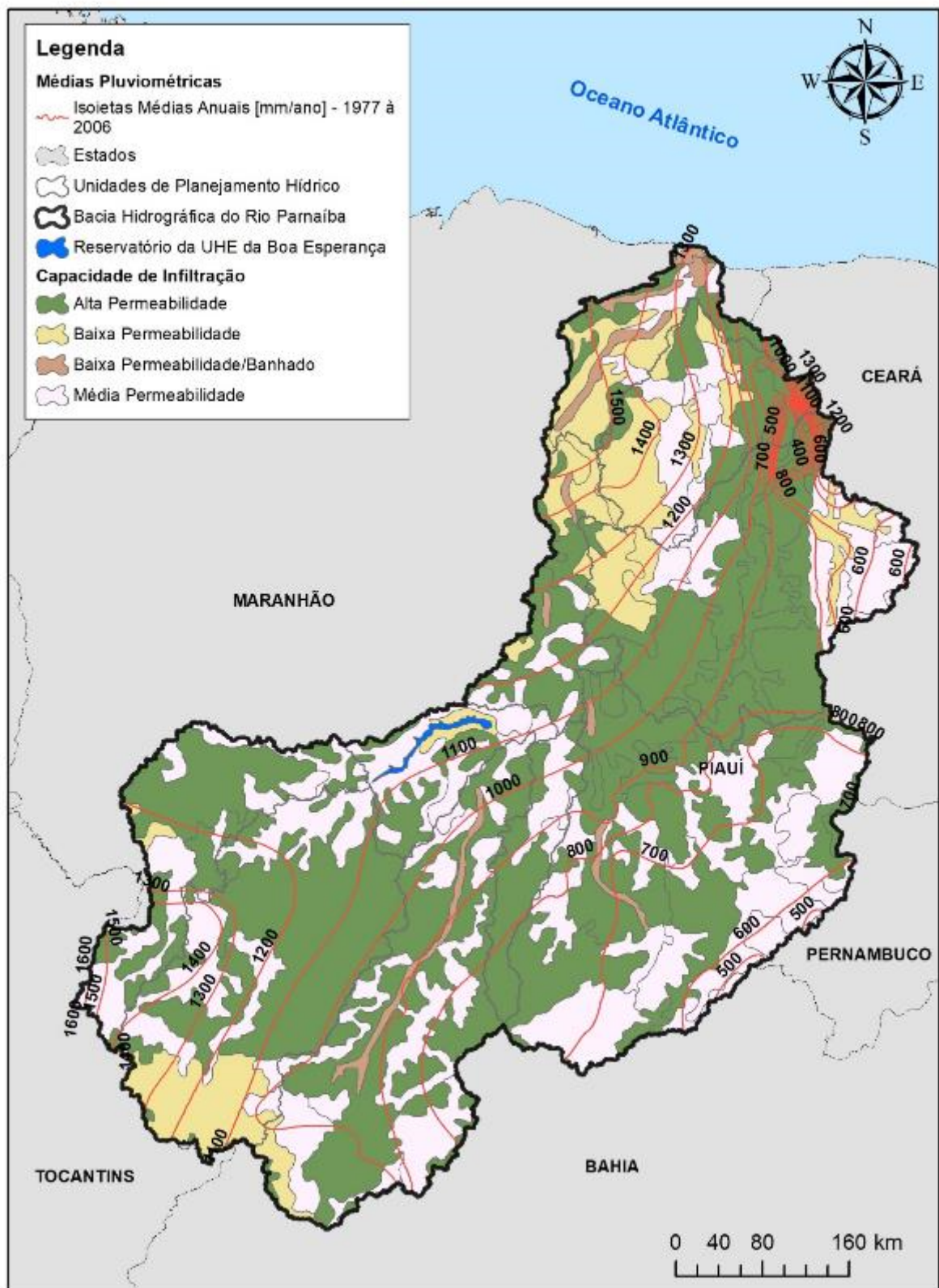


Figura 21. Permeabilidade do solo e curvas pluviométricas.
(Mapa 09 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Na bacia do Parnaíba, algumas formações funcionam como aquíferos que podem ser caracterizadas como formação geológica que, embora possa armazenar quantidades importantes de água, é de natureza semipermeável e portanto transmite água a uma taxa muito baixa - o que, em geral, inviabiliza o seu aproveitamento a partir de poços e/ou furos de captação de água.

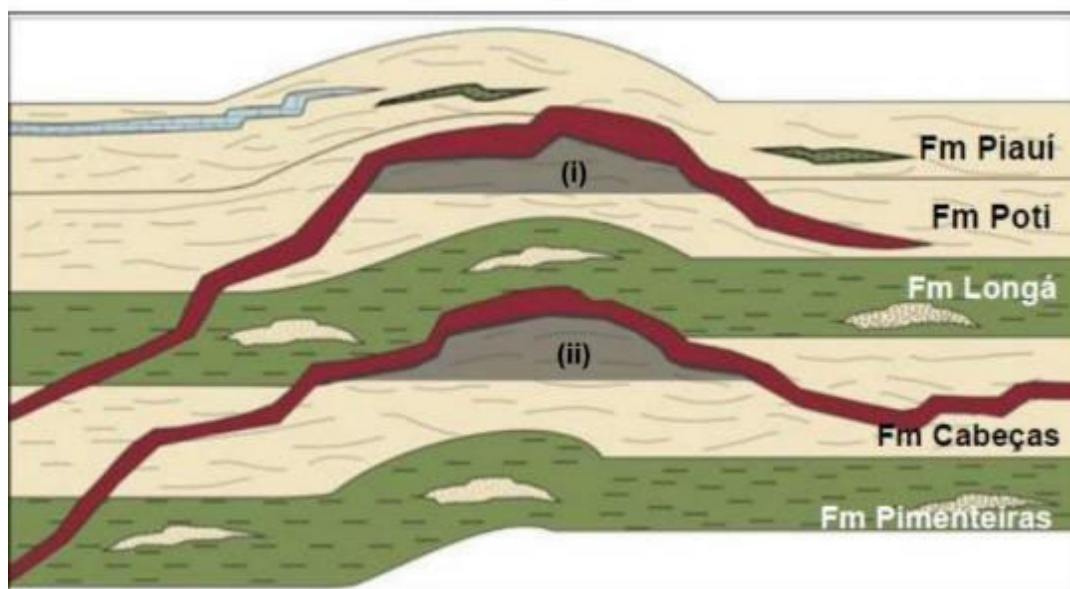


Figura 22. Seção geológica BHRP.

Fonte: ARAÚJO (2017).

Na BHRP, o sentido do fluxo das águas subterrâneas é determinado pela condutividade hidráulica das rochas granulares que, conforme já registrado, constituem a maior parte dos aquíferos na bacia. A Figura 23 apresenta o fluxo das águas subterrâneas na BHRP.

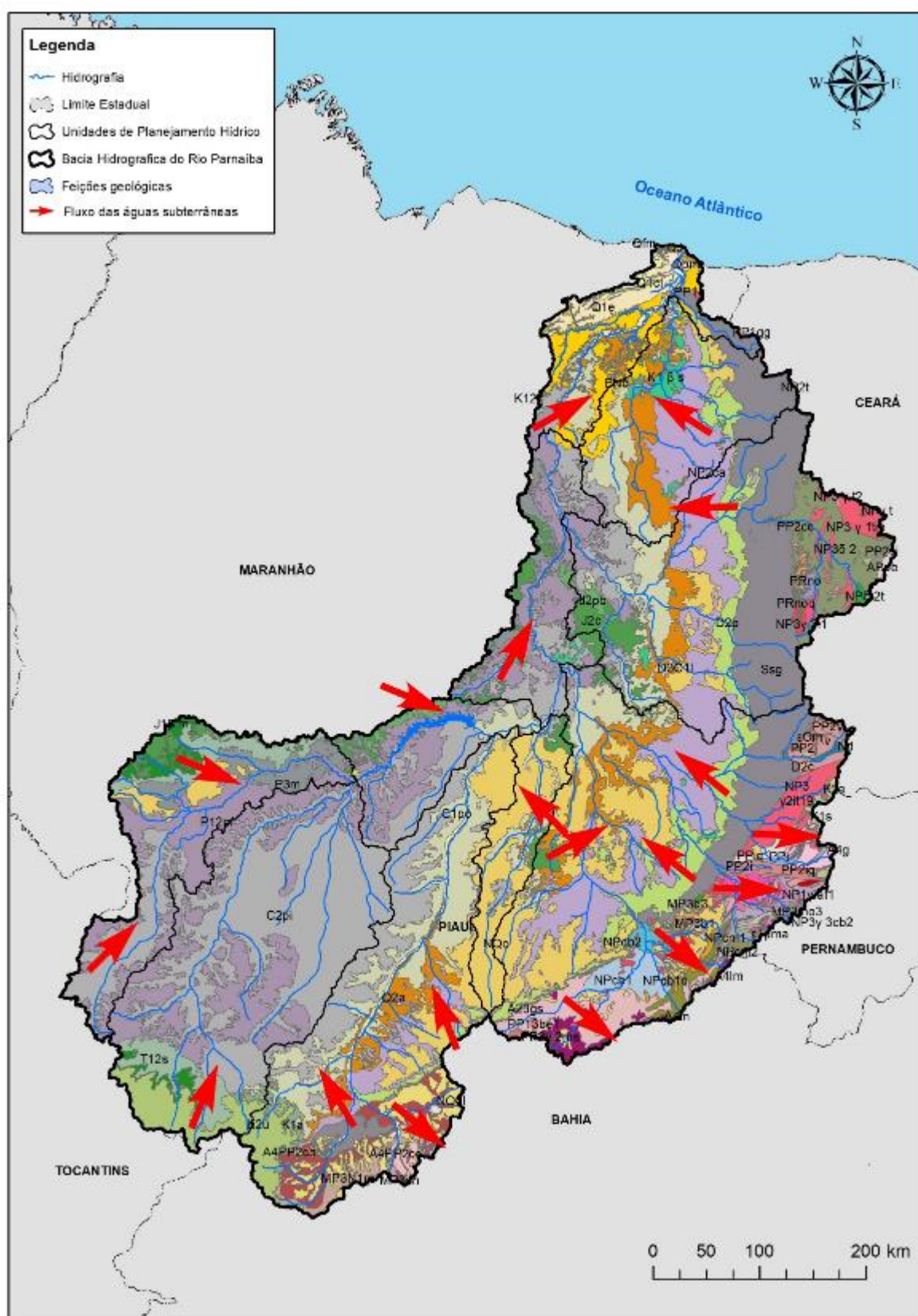


Figura 23. Mapa geológico e fluxo das águas subterrâneas.
(Mapa 10 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

3.5. DECLIVIDADE E HIPSOMETRIA

A Bacia do Parnaíba possui relevo predominantemente plano, sendo poucas áreas do seu interior classificadas como fortemente ondulada conforme demonstra a Figura 24. Mesmo nas áreas de maior altitude (Figura 25) as declividades são amenas.

De maneira geral, as maiores altitudes (em torno de 1.008 metros) localizam-se nas bordas sul das UPHS do Balsas, Alto Parnaíba e Gurguéia e na porção leste das UPHS do Canindé, Poti e Longá, sendo que estas vão diminuindo em direção ao rio Parnaíba até este encontrar-se com o oceano (nível do mar).

Nas figuras (Figura 24 e Figura 25) estão representados os mapas de declividade e hipsometria da BHRP, respectivamente.

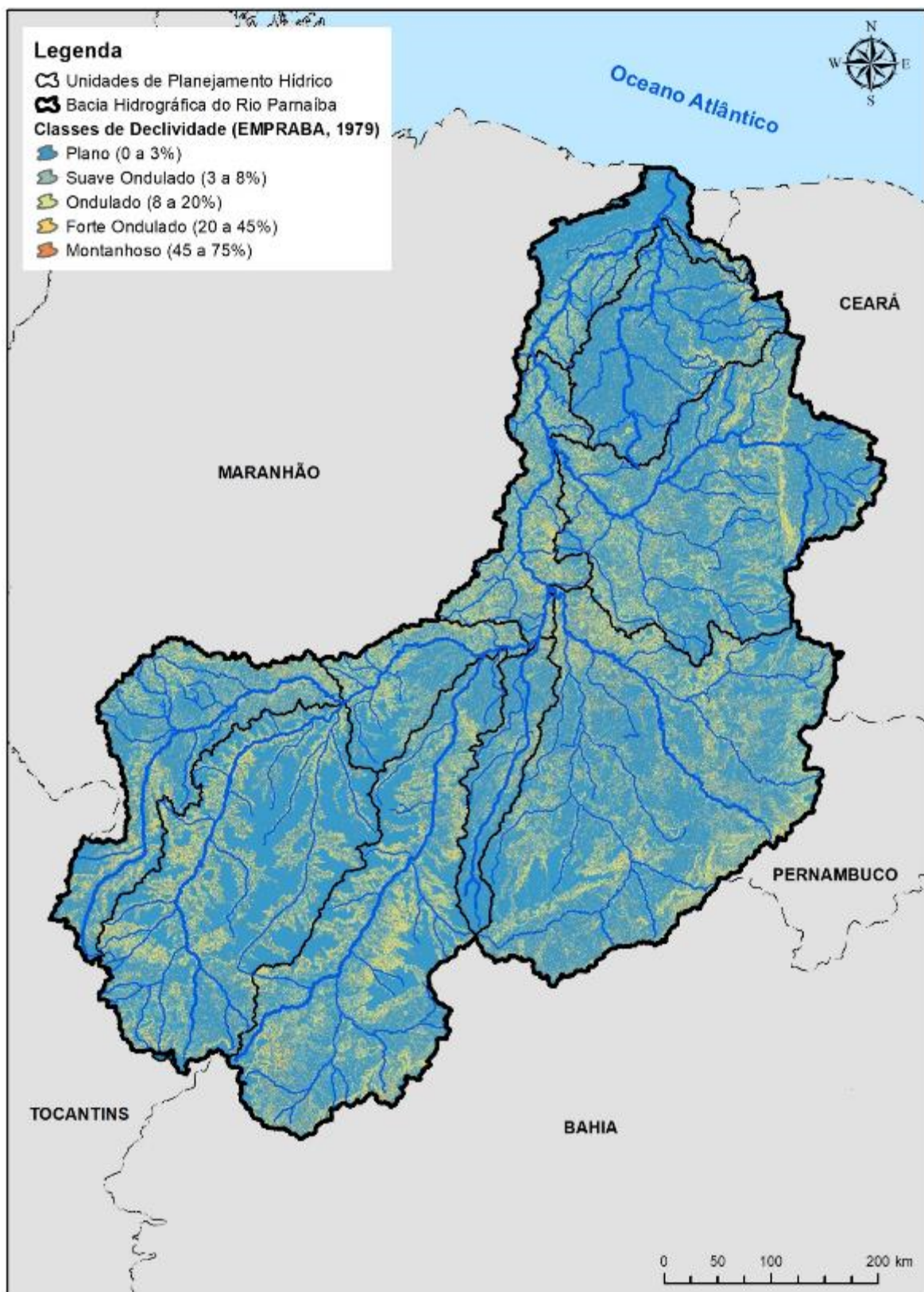


Figura 24. Declividade da BHRP.
(Mapa 11 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

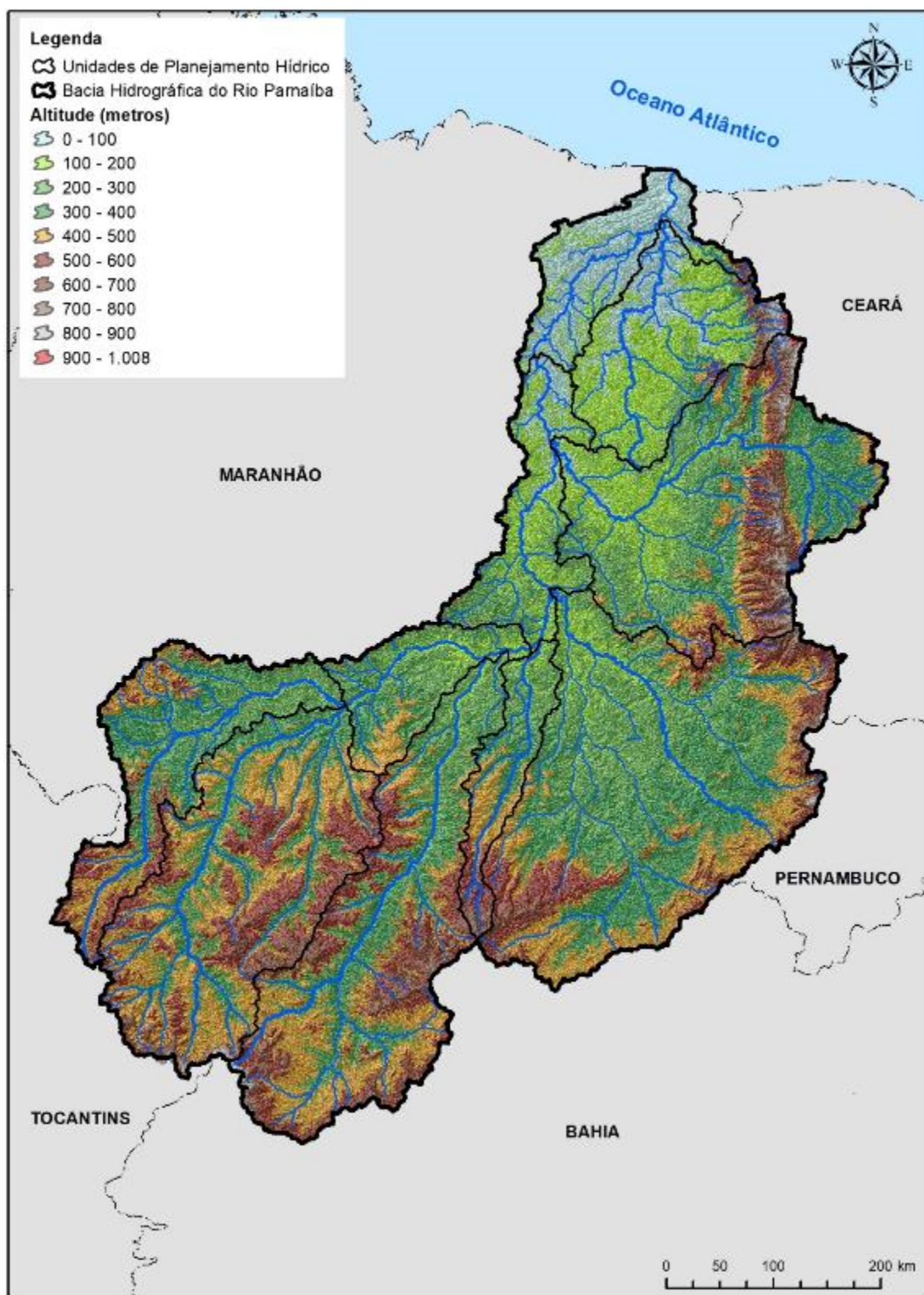


Figura 25. Hipsometria da BHP.
(Mapa 12 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

3.6. PEDOLOGIA

De acordo com EMBRAPA (2014), a BHRP é predominantemente recoberta por solos das classes Latossolos, Neossolos e Argilossolos sendo as outras classes com menor ocorrência. São encontradas as seguintes unidades de mapeamento de solos em proporções apresentadas na Tabela 9. Estas três classes, somadas juntas recobrem uma área de aproximadamente 259.000 km², o equivalente a aproximadamente 78% do território da bacia (Figura 26). O restante da área da bacia está distribuído entre as demais classes de solos identificadas.

Tabela 9. Solos da BHRP

Classe de Solos	Área (km ²)	%
Argissolos Vermelho-Amarelos	29.767	8,97%
Chernossolos Argiluvicos	737	0,22%
Gleissolos Haplicos	525	0,16%
Gleissolos Salicos	732	0,22%
Latossolos Amarelos	112.014	33,75%
Latossolos Vermelho-Amarelos	23.102	6,96%
Luvissolos Cromicos	15.571	4,69%
Neossolos Fluvicos	4.814	1,45%
Neossolos Litolicos	81.128	24,45%
Neossolos Quartzarenicos	36.068	10,87%
Nitossolos Vermelhos	611	0,18%
Planossolos Haplicos	2.276	0,69%
Plintossolos Haplicos Distroficicos	9.208	2,77%
Plintossolos Petricos Concrecionarios	15.011	4,52%
Vertissolos Ebanicos Orticos	301	0,09%

Fonte: Embrapa (2014)

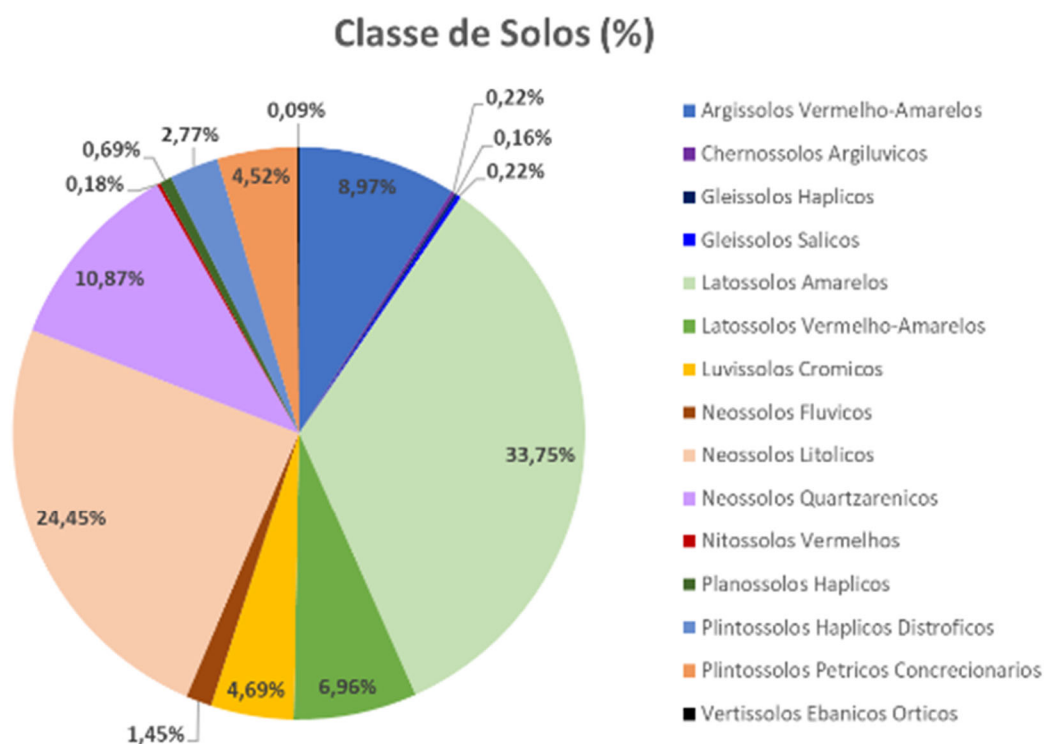


Figura 26. Solos da BHRP

No baixo Parnaíba, na região do delta do rio Parnaíba encontram-se os Gleissolos devido à baixa declividade e a influência do nível do lençol freático e da maré que comprometem sua capacidade de drenagem e promovem o hidromorfismo dos sedimentos colúvio-aluvionares. Seguindo o curso do rio Parnaíba, os solos predominantes são do tipo Plintossolos. A leste, ocorre os solos tipo Neossolos Quartzarênicos e mais na borda da bacia surgem os solos Neossolos Litólicos.

No médio Parnaíba, na região da depressão periférica, à leste da bacia, ocorre a presença predominante dos solos tipo Luvissolos Crômicos. No curso do rio Parnaíba, surgem os Latossolos. Na região central, predominam os solos Neossolos Litólicos e os Latossolos. A sudeste, surgem os solos tipo Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos.

A área central do Alto Parnaíba apresenta o solo predominante do tipo Latossolo Amarelo Distrófico. Na porção sul, no planalto ocidental, estão presentes solos do tipo Neossolo Quartzarênico, Luvissolos Crômicos Pálicos, Latossolos Amarelos Distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos.

Para melhor compreender as características de cada classe de solo identificada na Bacia Hidrográfica do Mearim, apresenta-se a seguir breve resumo de suas principais características, sendo que o mapa que demonstra as unidades de mapeamento dos solos é apresentado ao final deste item (Figura 27).

- **Latossolos:** Tipo de solo bem desenvolvido, profundo e bem drenado com horizonte B latossólico (Bw). Apresenta características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas uniformes no perfil. Exibe cores vermelhas, vermelho-amarelas, amarelas, acinzentadas ou brunadas. Ocorre comumente em relevo suave ondulado a plano. Apresenta boa capacidade de armazenamento de água e efluentes, e bom potencial para uso com mecanização agrícola e agricultura irrigada. Possui fertilidade natural baixa, problemas com fixação de fósforo e coesão natural em alguns indivíduos amarelos, notadamente àqueles que ocupam a região dos Tabuleiros Costeiros. É comumente utilizado como substrato para produção agrícola intensiva, pastagem, silvicultura, base para construção de rodovias e casas, e aterro sanitário, no caso dos argilosos.
- **Neossolos Flúvicos:** Solo profundo derivado de sedimentos fluviais, estratificado com variação de textura e do teor de carbono orgânico em profundidade. Fertilidade natural média a alta, relevo plano, que permite a mecanização agrícola, e bom potencial para agricultura, inclusive irrigada. Apresenta elevado risco de inundação periódica, salinização e solonização, restrição de drenagem ou de uso agrícola devido à legislação ambiental. Utilizado como substrato para agricultura irrigada, culturas agrícolas anuais e pastagem, pecuária extensiva e preservação ambiental das margens dos rios (mata ciliar).
- **Neossolos Litólicos:** Solo raso e geralmente pedregoso. Forma-se a partir de qualquer tipo de rocha, associado comumente a um relevo movimentado. Solo com nítido predomínio de atributos físicos, químicos e mineralógicos herdados do material de origem. Fertilidade natural alta quando derivados de rochas básicas e/ou de calcários. Pode ser utilizado como área de empréstimo de material (piçarra) para construção civil. Apresenta muitas limitações ao uso agrícola e não agrícola, tais como: pequena profundidade efetiva e pequena capacidade de armazenamento de água, pedregosidade e rochiosidade generalizada e alta suscetibilidade à erosão. Utilizado como substrato para pastagem natural e cultivos de subsistência em áreas planas, porém, em razão de suas limitações, sua indicação principal é para preservação ambiental.
- **Neossolos Quartzarênicos:** Solo derivado de rochas ou sedimentos de natureza essencialmente quartzosa. Apresenta textura arenosa até 1,5 m de profundidade. Ocorre em relevo suave ondulado e apresenta pequena diferenciação entre horizontes no perfil. Possui potencial baixo a médio para agricultura, grande profundidade efetiva, forte a excessivamente drenado e permite a mecanização agrícola. Como fator limitante, apresenta baixa a muito baixa capacidade de retenção de água, fertilidade natural muito baixa, baixos teores de matéria orgânica e elevado risco de contaminação de águas subterrâneas. Utilizado como substrato para agricultura irrigada (fruticultura), pastagem, pecuária extensiva, preservação ambiental e fonte de areia para construção civil.
- **Argissolos:** Apresenta acúmulo de argila em subsuperfície, tipificado pelo horizonte B textural (Bt). São solos minerais bem desenvolvidos e drenados, profundos a muito profundos. Exibe cores vermelhas, vermelho-amarelas,

amarelas, acinzentadas ou brunadas. Apresenta uma boa capacidade de armazenamento de água e efluentes, bom potencial para mecanização agrícola e agricultura irrigada, quando em relevo plano a suave ondulado. Possui, de modo geral, como fator limitante uma baixa fertilidade natural, alta suscetibilidade à erosão quando possui mudança textural abrupta, coesão natural em alguns solos amarelos, e associação com relevo movimentado. Utilizado para agricultura intensiva, pastagem, silvicultura e como base para construção de estradas e casas.

- *Luvissolos*: Solo raso a pouco profundo típico do ambiente semiárido, rico em bases e com argila de atividade alta. Apresenta acúmulo de argila em subsuperfície, caracterizado pelo horizonte Bt. Possui nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt em função da cor, textura e estrutura. Rico em nutrientes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}), com reação variando de moderadamente ácida a neutra. Aqueles mais profundos podem ser irrigados com restrições. Como limitações ao uso apresentam alta suscetibilidade à erosão, pedregosidade superficial comum, pequena profundidade efetiva, consistência muito dura quando seco, e muito pegajosa quando molhada, e risco de salinização e de solonização. Utilizado para agricultura de sequeiro, pastagem, pecuária extensiva e preservação ambiental.
- *Planossolos*: Solo com acúmulo significativo de argila em subsuperfície (horizonte B plânico). Apresenta transição abrupta entre os horizontes A ou E, e o B plânico subjacente. Solo imperfeitamente a mal drenado, apresentando cor pálida. Ocorrência dominante em relevo suave ondulado e plano. Seu potencial para uso agrícola depende da espessura dos horizontes A+E. Pode ser utilizado também para fabricação de utensílios de artesanato de barro. Como fatores limitantes se tem a drenagem restrita, a alta suscetibilidade à erosão, o elevado risco de salinização e de solonização, consistência dura a extremamente dura do horizonte B plânico, pequena profundidade efetiva e pedregosidade superficial. Utilizado como substrato para pastagem, pecuária extensiva, culturas agrícolas anuais de subsistência.
- *Plintossolos*: Ocorre nos terços inferiores de encostas e nas bordas de chapadas e tabuleiros. Sua formação está associada aos efeitos dos ciclos alternados de umedecimento e secagem atuais ou pretéritos. Solos de textura variável e com argila, comumente, de atividade baixa. Potencial médio a baixo para agricultura e com boa reserva de água quando não concrecionário. Permite mecanização agrícola em relevo pouco movimentado. Fonte de material para construção civil. Apresenta baixa fertilidade natural, drenagem imperfeita a má, pedregosidade e camadas de impedimento; e baixa disponibilidade de água quando concrecionário. Utilizado como substrato para culturas agrícolas de ciclo curto e pastagem; pecuária extensiva e preservação ambiental.
- *Gleissolos*: Solo mal a muito mal drenado com horizonte glei. Desenvolvido a partir de sedimentos colúvio-aluvionares sob hidromorfismo permanente ou sazonal. Apresenta cor acinzentada e ocorre em relevo plano no ambiente de várzea e de baixada. Fertilidade natural média a alta e permite a mecanização agrícola, se drenado artificialmente. Suas limitações, devido aos problemas de

drenagem, são riscos de inundação, de acidez elevada pelo manejo inadequado e de contaminação de cursos d'água e do lençol freático. Utilizado como substrato para agricultura intensiva, para produção de forragem e também para preservação ambiental nas margens dos rios.

- *Chernossolos*: Solo rico em bases e com argila de atividade alta, com reação moderadamente ácida a fortemente alcalina. Possui horizonte superficial enriquecido em matéria orgânica de cor escura (A chernozêmico). Solo desenvolvido a partir de rochas básicas, ricas em minerais ferromagnesianos e/ou calcário. Fertilidade natural alta. Potencial médio a alto para agricultura irrigada quando em relevo suave ondulado. Como fator limitante, apresenta elevada plasticidade e pegajosidade, restrição de drenagem, consistência dura a muito dura, dificuldade de manejo do solo com máquinas e implementos agrícolas, risco de erosão, além de que alguns indivíduos ocorrem em relevo ondulado. Utilizado como substrato para culturas agrícolas de ciclo anual e perene (fruticultura), agricultura irrigada e pastagem, pecuária extensiva e preservação ambiental nas áreas de maior declividade.
- *Nitossolos*: Solo bem desenvolvido, com baixo gradiente textural e horizonte B nítico. Em geral, apresenta altos teores de argila (>35%) com atividade baixa. Solo profundo, derivado de rochas básicas ou de sedimentos argilosos e/ou calcários. Possui estrutura forte ou moderada com presença de cerosidade expressiva e cor uniforme ao longo do perfil. Fertilidade natural média a alta, boa capacidade de armazenamento de água, uso favorável à mecanização agrícola e irrigação quando em relevo suave ondulado. Apresenta risco de erosão laminar, risco de compactação por máquinas agrícolas e, em alguns casos, problemas com o relevo ondulado. Utilizado como substrato para agricultura intensiva, pastagem e silvicultura. Além disso, serve para pecuária extensiva e como fonte de material para construção civil.
- *Vertissolos*: Solo argiloso a muito argiloso com alto teor de argilas expansivas e de bases trocáveis, com pronunciada mudança de volume conforme o teor de água. Solo pouco desenvolvido com presença obrigatória do horizonte vértico. Apresenta feições marcantes como superfícies de fricção (slickensides) e abertura de fendas no período seco. Possui alta fertilidade natural e alta disponibilidade de nutrientes em relevo pouco movimentado. Apresenta potencial médio para agricultura irrigada. Suas limitações são a elevada plasticidade e pegajosidade, o risco de salinização e de solonização, sua consistência dura a extremamente dura, dificuldade de manejo do solo com uso de máquinas e danos em construções e benfeitorias rurais. Utilizado como substrato para agricultura irrigada e de sequeiro, culturas agrícolas de ciclo curto, pecuária extensiva e preservação ambiental em áreas abaciadas.

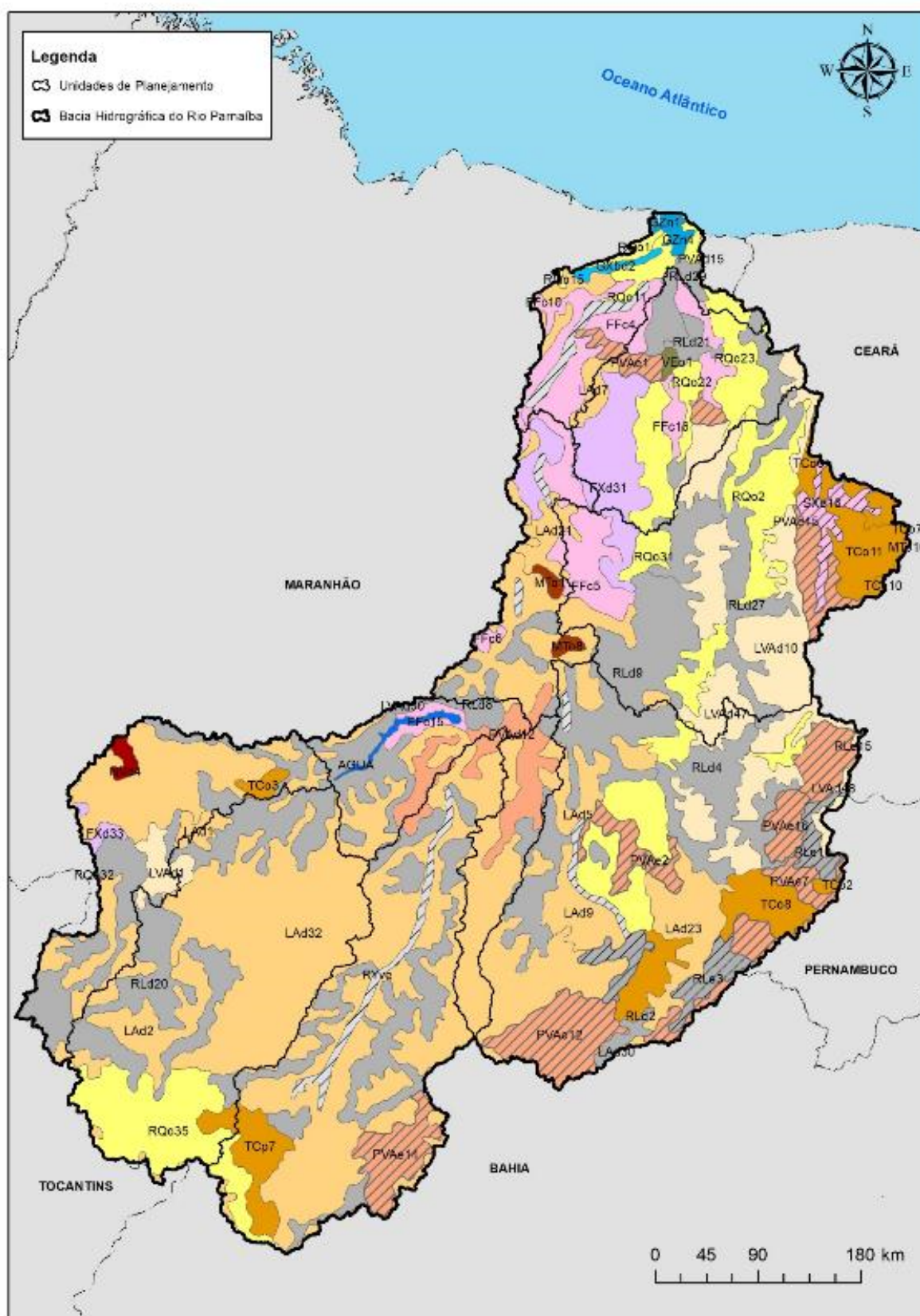


Figura 27. Pedologia da BHRP.
(Mapa 13 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).






































ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos	
	PVAd12 - Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Plintossolos Petricos Concrecionarios
	PVAd15 - Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Latossolos Amarelos Distróficos + Argissolos Acinzentados Distróficos
ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos	
	PVAe1 - Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Nitossolos Vermelhos Eutróficos
	PVAe2 - Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Luvisolos Cromicos Palicos
	PVAe7 - Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Neossolos Litolicos Distróficos + Planossolos Haplicos Distróficos
	PVAe12 - Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Latossolos Amarelos Distróficos
	PVAe14 - Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Luvisolos Cromicos Orticos
	PVAe15 - Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Luvisolos Cromicos Orticos + Neossolos Litolicos Eutróficos
	PVAe16 - Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Planossolos Haplicos Eutróficos + Neossolos Litolicos Eutróficos
CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Órticos	
	MT01 - Chernossolos Argiluvicos Orticos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos
	MT08 - Chernossolos Argiluvicos Orticos + Luvisolos Cromicos Orticos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos
	MT010 - Chernossolos Argiluvicos Orticos + Neossolos Litolicos Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos
GLEISSOLOS SÁLICO Sódicos	
	GZn1 - Gleissolos Salicos Sodicos
	GZn4 - Gleissolos Salicos Sodicos + Planossolos Natricos Orticos + Planossolos Haplicos Eutróficos
GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	
	GXbd2 - Gleissolos Haplicos Tb Distróficos + Organossolos Haplicos Sapricos
LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos	
	LAd1 - Latossolos Amarelos Distróficos
	LAd2 - Latossolos Amarelos Distróficos + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos
	LAd5 - Latossolos Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos
	LAd7 - Latossolos Amarelos Distróficos + Plintossolos Haplicos Distróficos
	LAd9 - Latossolos Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Orticos
	LAd21 - Latossolos Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Plintossolos Petricos Concrecionarios
	LAd23 - Latossolos Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Neossolos Quartzarenicos Orticos
	LAd30 - Latossolos Amarelos Distróficos + Neossolos Regoliticos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Orticos
	LAd32 - Latossolos Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Orticos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos
LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos	
	LVAd1 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos
	LVAd10 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Orticos
	LVAd30 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Cambissolos Haplicos Tb Distróficos
	LVAd47 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Orticos + Plintossolos Petricos Concrecionarios
	LVAd48 - Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Orticos + Neossolos Litolicos Distróficos
LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos	
	TC03 - Luvisolos Cromicos Orticos + Chernossolos Argiluvicos Orticos
	TC06 - Luvisolos Cromicos Orticos + Neossolos Litolicos Eutróficos
	TC07 - Luvisolos Cromicos Orticos + Vertissolos Haplicos Orticos + Neossolos Litolicos Eutróficos
	TC08 - Luvisolos Cromicos Orticos + Neossolos Litolicos Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos
	TC010 - Luvisolos Cromicos Orticos + Neossolos Litolicos Eutróficos + Planossolos Natricos Orticos
	TC011 - Luvisolos Cromicos Orticos + Neossolos Litolicos Eutróficos + Planossolos Haplicos Eutróficos
LUVISSOLOS CRÔMICOS Pálicos	
	TCp2 - Luvisolos Cromicos Palicos + Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos
	TCp7 - Luvisolos Cromicos Palicos + Chernossolos Argiluvicos Orticos + Argissolos Vermelhos Eutróficos

Figura 28. Amostra da legenda do mapa de pedologia.
(Mapa 13 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico

 RYve - Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos

NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos

-  RLd2 - Neossolos Litólicos Distróficos + Latossolos Amarelos Distróficos
-  RLd4 - Neossolos Litólicos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos
-  RLd8 - Neossolos Litólicos Distróficos + Plintossolos Pétricos Concrecionários
-  RLd9 - Neossolos Litólicos Distróficos + Afloramentos de Rochas
-  RLd20 - Neossolos Litólicos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Afloramentos de Rochas
-  RLd21 - Neossolos Litólicos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Afloramentos de Rochas
-  RLd27 - Neossolos Litólicos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Órticos + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos
-  RLd29 - Neossolos Litólicos Distróficos + Plintossolos Pétricos Concrecionários + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos


NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos

-  RLe3 - Neossolos Litólicos Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos
-  RLe10 - Neossolos Litólicos Eutróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Afloramentos de Rochas
-  RLe15 - Neossolos Litólicos Eutróficos + Luvisolos Cromicos Órticos + Planossolos Háplicos Eutróficos

NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos

-  RQo1 - Neossolos Quartzarenicos Órticos
-  RQo2 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Latossolos Amarelos Distróficos
-  RQo11 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Plintossolos Pétricos Concrecionários
-  RQo15 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Latossolos Amarelos Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Hidromórficos
-  RQo22 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Plintossolos Pétricos Concrecionários
-  RQo23 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Neossolos Litólicos Distróficos
-  RQo31 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Planossolos Háplicos Eutróficos + Plintossolos Pétricos Concrecionários
-  RQo32 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Planossolos Háplicos Eutróficos + Gleissolos Háplicos Tb Distróficos
-  RQo35 - Neossolos Quartzarenicos Órticos + Gleissolos Háplicos Tb Distróficos + Neossolos Quartzarenicos Hidromórficos

NITOSSOLO VERMELHO Distrófico

 NVd4 - Nitossolos Vermelhos Distróficos + Latossolos Vermelhos Distroféricos + Vertissolos Háplicos Órticos

PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico

 SXe16 - Planossolos Háplicos Eutróficos + Planossolos Natricos Órticos + Neossolos Litólicos Eutróficos

PLINTOSSOLOS PÉTRICOS Concrecionários

-  FFc4 - Plintossolos Pétricos Concrecionários + Plintossolos Háplicos Distróficos
-  FFc5 - Plintossolos Pétricos Concrecionários + Neossolos Litólicos Distróficos
-  FFc6 - Plintossolos Pétricos Concrecionários + Latossolos Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos
-  FFc10 - Plintossolos Pétricos Concrecionários + Latossolos Amarelos Distróficos + Plintossolos Háplicos Distróficos
-  FFc15 - Plintossolos Pétricos Concrecionários + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos + Neossolos Litólicos Distróficos
-  FFc16 - Plintossolos Pétricos Concrecionários + Planossolos Háplicos Eutróficos + Neossolos Quartzarenicos Órticos

PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos

-  FXd31 - Plintossolos Háplicos Distróficos + Plintossolos Pétricos Concrecionários + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos
-  FXd33 - Plintossolos Háplicos Distróficos + Neossolos Litólicos Distróficos + Gleissolos Háplicos Tb Eutróficos

VERTISSOLO EBÂNICO Órtico

 VEo1 - Vertissolos Ebanicos Órticos + Luvisolos Cromicos Órticos

Figura 29. Amostra da legenda do mapa de pedologia (continuação).
(Mapa 13 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

3.7. ÁREAS SUSCETÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO

De acordo com o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil (MMA, 2005), as secas afetam no todo ou em parte os estados pertencentes a BHRP. Os estados mais afetados da bacia são o Ceará e Piauí sendo que o estado do Maranhão passou a sofrer com esses eventos a partir da seca ocorrida no período 1979-1983.

Os processos de desertificação são resultado da interação de um conjunto de fatores, incluindo variações climáticas, atividades humanas e suas inter-relações. A remoção da cobertura vegetal natural associada a atividade de agricultura, propicia a ocorrência de processos erosivos e de salinização do solo, que ao interagir com as variações de clima e tempo, criam as condições favoráveis à desertificação (MMA, 2005).

Além desses fatores, as características locais dos tipos de solo também influenciam os processos de desertificação. Assim, solos rasos e sem capacidade de retenção de água tendem a favorecer o surgimento de áreas desertificadas (MMA, 2005).

Na BHRP são identificadas as seguintes áreas com suscetibilidade a desertificação (MMA, 2007):

- Núcleo de desertificação de Gilbués, composto por 15 municípios: Gilbués, Barreira do Piauí, Corrente, São Gonçalo do Gurgueia, Riacho Frio, Monte Alegre do Piauí, Bom Jesus, Redenção do Gurgueia, Curimatá, Cristalândia, Parnaguá, Júlio Borges, Avelino Lopes, Morro Cabeça no Tempo e Sebastião Barros (SILVA, 2008 apud PIAUÍ, 2010a);
- As áreas susceptíveis à desertificação (ASD): áreas semiáridas, áreas subúmidas secas e áreas do entorno;
- As áreas afetadas por processos de desertificação (AAPD), com graus variados de comprometimento ambiental (condição muito grave e moderada);

O mapa da Figura 30 ilustra a distribuição espacial dessas áreas no contexto geográfico da bacia.

Com relação ao núcleo de desertificação de Gilbués, Piauí (2010b) registra que a possibilidade de sua expansão é grande, em função de sua vulnerabilidade ambiental decorrente não somente pelos fatores climáticos (clima subúmido seco), mas também fruto da ocupação desordenada do solo e à realização histórica de atividades antrópicas degradantes, tais como: a pecuária, a agricultura de subsistência, a produção de lenha e carvão e a atividade de garimpagem para extração de diamantes.

As regiões Norte e Oeste do estado do Piauí apresentam áreas com menor propensão à desertificação, em função da flora de restinga bem preservada em relação a outras regiões do litoral nordestino. (PIAUÍ, 2010b).

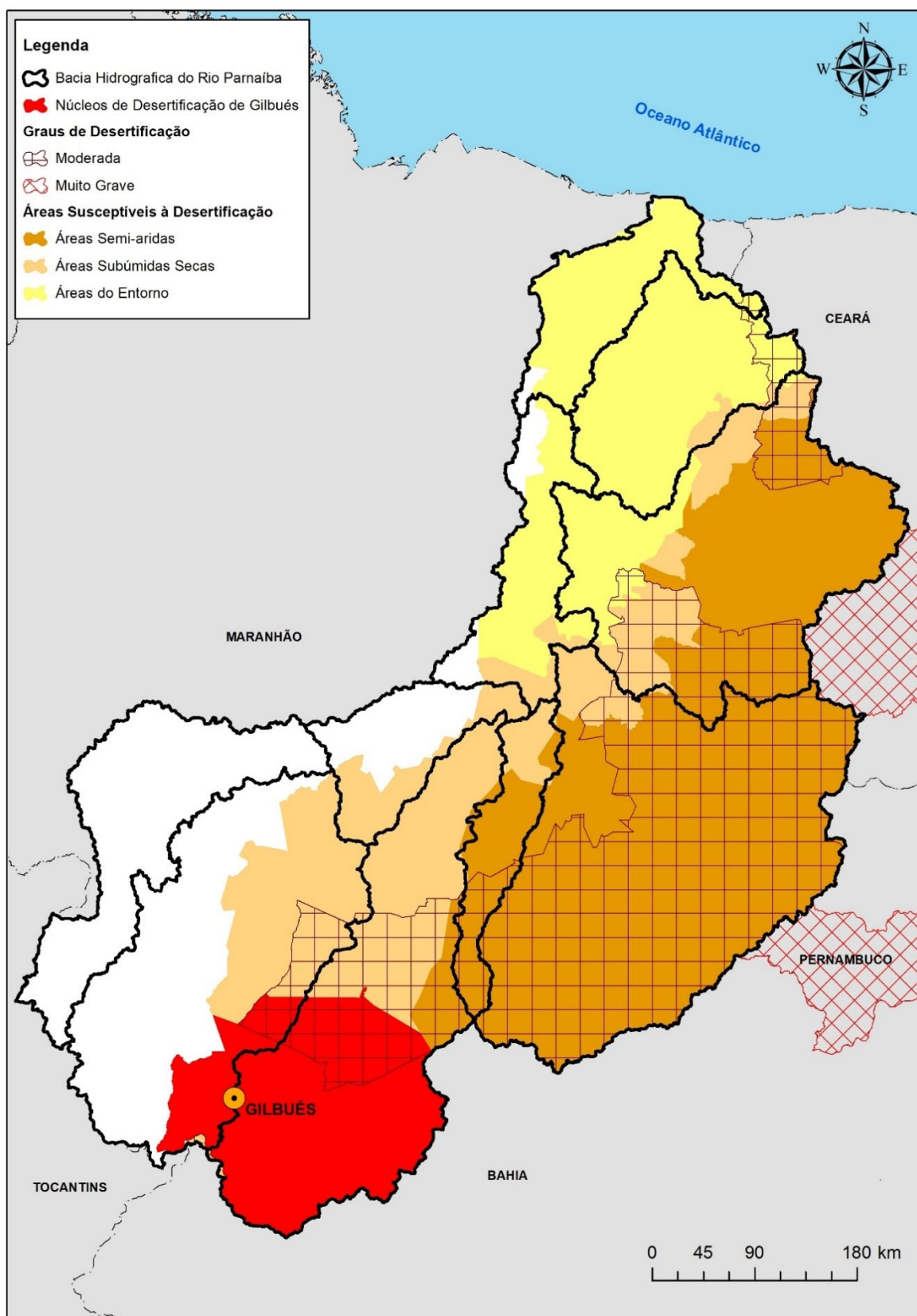


Figura 30. Áreas Suscetíveis a Desertificação
(Mapa 14 do RF Caderno de mapas, reduzido).

Em análise aos eventos relacionados à seca e estiagem disponibilizados no banco de dados da Defesa Civil⁴, entre os anos de 1980 a 2016 foram registradas 3.395 secas e/ou estiagens nos municípios da bacia. Os anos de 2013 e 2016 foram aqueles em que mais se reportaram esses eventos, sendo 531 no primeiro e, 287 no segundo. Quanto à distribuição mensal das ocorrências, mais de 45% foram registradas nos meses de maio, abril e julho, evidenciando os meses críticos destes eventos na Bacia (Figura 31 e Figura 32)

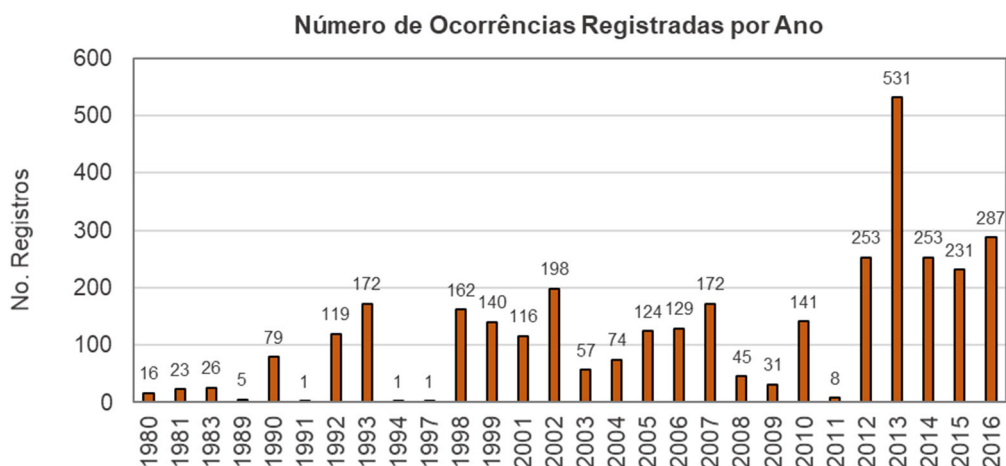


Figura 31. Número de registros de seca e estiagem por ano nos municípios da BHRP entre 1980 e 2016.

Fonte: S2ID (2016).

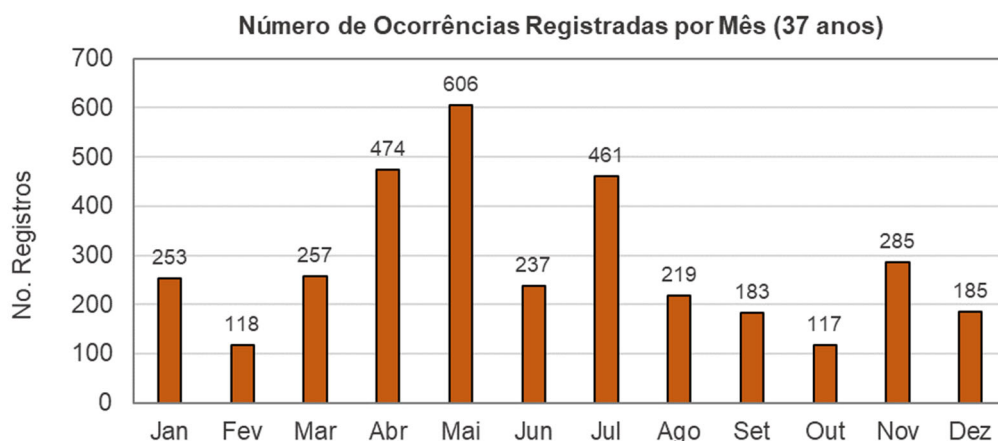


Figura 32. Número de registros de seca e estiagem por mês nos municípios da BHRP entre 1980 e 2016.

Fonte: S2ID (2016).

⁴ S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres.

Analisando a frequência média de ocorrência desses eventos nos municípios da bacia (Figura 33), verifica-se que juntamente com as UPHs do Canindé e do Itauéiras, Gurguéia e Poti são as regiões com maior criticidade quanto à eventos de seca e estiagem, contabilizando, em média, 12 e 13 eventos de seca para cada município no período analisado. A UPH do Canindé soma, em média, 17 eventos de seca por município, enquanto a UPH do Itauéiras contabiliza um valor médio de 16 eventos de seca por município em 37 anos.

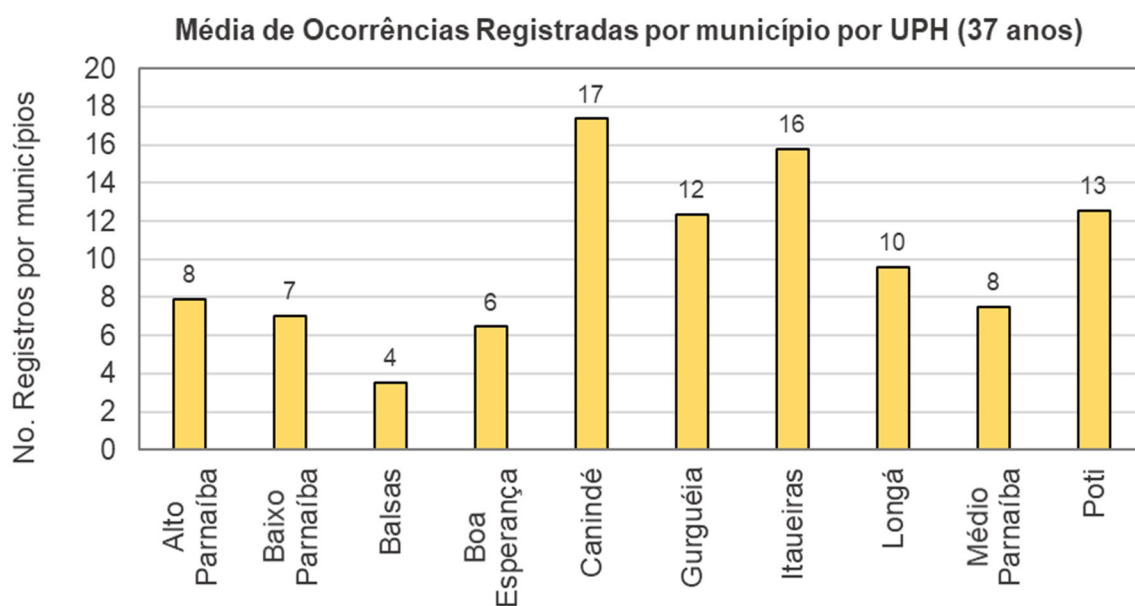


Figura 33. Número de ocorrências registradas de seca e estiagem por municípios por UPHs entre 1980 e 2016.

Fonte: S2ID (2016).

A Figura 34 a seguir espacializa os registros de seca e estiagem na BHRP no período compreendido entre os anos 1980 e 2016. Verifica-se que praticamente todos os municípios da bacia reportaram pelo menos um evento relacionado a esse tipo de desastre, demonstrando abrangência generalizada e periódica desse problema na bacia.

Nota-se que os municípios que registraram pelo menos 16 eventos (coloração vermelha da figura) encontram-se inseridos dentro da região do semiárido brasileiro (hachura de coloração roxa da Figura 34) e também, dentro dos limites das áreas suscetíveis a desertificação (Figura 30)

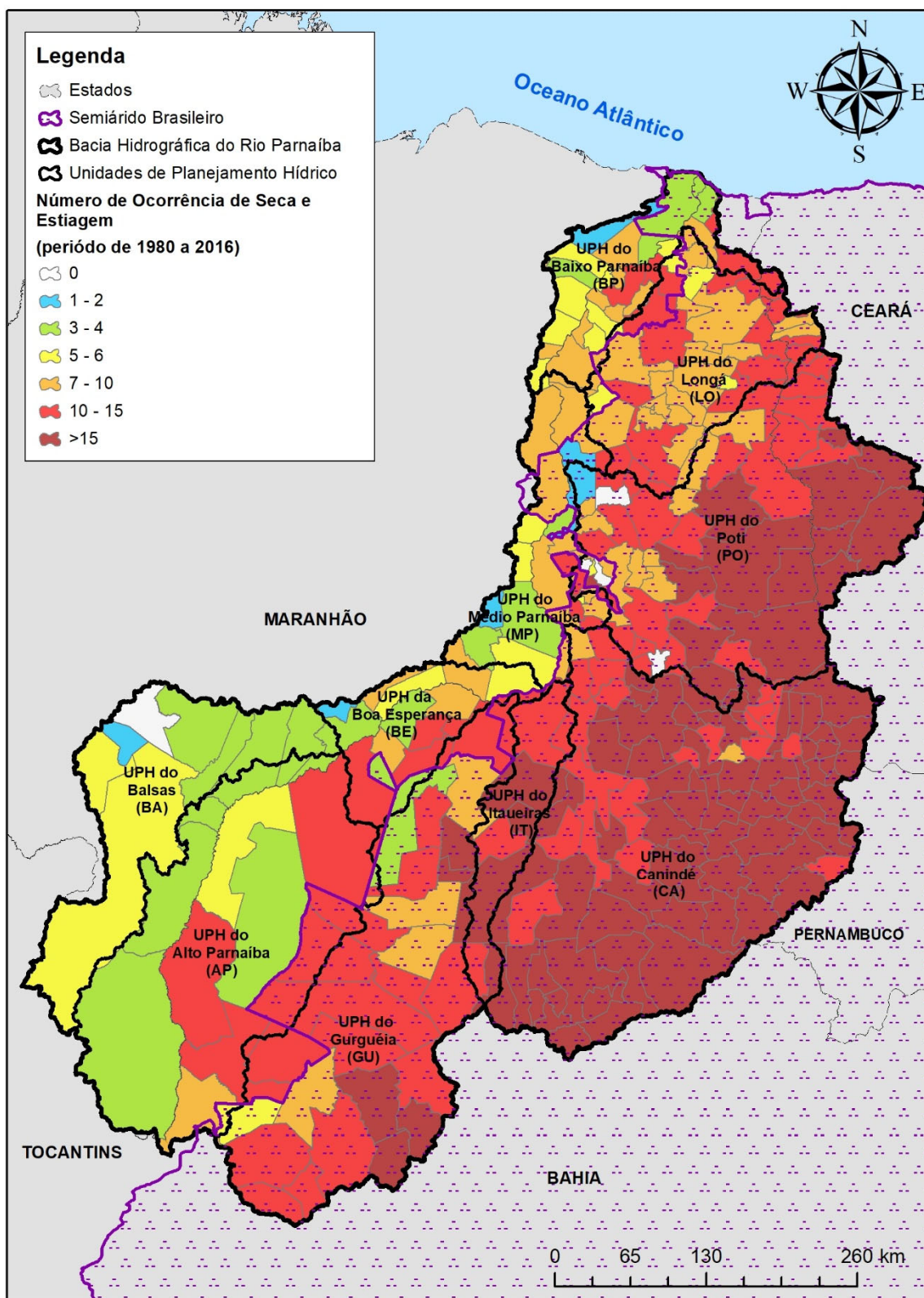


Figura 34. Espacialização dos registros de seca e estiagem na BHRP entre 1980 e 2016.
(Mapa 15 do RF Caderno de Mapas, reduzido).

3.8. ÁREAS DESMATADAS

Na BHRP estão presentes biomas de elevado valor do ponto de vista da conservação da natureza e com papel relevante no contexto dos recursos hídricos: a mata litorânea, o cerrado e a caatinga. O cerrado e a caatinga são os biomas predominantes na bacia, ocupando quase a totalidade de sua área (99,6%).

Atualmente, o Cerrado é uma das principais áreas do planeta para a produção agrícola e pecuária, o que acaba exercendo uma grande pressão sobre este bioma, provocado pela expansão da produção de soja, carne, cana-de-açúcar, eucalipto e algodão, produtos essenciais para a economia nacional. Como consequência, as taxas de desmatamento anuais no Cerrado são mais elevadas do que na Amazônia.

Assim como o Cerrado brasileiro, a Caatinga no Brasil também tem sido desmatada de forma acelerada, atingindo 46% da sua área, devido principalmente ao consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e insustentável, para fins domésticos e industrial, ao sobrepastoreio e a conversão para pastagens e agricultura (MMA, 2018). A lenha obtida da Caatinga tende a representar uma considerável fonte de renda e emprego, particularmente para os pequenos produtores.

Dados do *Projeto de monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite* (IBAMA, 2017a) mostram que cerca de 1% (aprox. 2.530 km²) das áreas originalmente ocupadas por esses dois biomas na bacia encontram-se degradadas, sendo o Cerrado o mais afetado. Mais de 60% das áreas desmatadas na bacia pertencem a este bioma (Figura 35), sendo mais notável sua degradação na UPH do Alto Parnaíba, enquanto nas UPHs do Longá e do Poti, é a Caatinga que sofreu maior desmatamento (Figura 36).

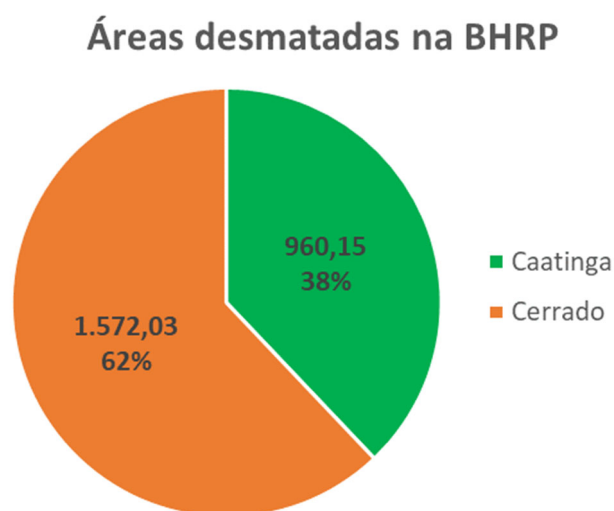


Figura 35. Áreas desmatadas na BHRP

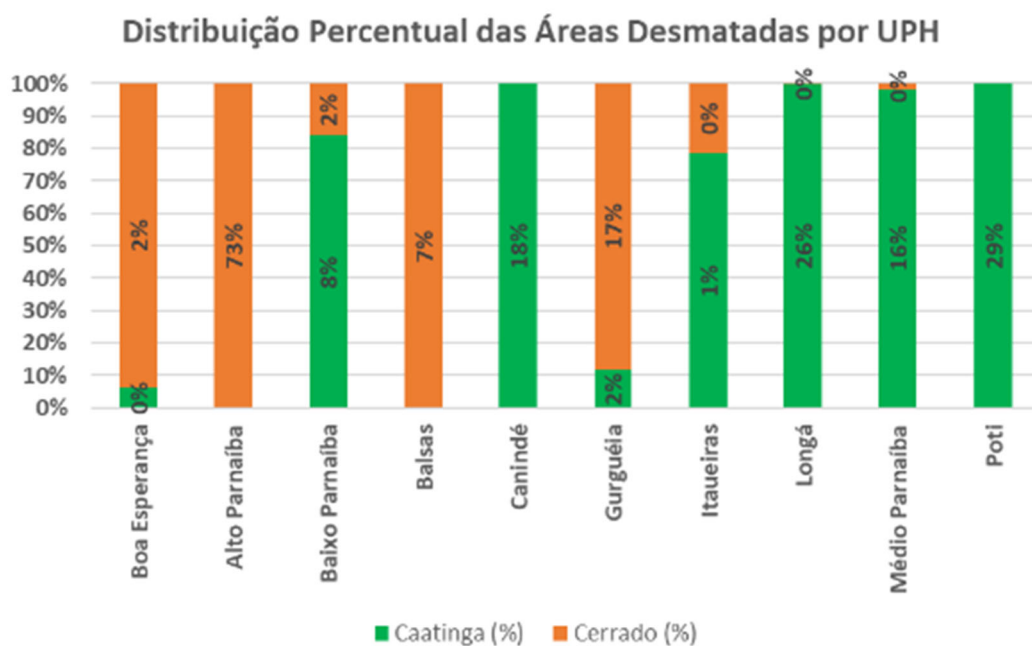


Figura 36. Distribuição Percentual das Áreas Desmatadas por UPH.

Na Tabela 10 encontram-se quantificadas as áreas desmatadas na BHRP, por bioma e por unidade de planejamento, segundo o monitoramento realizado pelo IBAMA (IBAMA, 2017b).

Tabela 10. Quantificação das áreas desmatadas na BHRP, por bioma e Unidade de Planejamento

UPHs	Caatinga (km ²)	Caatinga (%)	Cerrado (km ²)	Cerrado (%)
Boa Esperança	1,09	0%	25,96	2%
Alto Parnaíba			1.142,18	73%
Baixo Parnaíba	80,56	8%	25,03	2%
Balsas			107,33	7%
Canindé	174,84	18%		
Gurguéia	21,38	2%	264,37	17%
Itaueiras	5,20	1%	2,31	0%
Longá	250,23	26%	0,57	0%
Médio Parnaíba	149,23	16%	4,27	0%
Poti	277,61	29%		
Total Geral	960,15	100%	1.572,03	100%

Fonte: IBAMA (2017b).

A Figura 37 mostra o mapa das áreas desmatadas no contexto da BHRP.

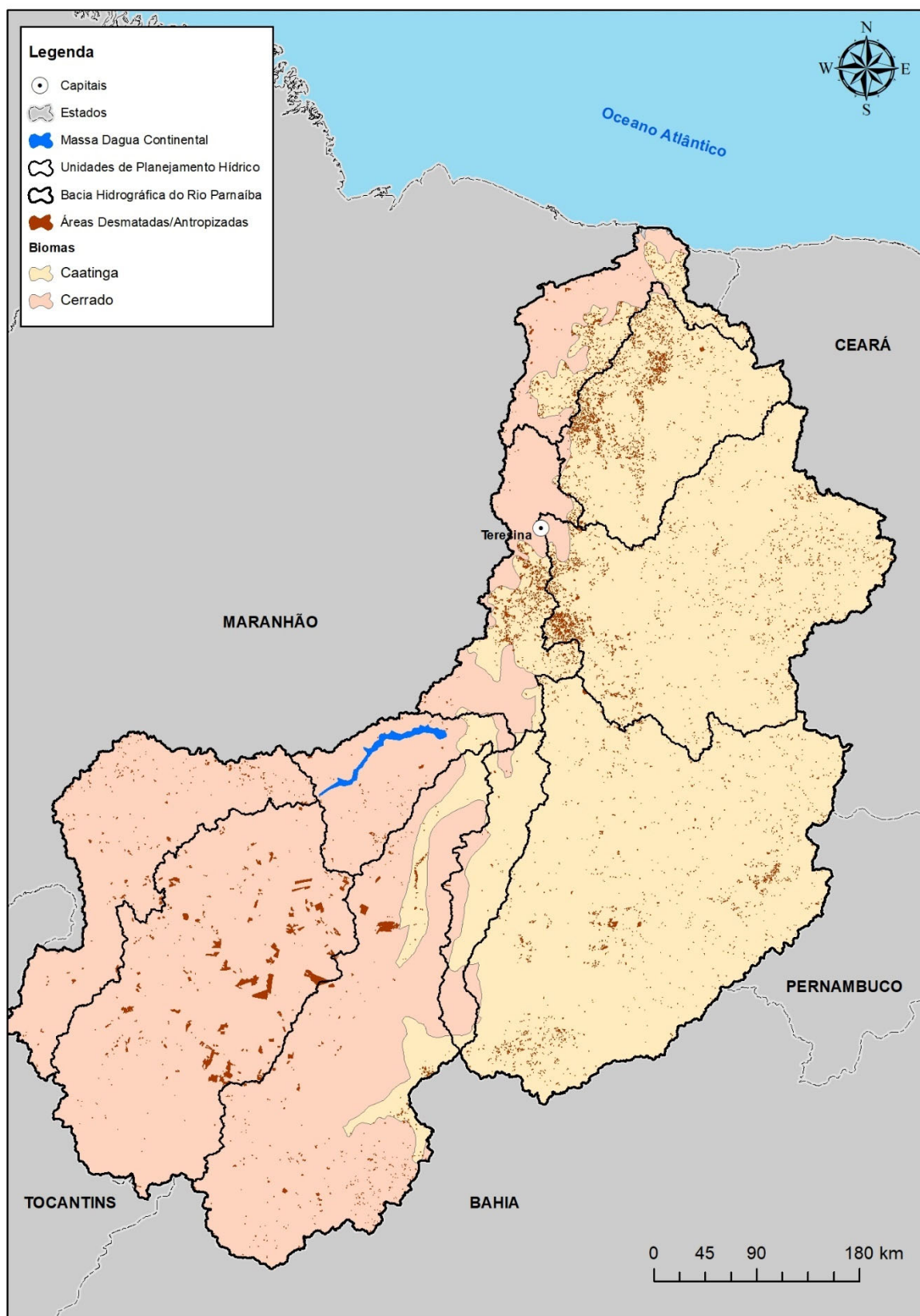


Figura 37: Desmatamento na bacia hidrográfica do rio Parnaíba.
(Mapa 16 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO

4.1. FLORA

Na região de estudo, a distribuição de fitofisionomias obedece a um gradiente ambiental. De modo localizado, os fatores físicos e geomorfológicos condicionam, diretamente, a distribuição dos agrupamentos florísticos e aspectos estruturais da vegetação. Neste contexto, cita-se a ocorrência predominante de dois tipos de biomas brasileiros na BHRP: Cerrado e Caatinga (Figura 38). Além disso, há a ocorrência de ambiente litorâneo, com predominância dos dois primeiros, cujos remanescentes de vegetação correspondem a 75% da área da bacia (ANA, 2012 apud Codevasf, 2016).

O Cerrado é considerado o segundo maior bioma do Brasil (depois da Amazônia), originalmente, cobria 2.031.990 km², constituindo a mais extensa região de savana da América do Sul (CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, 2005 apud PIAUÍ, 2016), sendo considerado *hotspot* de biodiversidade mundial, por apresentar elevada riqueza de espécies e grande número de endemismos para vários grupos de organismos (MYERS et al., 2000; RODRIGUES, 2005 apud PIAUÍ, 2016). Esse bioma predomina na unidade fisiográfica do Alto Parnaíba (MMA, 2006). Em 2005, a Conservação Internacional (PIAUÍ, 2016) estimava que cerca de 80% da área desse bioma estava sofrendo com processos de antropização, o que significa que apenas 20% se conservam intactos.

Em relação a Caatinga, trata-se de um bioma com importância biológica significativa, o qual ocupa, aproximadamente, 800.000 km² (CASTRO e CAVALCANTE, 2010; FERNANDES, 1999). Segundo Ferri (1980), reflete um dos poucos biomas que se restringe totalmente ao Brasil e é a região menos protegida, pois as unidades de conservação cobrem menos de 2% do seu território (LEAL, 2003 citado por PIAUÍ, 2016). Esse bioma é composto com predominância da Savana Estépica. É um ambiente de grande heterogeneidade, onde 932 espécies vegetais estão registradas, das quais 380 são endêmicas (BRASIL, 2005a). Esse bioma predomina na unidade fisiográfica do Médio Parnaíba (MMA, 2006).

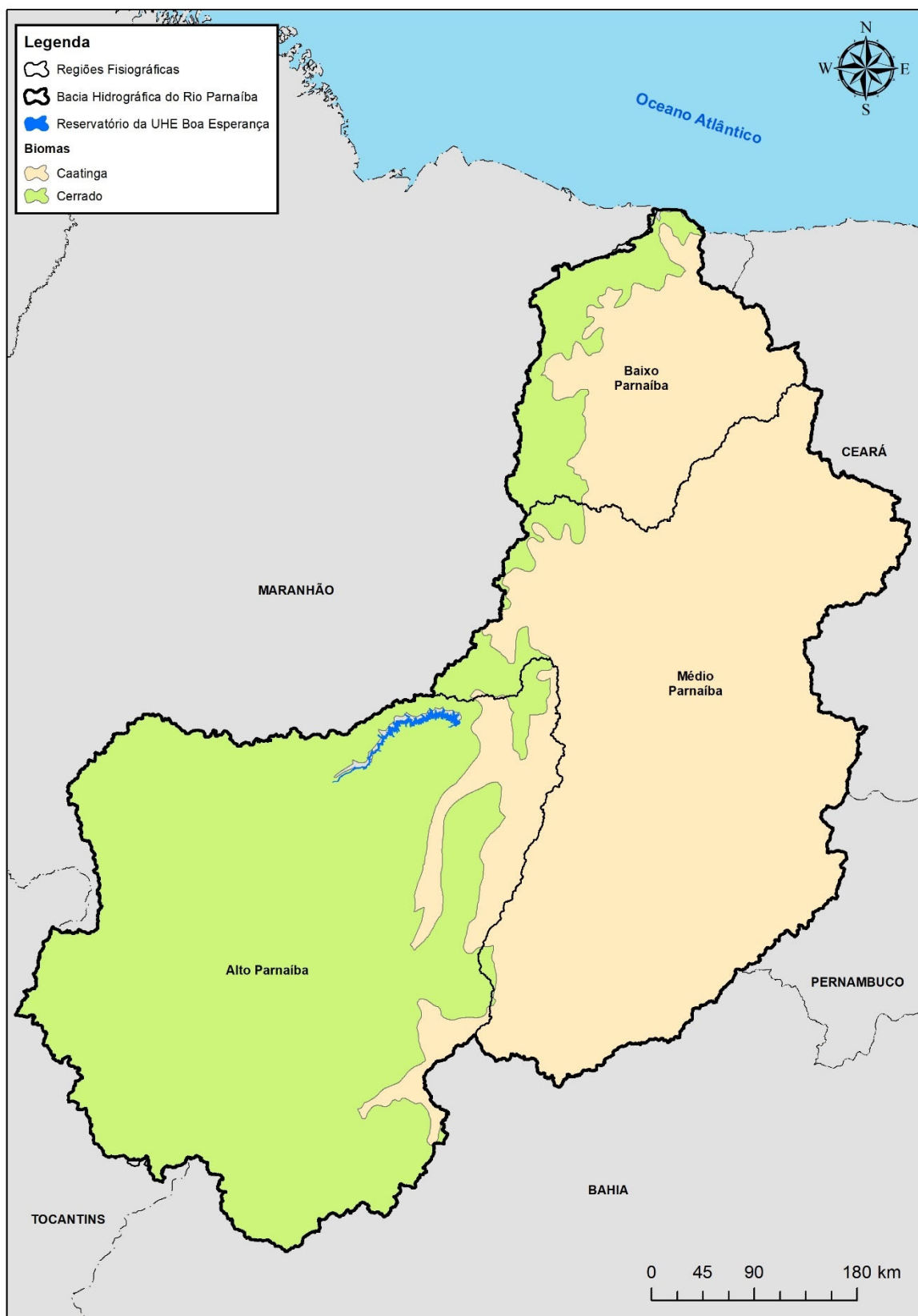


Figura 38. Mapa de Biomas da BHRP.
(Mapa 17 do RF – Caderno de Mapas, reduzido).

A caracterização da vegetação foi baseada, principalmente, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1996; 2012). Apresenta-se as principais formações da vegetação da área de estudo.

Citam-se diferentes fitofisionomias: Florestas Estacionais, Savana Estépica - Caatinga e Savanas - Cerrado, Formações Pioneiras, Áreas Antropizadas e de Tensão Ecológica. Sendo que as formações vegetais predominantes são representadas por Savana Estépica - Caatinga (84.982 km²; 25,6%), Savanas (106.487 km²; 32,0%) e Área de Tensão Ecológica (88.705 km²; 26,7%) (Tabela 12; Figura 38). Salienta-se que não serão descritas as espécies das regiões de Tensão Ecológica e regiões antropizadas, devido às suas características específicas não serem relevantes.

Tabela 11. Formações da Cobertura Vegetal presente na BHRP.

Classes da Cobertura Vegetal	Soma de Área (km ²)	%
Florestas Estacionais	17.899	5,4%
Savana Estépica (Caatinga)	84.982	25,6%
Savanas (Cerrado)	106.487	32,0%
Formações Pioneira	1.204	0,4%
Áreas Antropizadas	31.855	9,6%
Tensão Ecológica	88.705	26,7%
Outras áreas (dunas, corpos d'água continentais)	1.384	0,4%
Total Geral	332.517	100%

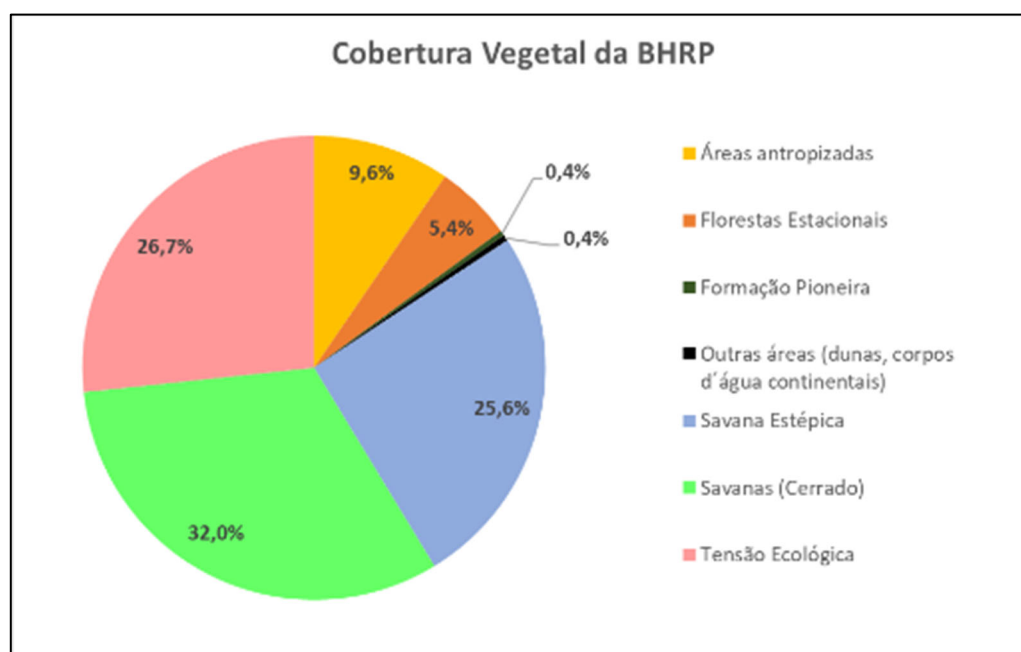


Figura 39. Representação das Formações da Cobertura Vegetal presente na BHRP.

Para a caracterização da flora das diferentes fitofisionomias presentes na BHRP, foi realizada ampla pesquisa bibliográfica incluindo diversos autores entre eles: Ferri (1980), Farias et al. (2002), Prado (2003), Barros (2005), Riet-Corrêa (2007), PROJETEC (2009 a,b,c,d,e), Castro e Cavalcante (2010), Franco e Uzunian (2010), Matos e Felfili (2010), Mello et al. (2010), Almeida Jr., et al. (2011), Bezerra (2011), Medeiros (2011), Oliveira et al. (2011), Andrade et al. (2012), Maia-Silva et al. (2012), Meireles (2012), Souza e Lorenzi (2012), Araújo e Santos Filho (2013), Costa et al. (2013), Lima (2013), Machado et al., (2013), Pinheiro et al. (2013), Santos Filho et al., (2013), Silva (2013), Silva e Barbeiro (2013), Sousa et al. (2013), Vieira e Barros (2013), MinasPCH (2014), CBHSF (2015), Lorenzi (2015), Lorenzi et al., (2015), Ouro Preto (2016), MMA (2006).

Esta pesquisa mostrou a presença de 1.011 espécies na BHRP, deste número de espécies levantadas, 11 (1,08%) encontram-se em estado de ameaça nas categorias Vulnerabilidade (VU) e em Perigo de Extinção (EN), conforme ilustra a Tabela 12.

Tabela 12. Status de Ameaça das espécies da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Espécie	Nome popular	Estado de Ameaça
<i>Trigynaea axilliflora</i>	Araticum	VU
<i>Heteropsis flexuosa</i>	Cipó-titica	VU
<i>Discocactus catingicola</i>	Cactos, coroa-de-frade	VU
<i>Tacinga inamoena</i>	Quipá, palmatória-miúda	VU
<i>Caryocar coriaceum</i>	Pequi-brabo	VU
<i>Evolvulus riedelii</i>	Azulzinha	EN
<i>Davilla macrocarpa</i>	Cipó-sambaíba	VU
<i>Caesalpinia echinata</i>	Pau-brasil	EN
<i>Lafoensia pacari</i>	Pacari, dedaleiro	VU
<i>Lafoensia replicata</i>	Mangabeira	VU
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	VU

Fonte: BRASIL (2014).

Nos tópicos citam-se exemplos de espécies das fitofisionomias da BHRP:

- Florestas Estacionais: *Anadenanthera colubrina* (Angico-carçoço, angico-coco), gêneros mais comuns: *Cedrela* sp., *Ceiba* sp., *Handroanthus* sp., *Jacaranda* sp., *Piptadenia* sp., *Parapiptadenia* sp., *Anadenanthera* sp., *Apuleia* sp. e outros de menor expressão fisionômica, gêneros *Chamaecrista* sp. (palma-do-campo), *Parapiptadenia* sp. (angico-de-bezerra, catanduva), *Astronium* sp. (aroeira-do-mato), *Hymenaea* sp. (jatobá), *Copaifera* sp. (óleo-vermelho), *Peltophorum* sp. (canafistula), *Handroanthus* sp., *Balfourodendron* sp., entre outros (IBGE, 1996; 2012).

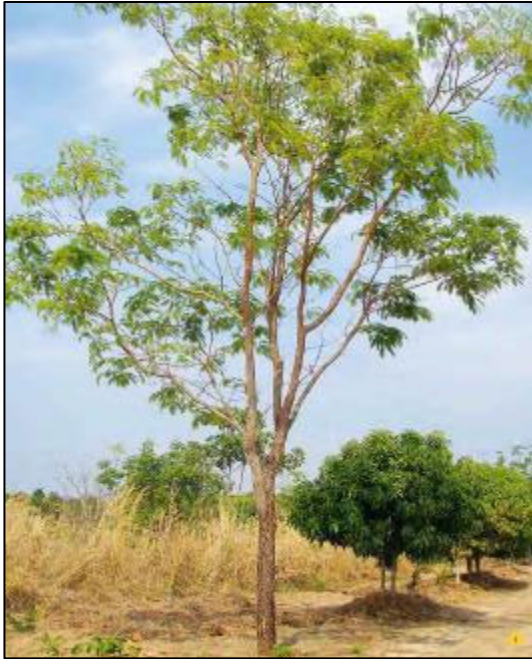


Figura 40. *Anadenanthera colubrina*.

Fonte: Campos Filho (2015).

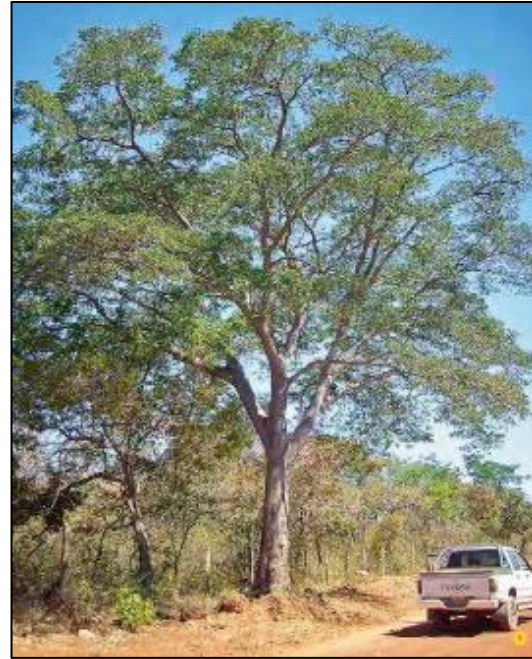


Figura 41. *Copaifera langsdorffii*.

Fonte: Campos Filho (2015).

- Savanas Estépicas gêneros *Cavanillesia* sp. e *Ceiba* sp. (Malvaceae) (IBGE, 2012), *Spondias tuberosa* (umbuzeiro), *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae), *Cnidoscolus quercifolius* (Euphorbiaceae), *Aspidosperma pyriforme* (Apocynaceae), além de várias espécies do gênero *Mimosa*, *Mimosa acutistipula*, *Auxemma onocalyx* (pau-branco); *Combretum leprosum* (mofumbo) e *Aspidosperma pyriforme* (pereiro), são exemplos (IBGE, 2012).



Figura 42. *Commiphora leptophloeos*.

Fonte: ICMBio (2013).



Figura 43. *Combretum leprosum*.

Fonte: Maria Loloia (2015).

- Savana (Cerrado): é conceituada como uma vegetação xeromorfa, são exemplos de ocorrência: *Caryocar brasiliense* (pequi); *Salvertia convallariodora* (pau-de-colher); *Bowdichia virgilioides* (sucupira-preta); *Dimorphandra mollis* (faveiro); *Qualea grandiflora* (pau-terra-de-folhas-grandes); *Qualea parviflora* (pau-terra-de-folhas-pequenas); *Anadenanthera peregrina* (angico-preto) e *Kielmeyera coriacea* (pau-santo); *Salvertia convallariodora* (pau-de-colher); *Curatella americana* (lixeira); *Himatanthus sucuuba* (sucuuba); *Parkia platycephala* (faveira); *Platonia insignis* (bacuri); *Dimorphandra mollis* (faveiro); *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão); *Hancornia speciosa* (mangaba); *Handroanthus aureus* (paratudo) e *Byrsonima sericea* (murici), *Andira humilis* (angelim-do-cerrado); *Chamaecrista* spp. (fedegoso-do-cerrado); *Byrsonima* spp. (murici-rasteiro); *Bauhinia* spp. (unha-de-vaca); *Attalea* spp. (palmeirinha-do-cerrado); *Allagoptera campestris* (coco-de-raposa); e *Orbignya eichleri* (coco-de-guriri). Entre as plantas graminóides: *Axonopus* spp. (grama-do-cerrado); *Andropogon* spp. (capim-do-cerrado); *Aristida pallens* (capim-barbade-bode); *Echinolaena inflexa*; *Paspalum* spp.; *Trachypogon spicatus* (capim-redondo); *Schizachyrium* spp.; e *Tristachya* spp. (capim-flechinha) (IBGE, 2012).



Figura 44. *Trachypogon spicatus*
Fonte: Phillips (1995).



Figura 45. *Tristachya inflexa*.
Fonte: Maria Loiola (2015).

- Pioneiras: *Ipomoea pes-caprae* e *Canavalia rosea*, além dos gêneros *Paspalum* sp. e *Hidrocotyle* sp.; *Schinus terebinthifolius* e a *Lythrea brasiliensis* de caráter lenhoso. Destacam-se também os gêneros: *Erythroxylum* sp., *Myrcia*

sp., *Eugenia* sp.; *Mimosa* sp., *Aeschynomene* sp., *Senna* sp., *Alternanthera* sp., *Croton* sp., *Byrsonima* sp., *Chamaecrista* sp., *Bauhinia* sp., *Combretum* sp., *Copaifera* sp., *Cyperus* sp., *Ipomoea* sp., *Passiflora* sp. e *Solanum* sp.; *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*; os gêneros *Euterpe* sp. e *Mauritia* sp. (IBGE, 1996; 2012).



Figura 46. *Canavalia rósea*.
Fonte: Cristiane Snack (2014).



Figura 47. *Laguncularia racemosa*.
Fonte: Maria Loiola (2015).

Com relação a espécies aquáticas destacam-se as macrófitas. Estas têm papel importante na ciclagem de nutrientes e fornecem *habitat* diversificado e abrigo para larvas de peixes, receptáculos para ovos de diversas espécies, em suas partes submersas. Um exemplo disso é a alface-d'água (*Pistia stratiotes*), utilizada como bioindicadoras de ambientes eutrofizados, sendo aplicadas com sucesso na recuperação de rios e lagos poluídos. As figuras a seguir representam determinadas espécies de macrófitas aquáticas encontradas na BHRP.



Figura 48. *Pistia stratiotes*.
Fonte: J.B. Genève – Coelho et al. (2015).



Figura 49. *Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium*.
Fonte: Alves e Carvalho (2012).

4.2. FAUNA

A comunidade de fauna presente na BHRP é resultante da coexistência de influências advindas dos domínios morfoclimáticos do Cerrado e Caatinga, bem como das atividades antrópicas presentes na área. Além disso, atividades que exigem remoção da vegetação e que provocam aumento da circulação de pessoas e máquinas no habitat de animais silvestres ocasionam alterações na fauna local (PIAUÍ, 2016).

Baseado em dados secundários, para a fauna da BHRP, será dada ênfase, dentro de cada grupo animal, aos seguintes tópicos: espécies ocorrentes na área de estudo, espécies importantes do ponto de vista da conservação, espécies de valor econômico, indicadores de alterações ambientais e exóticas.

4.2.1. FAUNA AQUÁTICA

Rocha (2003) elucida que para a fauna aquática foi obtido um levantamento de 3.134 espécies de invertebrados, registrados nas águas doces do Brasil, dos quais a Classe Insecta apresentou 1.297 espécies registradas.

Existem grupos de invertebrados, cujos inventários ainda estão sendo executados com ampla cobertura geográfica, não havendo listas sistemáticas completas desses organismos para o Brasil. O problema é agravado ainda mais pelo fato de muitas espécies terem sido e ainda serem descritas por especialistas no exterior, encontrando-se os holótipos fora do Brasil, tornando difíceis as comparações com os estudos brasileiros para a identificação correta das espécies (ROCHA, 2003).

4.2.1.1. Zooplâncton

A comunidade zooplanctônica de água doce é constituída por seres que vivem em diferentes profundidades da coluna d'água, deslocando-se com a correnteza, reunindo grande variedade de espécies, sendo em geral dominado por: Protista (Protozoa), Rotifera e Crustacea (*Cladocera* e *Copepoda*) presentes em todos os sistemas lênticos epicontinentais e em todas as faixas latitudinais segundo Matsumura-Tundisi. Outros grupos podem fazer parte do zooplâncton de águas interiores, como Insecta (*Diptera*, *Chaoborus*), Mollusca (*Physiocypria*) e Turbellaria (1997; 1999 citado por MME/EPE, 2007; PROJETEC, 2009f).

O MME/EPE (2007) cita os Estudos de Impacto Ambiental desenvolvidos pelo Consórcio CHESF/CNEC/Construtora Queiroz Galvão/PROJETEC (2006) para a área de importância desse documento, onde foi diagnosticado 43 táxons distribuídos entre os Grupos Rotifera (23), Crustacea (12), Protozoa (4), Insecta (1), Nematoda (1), Acari (1) e Tardigrada (1). Entre os táxons considerados frequentes destacaram-se as Rotifera *Trichocerca* sp. e *Keratella cochlearis*; o protozoário *Centropixys acureata*; a

Crustacea *Thermocyclops decipiens*; os Insecta *Chaoborus* spp. Os demais táxons foram considerados pouco frequentes.

4.2.1.2. Ictioplâncton

MinasPCH (2014) destaca ainda que as informações sobre o ictioplâncton são escassas na maioria das bacias hidrográficas brasileiras e encontram-se dispersas em publicações isoladas e/ou de acesso restrito, o que não é diferente para o Rio Parnaíba, cujos estudos são escassos e estão restritos a alguns trabalhos científicos e estudos de impacto ambiental das usinas hidrelétricas.

4.2.1.3. Zoobentos

Os zoobentos compreende animais com importância econômica direta, por exemplo, crustáceos e moluscos. Incluídos no bento continental, podem ter papel central na dinâmica de nutrientes e no fluxo de energia em alguns ecossistemas, notadamente, rios e riachos (ESTEVES, 1998).

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos de águas continentais são dominadas por insetos aquáticos, com grande diversidade em rios e riachos. As ordens Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, e Odonata constituem a maior porcentagem da biomassa, ocorrendo também a contribuição de outros grupos importantes como moluscos, anelídeos e crustáceos (PROJETEC, 2009a). Mangolin (2016) justifica as classes Insecta e Arachnida como pertencentes a comunidade macrobentônica de água doce em função destes organismos habitarem os sedimentos ou macrófitas, troncos, folhas, pedras, entre outros, que constituem os leitos de sistemas lóticos e lênticos. Alguns desses podem ser encontrados na superfície ou nadando na coluna d'água.

As formas bentônicas como os Crustacea Decapoda, segundo Rocha (2003), são bem estudadas e taxonomicamente conhecidos por terem maior tamanho e serem comercialmente cultivados. Rocha (2003) destaca os Filos Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematomorpha, Annelida, Mollusca, Arthropoda como pertencente a fauna bentônica. Para esse documento, destacamos o Filo Mollusca e a Classe Crustacea, por serem organismos de importância econômica e epidemiológica.

4.2.1.4. Ictiofauna

No estudo realizado pelo MME/EPE (2007), são levantados dados históricos sobre o conhecimento da ictiofauna desta bacia, podendo ser citados: Fowler (1954), que enumerou 90 espécies para a bacia; posteriormente, Porto (1955) aumentou a relação para 94; Roberts (1968) apresentou uma relação de 84 espécies coletadas na Barra do Longá, no baixo Parnaíba, tendo estimado que a ictiofauna da bacia devesse ser

composta por 90 a 100 espécies. No presente estudo foram compiladas 30 publicações referente a este tema, apresentando um total de 533 espécies de peixes, sendo as Famílias com maior número de espécies, a Characidae, Loricariidae e Cichlidae.

Para a ictiofauna de valor econômico, as principais espécies são: *Prochilodus lacustres* (curimatã), *Plagioscion squamosissimus* (corvina ou pescada-do-Piauí), *Pygocentrus nattereri* (piranha), *Pseudoplatystoma corruscans* (surubim), *Pseudoplatystoma* sp. (pintado ou surubim-do-rio-Parnaíba), *Pellona castelnaeana* (arenque), *Ageneiosus inermis* (fidalgo), *Hemisorubim platyrhynchos* (mandubê), *Leporinus* spp. e *Schizodon* spp. (piaus), *Brachyplatystoma filamentosum*, *Brachyplatystoma vaillanti* (pirapitingas), *Hoplias malabaricus* (traíra), *Pimelodus* spp. (mandis), *Myleus* (*Myloplus*) *asterias* e *Metynnis lippincottianus* (pacus).



Figura 50. *Pygocentrus* sp. (piranha).

Fonte: Melo (2012).



Figura 51. *Pseudoplatystoma fasciatum* (pintado).

Fonte: Melo (2012).

4.2.2. FAUNA TERRESTRE

4.2.2.1. *Herpetofauna*

Os anfíbios e répteis que constituem a herpetofauna são animais que possuem extrema importância para a biodiversidade, pois podem ocupar diversas posições dentro das teias tróficas, e vêm sofrendo os efeitos da ação antrópica e do habitat alterado (DIXO e VERDADE, 2006).

Anfíbios

Em relação aos anfíbios, são conhecidas 7.836 espécies de anfíbios no mundo atualmente (FROST, 2018). Dessas espécies 1.080 encontradas no Brasil (SEGALLA et al., 2016). Diante disso, o Brasil é estimado o país com a maior riqueza de anfíbios (SEGALLA et al., 2012).

De acordo com Rodrigues (2003), foram registradas 51 espécies de anfíbios na Caatinga. Camardelli e Napoli (2012), por sua vez, registram 107 espécies para a região do semiárido brasileiro, e dessas, 73 espécies foram encontradas na Caatinga. No entanto, o conhecimento acerca da diversidade de anuros na Caatinga ainda se mostra escasso. Já para o Bioma Cerrado, atualmente, conforme Valdujo et al. (2012), podem ser encontradas 204 espécies, sendo 108 endêmicas.

De acordo com a compilação de dados da bibliografia consultada para a região da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, foi registrada a ocorrência de 91 espécies, o que representa menos de 10% das 1.080 registradas para o Brasil (SEGALLA et al. 2016).

De acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2016), para a região da BHRP nenhuma das espécies registradas nos estudos está categorizada como ameaçada.

Roberto et al. (2013) comenta que o fato de não serem registradas espécies ameaçadas de extinção não minimiza a importância da conservação dos seus *habitats*, devido ao aumento na taxa de desmatamento, principalmente pela cultura agropastoril.

Dos anfíbios considerados endêmicos no Brasil, foram registradas conforme os autores citados, 18 espécies com ocorrência nos biomas da região da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, sendo 16 espécies, como por exemplo, *Rhinella cerradensis*, *Phyllomedusa azurea*, *Eupemphix nattereri*, *Physalaemus centralis* ocorrentes no Cerrado e duas na Caatinga, *Rhinella jimi* e *Ceratophryis joazeirensis* representadas na tabela abaixo.



Figura 52. *Helicops leopardinus*.

Fonte: Amphibiaweb, Natan Maciel



Figura 53. *Eunectes murinus*.

Fonte: Amphibiaweb, Jorge A. Diaz.

Répteis

O Brasil ocupa a terceira posição na relação dos países com o maior número de espécies de répteis, com 773 espécies conhecidas atualmente, entre anfisbenas, lagartos, serpentes, quelônios e jacarés (COSTA e BÉRNILS, 2015). Este número representa aproximadamente 7% das 10.639 espécies de répteis conhecidas no mundo (UETZ, 2017). A fauna dos répteis brasileiros é composta por 36 espécies de tartarugas, cágados e jabutis (Ordem Testudines), 6 espécies de jacarés (Ordem Crocodylia), e 731 espécies da ordem Squamata (73 anfisbenas, 266 lagartos e 392 serpentes). Conforme ICMBio (2016), através do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, para o país são citadas 80 espécies de répteis ameaçadas.

O levantamento da fauna dos répteis ocorrentes na área da BHRP se deu através da compilação de trabalhos realizados em diversos locais dentro da região compreendida pela Bacia, citando-os: Schaeffer-Novelli (1995), FUMDHAM (1998), PROJETEC (2009 a,b,c,d,e), Benício e Fonseca (2011), Associação Caatinga (2012), Leite (2012), Dal Vechio et al. (2013), Benício e Fonseca (2014), Cavalcanti et al. (2014), Minas PCH (2014), Benício et al. (2015), Freitas (2015), Marques et al. (2015), Dal Vechio et al. (2016), ICMBio (2017a).

Destaca-se o trabalho realizado por Dal Vechio et al. (2013), que registrou o maior número de espécies de répteis para a região da Bacia do Rio Parnaíba, por meio do levantamento da herpetofauna da Estação Ecológica de Uruçuí-Una, no estado do Piauí, resultando em 64 espécies de répteis.

Os estudos levantaram 145 espécies de répteis, pertencentes a três ordens e 29 famílias, sendo 12 tartarugas, dois jacarés, nove anfisbenas, 49 lagartos e 73 serpentes. As espécies representam quase 20% dos répteis propostos para o Brasil por Costa e Bérnils (2015).

A família Dipsadidae apresentou a maior riqueza entre as espécies registradas pelos autores para a região do Parnaíba, possuindo 41 espécies, seguida por Colubridae com 13, Teiidae com 10, e Gymnophthalmidae e Amphisbaenidae com 9 espécies em cada família. Como exemplo das serpentes com hábitos aquáticos registradas para a Bacia do Rio Parnaíba, pode-se citar: *Helicops leopardinus*, *Helicops angulatus*, *Erythrolamprus poecilogyrus* e *Eunectes murinus*.



Figura 54. *Helicops leopardinus*.

Fonte: Reptilia DataBase (Braz et al., 2016).



Figura 55. *Eunectes murinus*.

Fonte: Reptilia DataBase (O'Shea, 2016).

Dentre os répteis ameaçados de extinção, foram registrados para a região da Bacia uma espécie de anfisbena e seis tartarugas. A *Amphisbaena frontalis* está categorizada como Em Perigo, segundo ICMBio (2016) e IUCN (2017), e o cágado *Trachemys adiutrix* encontra-se Em Perigo, segundo IUCN (2017) e como Quase Ameaçada, conforme ICMBio (2016).

Dentre as sete espécies de tartarugas marinhas que existem no mundo, as cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Delta do Parnaíba (ITD, 2017) e em território brasileiro - *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* e *Dermochelys coriácea* estão ameaçadas de extinção, tanto em nível nacional, de acordo com o ICMBio (2016), como internacional, segundo a IUCN (2017).

Tabela 13. Répteis ameaçados de extinção registrados para a região da BHRP.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ICMBio	IUCN
ORDEM TESTUDINES			
Família Cheloniidae			
<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	EN	VU
<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	VU	EN
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	CR	CR

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ICMBio	IUCN
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-oliva	EN	VU
Família Dermochelyidae			
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-couro	CR	VU
Família Emydidae			
<i>Trachemys adiutrix</i>	Pininga, jurará	NT	EN
ORDEM SQUAMATA			
Família Amphisbaenidae			
<i>Amphisbaena frontalis</i>	Cobra-de-duas-cabeças	EN	EN

Legenda: CR (Criticamente em Perigo); EN (Em Perigo); VU (Vulnerável); NT (Quase Ameaçada).

Fonte: ICMBio (2016); IUCN (2017).

4.2.2.2. Avifauna

O Brasil conta com 1.919 espécies de aves registradas até o momento em seu território, sendo que, deste total, 234 táxons da avifauna estão incluídos na Lista Oficial das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA/ICMBio, 2014 Ed.2018; CBRO, 2015).

A BHRP abriga uma avifauna diversificada, distribuída nos biomas Cerrado e Caatinga, nos ambientes costeiros, bem como em seus ecótonos. De acordo com Birdlife International (2017), ocorrem 510 espécies na Caatinga e 837 no Cerrado, sendo 22 e 34 espécies endêmicas, respectivamente (SILVA, 1995; STOTZ et al., 1996), e nas Zonas costeiras (BRASIL, 2017i) estão associadas mais de 100 espécies de aves.

De acordo com os levantamentos avifaunísticos na região da BHRP, foi registrada a ocorrência de 506 espécies de aves, distribuídas em 74 famílias, pertencentes a 26 Ordens (COSTA e ALCÂNTARA, 1987; PACHECO, 2003; SANTOS, 2004; OLMOS e BRITO, 2007; PROJETEC, 2009 a,b,c,d,e; SILVA, 2009; SANTOS et al., 2010; ASSOCIAÇÃO CAATINGA, 2012; GUZZI et al., 2012; OLMOS e ALBANO, 2012; SANTOS et al., 2012; SILVEIRA e SANTOS, 2012; MINAS PCH, 2014; BATISTA et al., 2016; SANTOS, 2017). Diante disso, esse valor representa 26% das 1.919 registradas para o Brasil (PIACENTINI et al. 2015).

De acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2016), 12 espécies encontradas na região da Bacia do Parnaíba estão ameaçadas: *Crypturellus noctivagus zabelê*, *Penelope jacucaca*, *Harpia harpyja*, *Urubitinga coronata*, *Calidris pusilla*, *Lophornis gouldii*, *Herpsilochmus pileatus*, *Hemitriccus mirandae*, *Celeus obrieni*, *Sclerurus cearenses*, *Xiphocolaptes falcirostris* e *Sporophila maximiliani*.



Figura 56. *Crypturellus noctivagus*.
Fonte: Vilde Florencio (Wikiaves, 2014).



Figura 57. *Calidris pusilla*.
Fonte: Adolfo Alarcon (Wikiaves, 2017).

Tabela 14. Espécies da avifauna ameaçadas de extinção ocorrentes na região da BHRP.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ICMBio	IUCN
ORDEM RHEIFORMES			
Família Rheidae			
<i>Rhea americana</i>	Ema	--	NT
ORDEM TINAMIFORMES			
Família Tinamidae			
<i>Crypturellus noctivagus zabele</i>	Zabelê	VU	NT
ORDEM GALLIFORMES			
Família Cracidae			
<i>Penelope jacucaca</i>	Jacucaca	VU	VU
ORDEM ACCIPITRIFORMES			
Família Accipitridae			
<i>Buteogallus aequinoctialis</i>	Caranguejeiro	--	NT
<i>Harpia harpyja</i>	Gavião-real	VU	NT
<i>Spizaetus ornatus</i>	Gavião-de-penacho	--	NT
<i>Urubitinga coronata</i>	Águia-cinzenta	EN	EN
ORDEM CHARADRIIFORMES			
Família Scolopacidae			
<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-de-papo-vermelho	--	NT
<i>Calidris pusilla</i>	Maçarico-rasteirinho	EN	NT
ORDEM APODIFORMES			
Família Trochilidae			
<i>Lophornis gouldii</i>	Topetinho-do-brasil-central	VU	VU
ORDEM GALBULIFORMES			
<i>Malacoptila striata</i>	Barbudo-rajado	--	NT
ORDEM PICIFORMES			
Família Ramphastidae			
<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucano-de-bico-preto	--	VU

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ICMBio	IUCN
Família Picidae			
<i>Celeus obrieni</i>	Pica-pau-do-parnaíba	VU	EN
<i>Picumnus fulvescens</i>	Pica-pau-anão-canela	--	NT
ORDEM FALCONIFORMES			
Família Falconidae			
<i>Falco deiroleucus</i>	Falcão-de-peito-laranja	--	NT
ORDEM PSITTACIFORMES			
Família Psittacidae			
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	Papagaio-galego	--	NT
<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	Arara-azul-grande	--	VU
<i>Aratinga auricapillus</i>	Jandaia-de-testa-vermelha	--	NT
<i>Primolius maracana</i>	Maracanã-verdadeira	--	NT
ORDEM PASSERIFORMES			
Família Thamnophilidae			
<i>Herpsilochmus pectoralis</i>	Chorozinho-de-papo-reto	--	VU
<i>Herpsilochmus pileatus</i>	Chorozinho-de-boné	VU	VU
Família Grallariidae			
<i>Hyoopezus ochroleucus</i>	Torom-do-nordeste	--	NT
Família Rhyncocyclidae			
<i>Hemitriccus mirandae</i>	Maria-do-nordeste	VU	
Família Scleruridae			
<i>Sclerurus cearensis</i>	Vira-folha	VU	VU
Família Dendrocolaptidae			
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	Arapaçu-do-nordeste	VU	VU
Família Furnariidae			
<i>Synallaxis hellmayri</i>	João-chique-chique	--	NT
<i>Euscarthmus rufomarginatus</i>	Maria-corrúira	--	NT
<i>Suiriri affinis</i>	Suiriri-da-chapada	--	NT
Família Thraupidae			
<i>Charitospiza eucosma</i>	Mineirinho	--	NT
<i>Conirostrum bicolor</i>	Figuinha-do-mangue	--	NT
<i>Neothraupis fasciata</i>	Cigarra-do-campo	--	NT
<i>Porphyrospiza caerulescens</i>	Campainha-azul	--	NT
<i>Sporophila maximiliani</i>	Bicudo	CR	VU
Família Fringillidae			
<i>Spinus yarrellii</i>	Pintassilgo-do-nordeste	--	VU

Legenda: CR (Criticamente em Perigo); EN (Em Perigo); VU (Vulnerável); NT (Quase Ameaçada).
 Fonte: ICMBio (2016); IUCN (2017).

As aves consideradas não-passeriformes foram as mais abundantes (278 espécies), correspondendo a 25 Ordens, sendo a família Accipitridae (30 espécies) a mais

representativa, seguida de Trochilidae (23 espécies). Ao passo que na Ordem Passeriformes (228 espécies), a família Tyrannidae (60 espécies) foi a mais abundante, seguida de Thraupidae (42 espécies).

PROJETEC (2009e) e Minas PCH (2014) também registraram uma grande diversidade de aves associadas a ambientes úmidos, onde encontram-se formações florestais densas em ambas as margens do rio Parnaíba. Algumas das aves de ambientes úmidos registradas pelos autores foram *Ardea alba*, *Egretta thula*, *Aramus guaraúna*, *Phaetusa simplex*, *Chloroceryle amazona*, *Jacana*, *Nannopterum brasilianus*, *Actitis macularius*, *Charadrius collaris* e *Porphyrio Martinica*.



Figura 58. *Egretta thula*.
Fonte: MPB Engenharia, 2017.



Figura 59. *Nannopterum brasilianus*.
Fonte: Marco Marcos (2013).

4.2.2.3. Mastofauna

O Brasil conta com uma ampla diversidade da mastofauna com o resgisto de 701 espécies, deste número 36 foram adicionadas depois do ano de 2006, representando a possibilidade que este valor ainda possa ser subestimado pela deficiência de estudos (PAGLIA et al., 2012).

O levantamento da mastofauna registrada para a área da BHRP foi baseado em referenciais bibliográficos de trabalhos realizados na região. São eles: Schaeffer-Novelli (1995), Araújo et al., (2005), Henrique et al. (2007), Lima (2007), Gregorin, Carmignotto e Percequillo (2008), Lima (2009), PROJETEC (2009 a,b,c,d,e), Petrobras (2010), Silva e Lima (2011), Silva et al. (2011), Associação Caatinga (2012), Guzzi (2012), Silva e Lima (2012), MinasPCH (2014), Novaes e Laurindo (2014), Reis et al. (2015), Freire Filho (2016), Aquário de São Paulo (2017).

Com base na revisão bibliográfica, 135 espécies de mamíferos são encontradas para a região da Bacia do Rio Parnaíba, representando quase 20% da mastofauna proposta para o Brasil, pertencentes a 12 ordens e 36 famílias.

Entre as Ordens registradas, a que teve mais representantes foi a Ordem Chiroptera, com 57 espécies, seguida de Rodentia com 23 e Carnivora com 17. Dentre os quirópteros, Phyllostomidae foi a família com maior riqueza (40 espécies). Para os mamíferos terrestres, as famílias com mais representantes foram Cricetidae e Didelphidae com 8 espécies em cada, seguidas pelas Felidae, com 8, e Dasypodidae com 6.

Correspondendo a mais de 40% dos mamíferos citados para a região da BHRP, os morcegos, pertencentes a Ordem Chiroptera, são os únicos da Classe Mammalia que apresentam estruturas especializadas que permitem o voo (PERACCHI et al., 2006).

Com relação a presença de espécies ameaçadas, a Ordem Carnivora apresentou a maior proporção. Entre os felinos, conforme a Lista Vermelha da Fauna Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2016) as espécies *Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus wiedii*, *Leopardus colocolo*, *Panthera onca* e *Puma concolor* estão classificadas como vulneráveis (VU) e o *Leopardus tigrinus* como em perigo (EN).



Figura 60. *Leopardus wiedii*.
Fonte: Tortato et al., 2013.



Figura 61. *Panthera onca*.
Fonte: Morato et al., 2013.

Para os canídeos, três espécies listadas para a região da Bacia, *Chrysocyon brachyurus*, *Lycalopex vetulus* e *Speothos venaticus* encontram-se em grau de ameaça Vulnerável a nível nacional (ICMBIO, 2016). Além destas, a *Lontra Longicaudis* foi categorizada como Quase Ameaçada (NT) para o ICMBio e IUCN.



Figura 62. *Chrysocyon brachyurus*.
Fonte: De Paula et al., 2013.



Figura 63. *Speothos venaticus*.
Fonte: Jorge et al., 2013.

Para a Ordem dos primatas, das cinco espécies listadas, conforme IUCN e ICMBio, as espécies *Sapajus libidinosus*, *Aotus infulatus* e *Alouatta caraya* são citadas como Quase Ameaçadas, o *Alouatta belzebul* na categoria Vulnerável (VU) e *Alouatta ululata* está como Em Perigo de extinção (EN).

Com relação as espécies ameaçadas da Ordem Chiroptera, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2016), a espécie *Lonchophylla dekeyseri* da Família Phyllostomidae, apresenta-se na categoria Em Perigo (EN); e o morcego *Furipterus horrens*, da Família Furipteridae, na categoria Vulnerável (VU). A caça ilegal constitui um dos principais fatores de ameaças aos mamíferos (CHIARELLO et al., 2008), exercendo uma forte pressão sobre as populações e sendo uma das principais causas de extinções recentes (REDFORD, 1992). *Trichechus manatus* (EN), *Priodontes maximus* (VU), *Tapirus terrestres* (VU), *Tayassu pecari* (VU) e *Ozotoceros bezoarticus* (VU) são exemplos dos animais que sofrem com a grande pressão das atividades cinegéticas e estão ameaçados de extinção para a região da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Entre os mamíferos aquáticos foram citados os animais da Ordem Cetacea, que compreendem os botos *Steno bredanensis*, *Sotalia guianensis* (VU), *Tursiops truncatus*, *Stenella longirostris* e *Stenella clymene* e da Ordem Sirenia representada pelo peixe-boi-marinho, *Trichechus manatus* considerado no Brasil, como mamífero aquático mais ameaçado de extinção, classificado como Em Perigo crítico (ICMBIO, 2016).

Além das espécies mencionadas acima, outras espécies apresentam hábitos relacionadas a ambiente aquáticos que foram citadas para a região, como a Lontra (*Lontra longicaudis*), a Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), a Paca (*Cuniculus paca*) e o Mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), que apesar de serem mamíferos terrestres, fazem uso dos corpos d'água, como rios, riachos, lagoas e áreas costeiras com disponibilidade de água doce, principalmente para se alimentar e para escapar de seus predadores.



Figura 64. *Hydrochoerus hydrochaeris*.
Fonte: Daniel Kerntek (ICMBio, 2019).



Figura 65. *Procyon cancrivorus*.
Fonte: Cheida et al., 2013.

Tabela 15. Espécies da mastofauna da região da BHRP ameaçadas de extinção.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ICMBio	IUCN
ORDEM DIDELPHIMORPHIA			
Família Didelphidae			
<i>Thylamys karimii</i>	Cuíca	--	VU
ORDEM SIRENIA			
Família Trichechidae			
<i>Trichechus manatus</i>	Peixe-boi-marinho	EN	VU
ORDEM CINGULATA			
Família Dasypodidae			
<i>Priodontes maximus</i>	Tatu-canastra	VU	VU
<i>Tolypeutes tricinctus</i>	Tatu-bola	EN	VU
ORDEM PILOSA			
Família Myrmecophagidae			
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira	VU	VU
ORDEM PRIMATES			
Família Cebidae			
<i>Sapajus libidinosus</i>	Macaco-prego	NT	LC
Família Aotidae			
<i>Aotus infulatus</i>	Macaco-da-noite	--	NT
Família Atelidae			
<i>Alouatta caraya</i>	Guariba, bugio	NT	LC
<i>Alouatta belzebul</i>	Guariba, bugio-de-mãos-ruivas	VU	VU
<i>Alouatta ululata</i>	Guariba, bugio-de-mãos-ruivas	EN	EN
ORDEM RODENTIA			
Família Cricetidae			
<i>Thalpomys lasiotis</i>	Rato-do-chão	EN	LC
Família Caviidae			
<i>Kerodon rupestris</i>	Mocó	VU	LC
ORDEM CHIROPTERA			
Família Phyllostomidae			
<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	Morcego	EN	EN
<i>Lonchophylla mordax</i>	Morcego	--	NT
<i>Vampyrum spectrum</i>	Morcego	--	NT
Família Furipteridae			
<i>Furipterus horrens</i>	Morcego	VU	LC
ORDEM CARNIVORA			
Família Felidae			
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	VU	LC
<i>Leopardus trigrinus</i>	Gato-do-mato-pequeno	EN	VU
<i>Leopardus wiedii</i>	Gato-maracajá	VU	NT

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ICMBio	IUCN
<i>Leopardus colocolo</i>	Gato-palheiro	VU	NT
<i>Panthera onca</i>	Onça-pintada	VU	NT
<i>Puma concolor</i>	Suçuarana	VU	LC
Família Canidae			
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará	VU	NT
<i>Lycalopex vetulus</i>	Raposinha	VU	LC
<i>Speothos venaticus</i>	Cachorro-do-mato-vinagre	VU	NT
Família Mustelidae			
<i>Lontra Longicaudis</i>	Lontra	NT	NT
ORDEM PERISSODACTYLA			
Família Tapiridae			
<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	VU	VU
ORDEM ARTIODACTYLA			
Família Tayassuidae			
<i>Tayassu pecari</i>	Queixada	VU	VU
Família Cervidae			
<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	Veado-campeiro	VU	NT
ORDEM CETACEAE			
Família Delphinidae			
<i>Sotalia guianensis</i>	Boto-cinza	VU	DD

Legenda: EN (Em Perigo); VU (Vulnerável); NT (Quase Ameaçada); LC (Pouco Preocupante); DD (Deficiente em Dados). Fonte: IUCN (2017-2); ICMBio (2016).

4.3. ÁREAS PROTEGIDAS POR LEI

4.3.1. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Na BHRP, obteve-se um quantitativo de APPs de 4.340 km², o que corresponde a cerca de 1,3% da área da bacia. Verificou-se que a região fisiográfica com maior área de preservação permanente foi o Alto Parnaíba com 2.148 km², seguido do Médio e Baixo Parnaíba com 1.614 e 577 km² respectivamente. Conforme citado, os cálculos percentuais consideraram as regiões fisiográficas e respectivas sub-bacias, considerando as de nível 1, de acordo com o que apresenta o Quadro 1 do Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba, uma das fontes do diagnóstico em questão.

Tabela 16. Áreas de Preservação Permanente.

Região Fisiográfica	Área (km ²)	APP (km ²)	APP (%)
Baixo Parnaíba	42.945	577	1,34%
Médio Parnaíba	137.742	1.614	1,17%
Alto Parnaíba	151.842	2.148	1,41%
Total de APP	332.529	4.340	1,31%

Fonte: Elaboração própria com base na Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012) e apoio de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

4.3.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA BHRP

O levantamento sobre as Unidades de Conservação que estão inseridas na BHRP foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica e consulta em órgãos responsáveis pela gestão das unidades, a saber: Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), sobre as unidades federais; Secretarias de Meio Ambiente (SEMA), a respeito das unidades estaduais; e as Secretarias de Meio Ambiente Municipais (SEMAM), sobre unidades municipais. Além disso utilizou-se a base de dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC).

Foi citado um total de 34 Unidades de Conservação, sendo cinco Parques Nacionais, um Parque Estadual, uma Estação Ecológica Federal e uma Estadual, uma Reserva Extrativista, quatro Áreas de Proteção Ambiental Federal e oito Estaduais, uma Floresta Nacional, e 12 Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Verificou-se que as 34 UC's somam cerca de 70.452 km², desta área, cerca de 59% está dentro da BHRP (41.577 km²). Com relação a área da bacia em estudo é possível perceber que as UC's representam cerca de 13% do território como pode ser observado na Tabela 17.

Tabela 17. Área das Unidades de Conservação por Região Fisiográfica.

Região	Área (km ²)	Área da UC dentro da Região Fisiográfica da BHRP (km ²)	%
Baixo Parnaíba	42.945	15.581	36%
Médio Parnaíba	137.742	4.297	3%
Alto Parnaíba	151.842	21.699	14%
Total	332.529	41.577	13%

Fonte: Brasil (1961, 1979, 1998, 2000, 1981, 1997, 1996b, 1990, 1996a, 2002, 2005b); ICMBio (2017); Piauí (2008, 1993, 1998, 1999, 1988, 1997); Maranhão (1996, 2008, 1991); com cálculos próprios e apoio de Sistema de Informação Geográfica (SIG), sobre as UCs com área delimitada ou valor número conhecido.

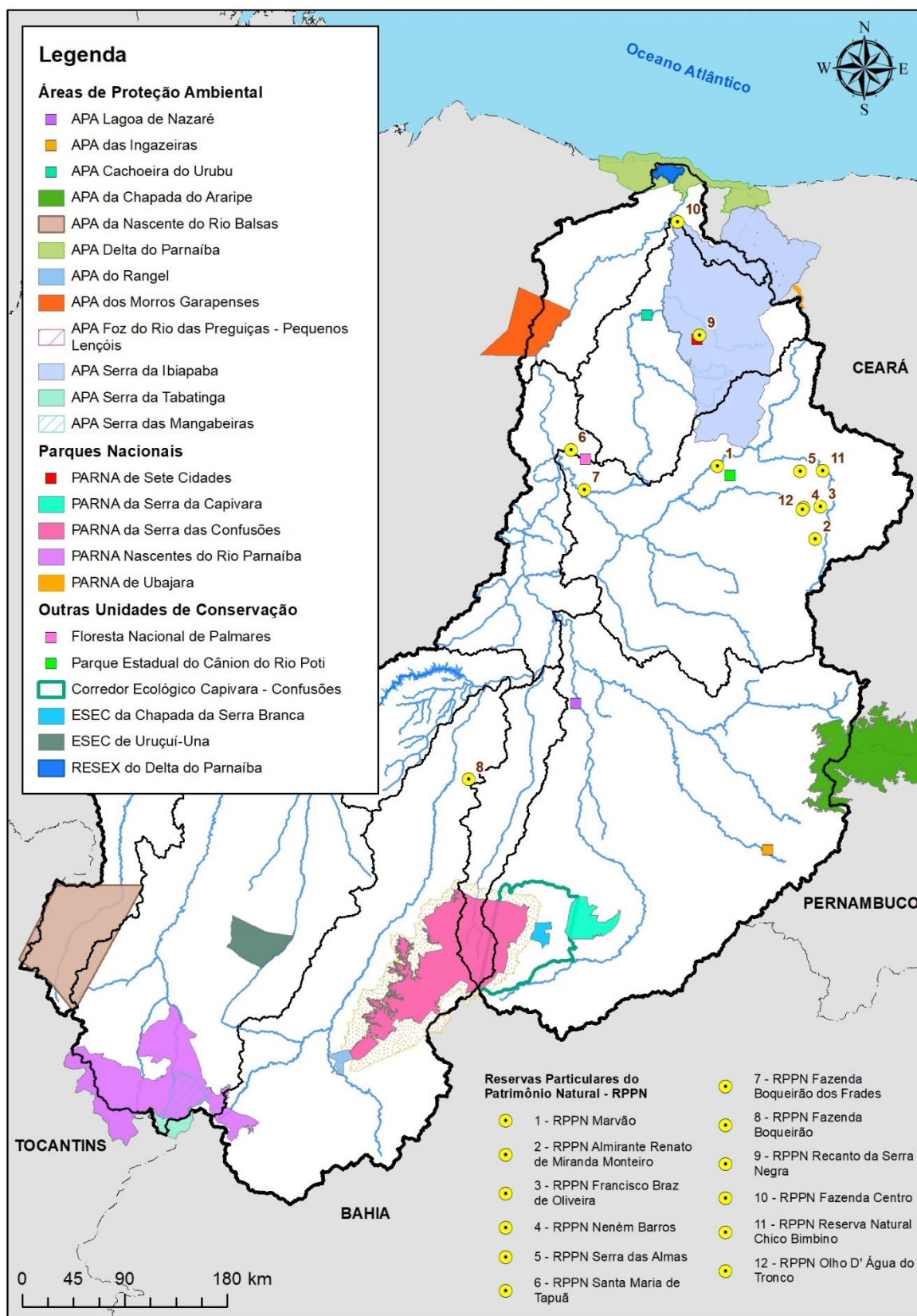


Figura 66. Unidades de Conservação na BHRP.
(Mapa 18 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

5. CARACTERIZAÇÃO SOCIECONÔMICA E CULTURAL

5.1. HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO

Ao longo da história de desenvolvimento da região hidrográfica do rio Parnaíba, algumas cidades tiveram papel de destaque no processo. Como exemplo disso, temos: a cidade de Parnaíba, como polo exportador, a cidade de Oeiras, a qual já foi capital do estado do Piauí e eixo de integração no interior nordestino para a comercialização e transporte do gado e Teresina, capital do Piauí, a qual promoveu a aproximação do litoral e do interior.

A bibliografia consultada⁵ permitiu descrever o histórico da ocupação e o desenvolvimento da região hidrográfica do rio Parnaíba na linha do tempo, possibilitando uma visualização desse contexto (Figura 67).

A exploração da região hidrográfica do rio Parnaíba é tão antiga quanto as atividades extrativistas, remontando ao século XVII. Os primeiros núcleos de povoamento foram constituídos a partir do momento em que fazendeiros baianos e pernambucanos ultrapassaram suas fronteiras em busca de água e pasto para os rebanhos nas regiões do Alto Rio Gurguéia e Alto Rio Piauí que foram baseados principalmente na exploração dos recursos naturais da região.

Da metade do século XVII até as primeiras décadas do século seguinte, Parnaíba conheceu grande expansão comercial e industrial, motivada pelo adensamento da ocupação da área do delta, fato que resultou na criação da Alfândega em 1817.

A afirmação inicial de Parnaíba deveu-se principalmente à sua condição de porta de entrada e de saída do grande eixo de penetração constituído pelo rio Parnaíba. Do ponto de vista geopolítico, a escolha de uma nova capital para substituir Oeiras, em 1852, numa região remota daquela província imperial, significou também a tentativa de consolidação de uma unidade político-administrativa cuja integração territorial estava a ser construída

O principal núcleo urbano somente se desenvolveu a partir da segunda metade do século XVIII, sob a liderança de imigrantes. Esses, interessavam-se também pela criação animal, mas trouxeram novos conhecimentos, em especial a conservação da carne, a produção da carne de sol. Também foram responsáveis pela utilização do rio Parnaíba como meio de transporte.

Já o século XX, embora a pecuária nordestina se desenvolvesse como atividade

⁵ As informações que serviram de base para o tratamento histórico da região de estudo foram extraídas principalmente do Projeto Áridas, Memória e Acervo (IICA, 1995) e o Zoneamento Ecológico Econômico do Baixo Parnaíba – Um Foco nos Cerrados do Sul do Piauí e Maranhão, Subsídios para o diagnóstico (BRASIL, 2005a).

complementar à monocultura canavieira, a região hidrográfica do rio Parnaíba mantinha uma posição central na economia sertaneja, estruturada nesta época em torno das fazendas de gado.

Em especial, o estado do Piauí, onde se encontra a maior parte dos municípios componentes desta bacia, detém posição estratégica no território nos caminhos traçados para a comercialização do gado, articulando as regiões mais distantes do interior nordestino, onde sobressaía a posição central do município de Oeiras, primeira capital do Piauí.

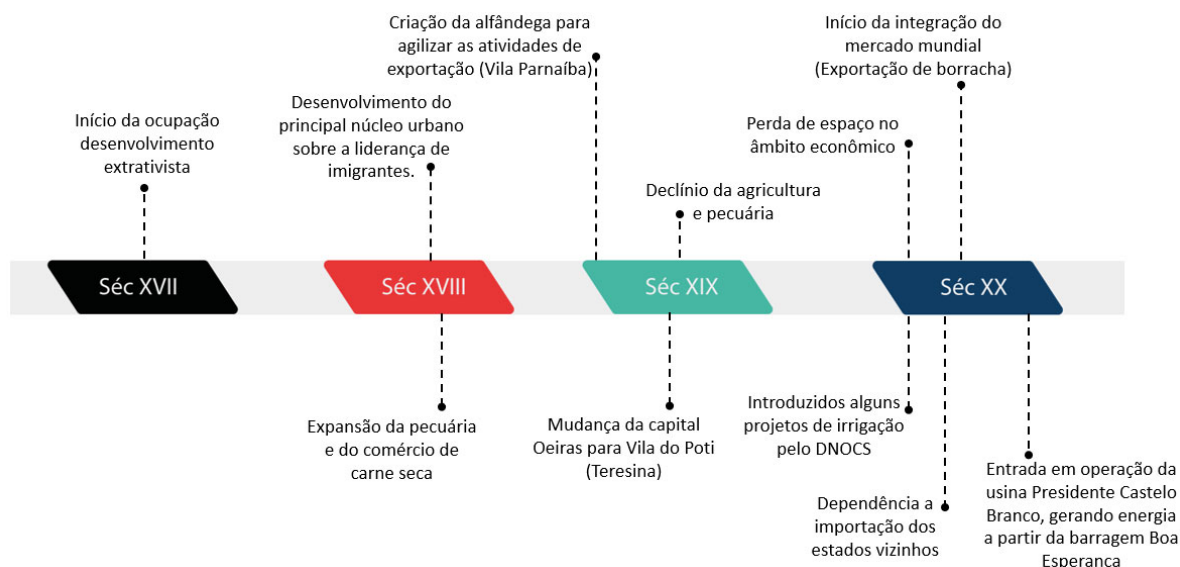


Figura 67. Linha do tempo do histórico de ocupação e desenvolvimento da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

No final do século XIX e início do século XX, ocorreram alterações no cenário econômico piauiense. Foi a fase das maiores exportações da borracha de maniçoba, marco do início da integração do Estado ao mercado mundial, iniciando uma nova fase econômica do Piauí (SOUSA, 2006).

Posteriormente, na década de 1970, foram introduzidos alguns projetos de irrigação promovidos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, quando surgiram os primeiros perímetros de irrigação e possibilitando a modernização da agricultura.

5.2. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018a), em 2010, habitavam na bacia do rio Parnaíba cerca de 4,7 milhões de pessoas, o equivalente a 2,5% da população do país. A maioria da população é urbana e representa cerca de 64% do total da BHRP.

A taxa média anual de crescimento populacional para a BHRP no período de 2000-2010 foi de 1,03%, inferior à média do Brasil (1,17%) (Tabela 18). Neste mesmo período, observou-se crescimento expressivo da população urbana em relação à população rural como podemos observar na Figura 68.

A Figura 68 apresenta a evolução das populações urbana, rural e total na BHRP entre os anos de 1970 e 2010.

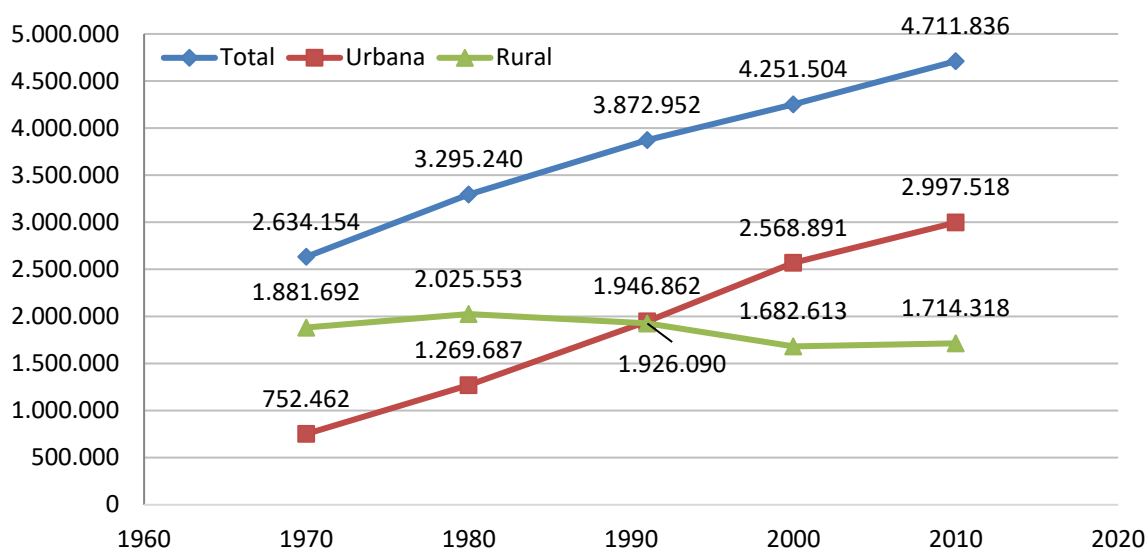


Figura 68. Evolução da população total, urbana e rural da BHRP (1970 – 2010).

Fonte: Dados municipais provenientes de IBGE (2018a) com cálculos próprios.

À exceção de Teresina, capital do Piauí, que possui cerca de 767 mil habitantes em área urbana, todas as outras sedes municipais da RH do Parnaíba possuem menos de 150 mil habitantes, destacando-se Timon no Maranhão, com 133 mil habitantes e Parnaíba no litoral do Piauí, com 137 mil habitantes (IBGE, 2018a). A densidade demográfica média na BHRP é de 13,1 hab./km² e tem configuração bastante diferenciada, apresentando áreas de expressiva densidade, como no Litoral, com 32,37 hab./km² (UPH do Baixo Parnaíba) e na UPH do Longá, com 26,14 hab./km², contrastando com áreas de baixa densidade demográfica como a UPH do Alto Parnaíba com 1,63 hab./km².

Teresina é o município mais populoso da bacia com 814.230 e pertence a UPH do Poti, que por sua vez concentra 32% da população da bacia, sendo que somente Teresina concentra 54% de toda a população desta UPH. Após a UPH do Poti as regiões mais populosas da bacia são a UPH do Baixo Parnaíba, a UPH do Canindé e a UPH do Longá com 16%, 15% e 14% da população respectivamente.

Tabela 18. Principais indicadores de distribuição da população⁶.

Unidade de Planejamento	População					Sedes Municipais	
	Hídrico	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)	Dens. Demog. (hab/km ²)		% da Pop da UPH na BHRP
Alto Parnaíba		49.527	26.277	75.804	1,63	1,6%	8
Baixo Parnaíba		391.798	352.560	744.358	32,37	15,8%	31
Balsas		115.562	43.759	159.321	4,72	3,4%	8
Boa Esperança		56.887	25.782	82.669	5,44	1,7%	11
Canindé		327.678	373.399	701.077	8,88	14,9%	90
Gurguéia		107.559	83.410	190.969	3,73	4%	25
Itaueiras		61.806	16.498	78.304	10,17	1,7%	4
Longá		367.176	281.391	648.567	26,14	13,8%	31
Médio Parnaíba		367.077	166.004	533.081	22,24	11,3%	18
Poti		1.152.448	345.238	1.497.686	27,35	31,8%	52
Totais		2.997.518	1.714.318	4.711.836		100,0%	278

Fonte: Dados municipais (IBGE, 2018a) com cálculos próprios e apoio de Sistema de Informação Geográfica (SIG)

5.3. ATIVIDADES ECONÔMICAS E POLARIZAÇÃO REGIONAL

A escassez de água na BHRP, tem sido historicamente apontada como um dos principais motivos para o baixo índice de desenvolvimento econômico e social (IBGE, 2016). Os estados do Piauí e Maranhão registram baixos desempenhos do país no índice de desenvolvimento humano (IDH), quando comparados aos IDHs dos estados brasileiros, ocupando a 25^a e 26^a posição no ranking nacional, com valores de IDH de 0,63 e 0,46 respectivamente. Estes superam apenas o estado de Alagoas que ocupa a 27^a posição correspondente a última colocação dentre as unidades federativas (IBGE, 2018b).

O melhor desempenho entre os estados que compõem a BHRP é registrado no Ceará, com valor de IDH de 0,68, colocando-o na 17^a posição no ranking (IBGE, 2018a). De modo simplificado, o IDH mede o grau de desenvolvimento econômico e a qualidade de vida oferecida à população, por meio da metodologia desenvolvida pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

No ranking do PIB per capita nacional, com ano de referência 2016, o estado do Piauí ocupa a 26^o posição, o estado do Maranhão a 27^a e o estado do Ceará a 23^a posição

⁶ A fim de simplificação os valores de áreas considerados na redação deste relatório foram arredondados.

(IBGE, 2018a). Apesar do baixo desempenho a nível nacional, através da análise da evolução dos valores anuais do PIB (Figura 69), observa-se crescimento de 68% entre os anos de 2010 a 2015, destacando os anos de 2013 a 2014 onde o crescimento foi o mais significativo (18%). Já no ano subsequente, 2015, houve uma relativa estabilidade.

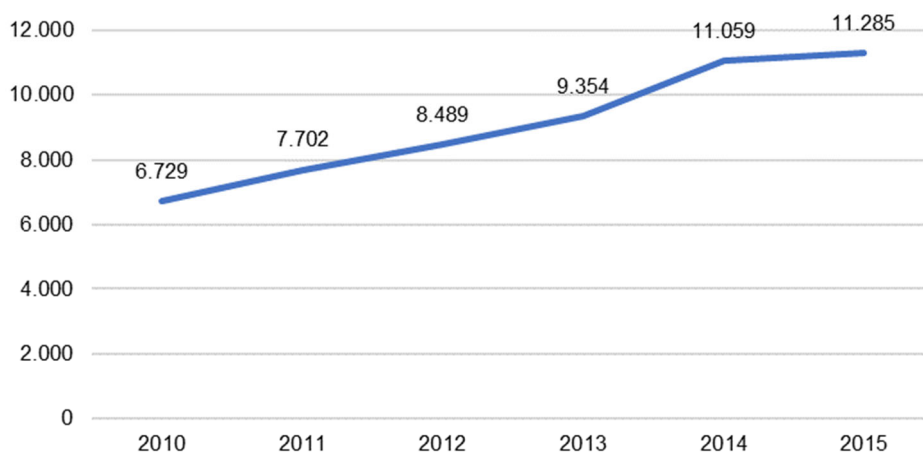


Figura 69. Histórico do Produto Interno Bruto per capita na região da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Fonte – Elaboração própria; Adaptado de IBGE (2017a).

As principais atividades econômicas desenvolvidas na BHRP são a agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, sendo estas as mais representativas em todas as unidades de planejamento. Das 1,8 milhões de pessoas ocupadas na BHRP, 32% trabalham nas atividades econômicas referidas (IBGE, 2017a). A distribuição da ocupação por tipo de atividade é detalhada na Figura 70.

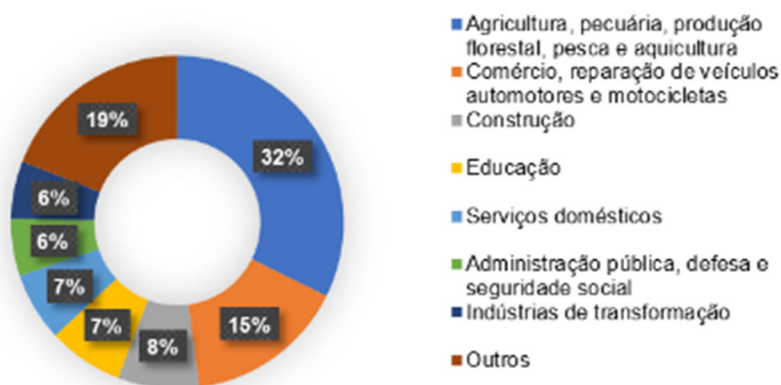


Figura 70. Ocupação por tipo de atividade – proporção no total (2015).

Fonte – Elaboração própria; Adaptado de IBGE (2017a).

Mais da metade do mercado de trabalho (62%) está concentrada em apenas quatro grandes segmentos da economia do país, quais sejam: atividades agropecuárias

(32%), comércio e reparação de automotivos (15%), construção (8%) e educação (7%). A indústria de transformação não é expressiva, com baixa representatividade na BHRP (6%).

Em 2015, o PIB da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba foi avaliado em 54 bilhões de reais, correspondente a 1% da riqueza total gerada no país, cujo valor atingiu 5,9 trilhões (IBGE, 2017a; IBGE, 2017c). A análise da composição do PIB, avaliando a categoria preços correntes (R\$ 1.000), a UPH Poti registra a maior contribuição, aproximadamente 41% do total gerado na BHRP, seguido pela UPH Canindé com participação de 11% (Figura 71).

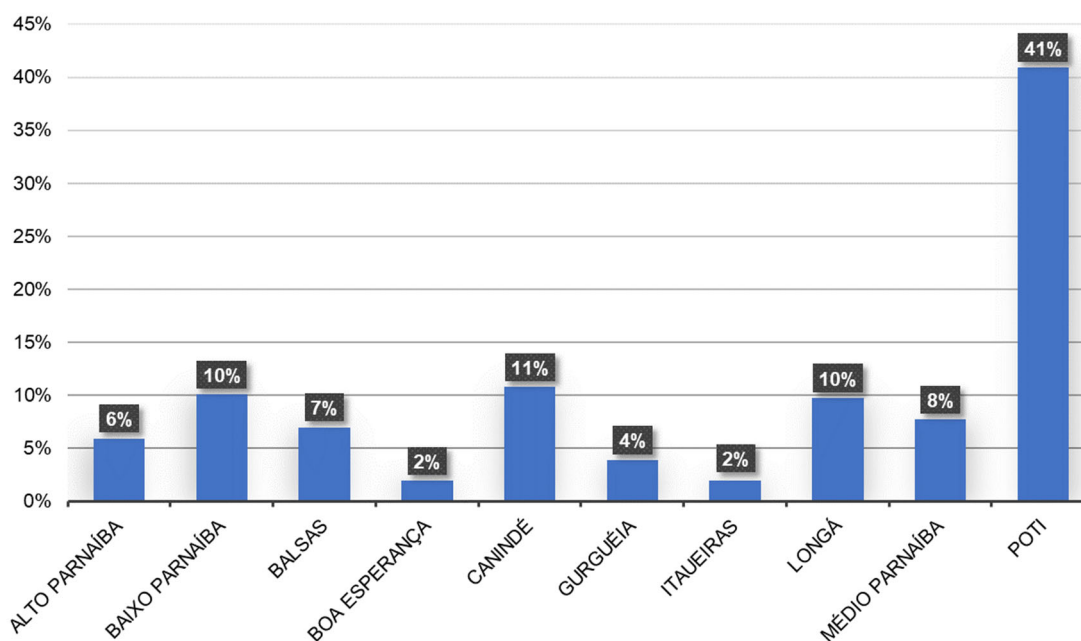
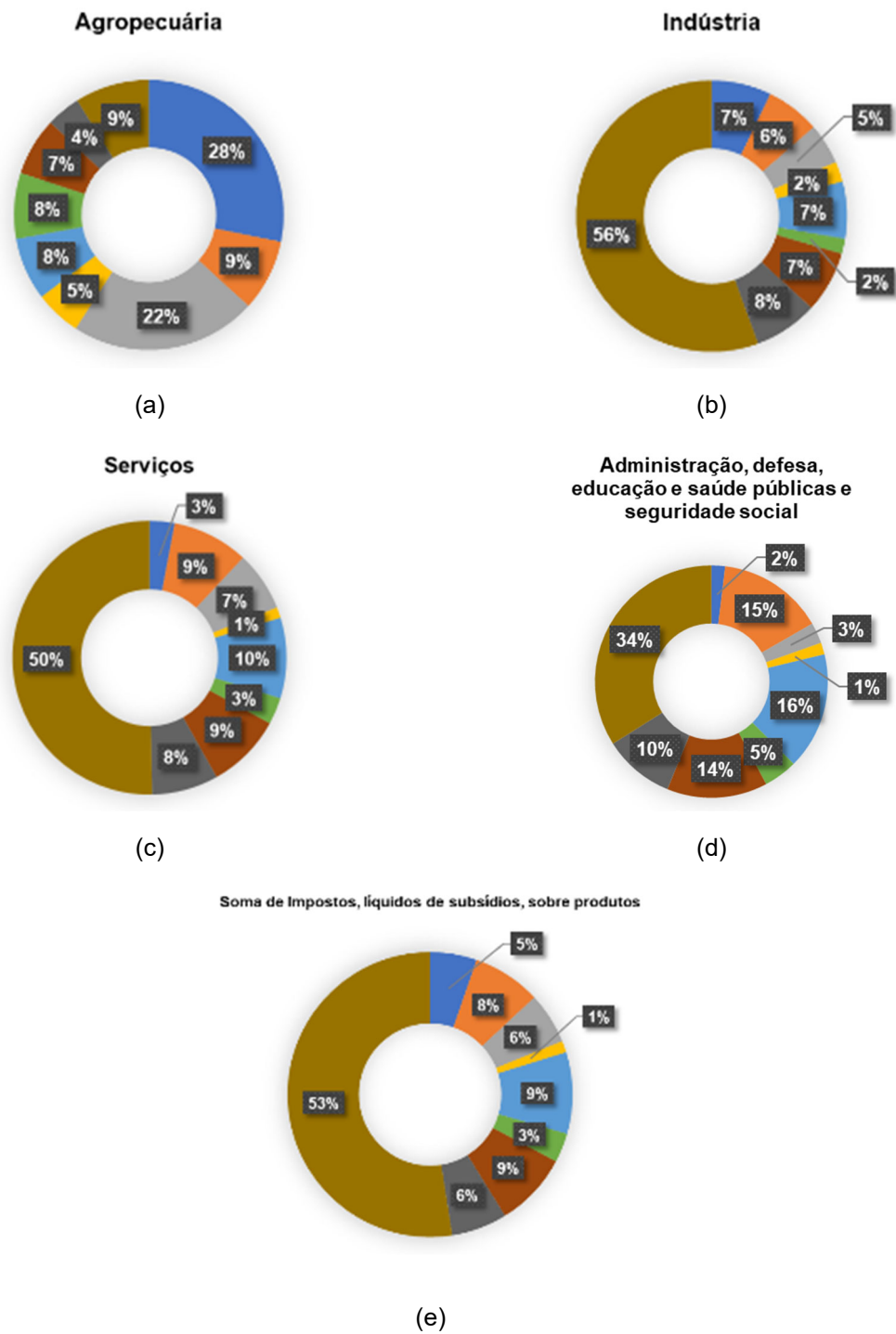


Figura 71. Representatividade da UPH na composição do PIB na BHRP.

Fonte – Elaboração própria; Adaptado de IBGE (2017).

Em termos de valor adicionado bruto (VAB) pelos principais setores de atividade econômica, o VAB dos serviços representa 65% da economia total da bacia, seguido da Indústria com 18% e agropecuária com 17%. O VAB reflete a contribuição de determinada atividade econômica ao PIB, obtida pela diferença entre o valor bruto de produção e o consumo intermediário absorvido por essas atividades.

A distribuição do VAB pela agricultura e pecuária demonstra a importância da UPH Alto Parnaíba, a qual concentra 28% da produção da bacia, seguido da UPH Balsas com 22% de representatividade. A UPH Poti destaca-se pela Indústria, concentrando 58% do total para o setor. A unidade também se destaca nas demais atividades como pode ser observado na Figura 72, que apresenta a representatividade de cada UPH para os diferentes segmentos. Já a Figura 73, apresenta a representatividade de cada atividade dentro das unidades hidrológicas.



■ Alto Parnaíba ■ Baixo Parnaíba ■ Balsas ■ Boa Esperança ■ Canindé ■ Gurguéia ■ Itaueiras ■ Longá ■ Médio Parnaíba ■ Poti

Figura 72. Representatividade das UPHs para os diferentes segmentos na composição do PIB, com base no valor adicionado bruto a preços concorrentes (R\$ 1.000).

Fonte – Elaboração própria; Adaptado IBGE, (2017).

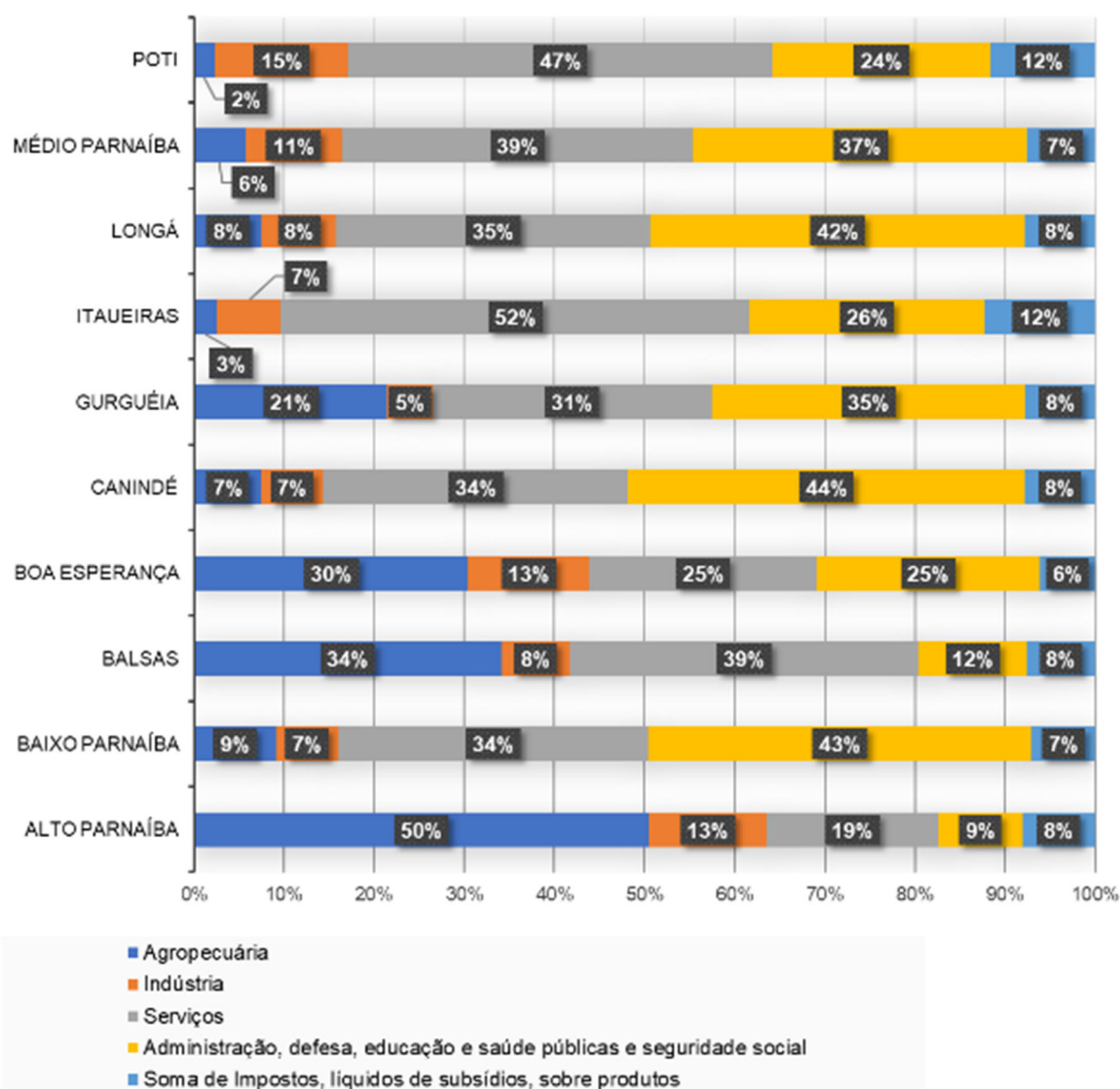


Figura 73. Composição do PIB nas UPH, com base no valor adicionado bruto a preços concorrentes (R\$ 1.000).

Fonte – Elaboração própria; Adaptado IBGE, (2017).

A atividade agrícola na BHRP totalizou 2,90 milhões de hectares plantados em 2017. Entre 2007 e 2010, conforme ilustra a Figura 74, houve relativa estabilidade da área plantada, oscilando entre 1,8 e 1,9 milhões de ha. Logo foi seguido por uma forte expansão da agricultura até o estágio atual. Entre os anos de 2007 e 2017 a área plantada na BHRP cresceu 59%.

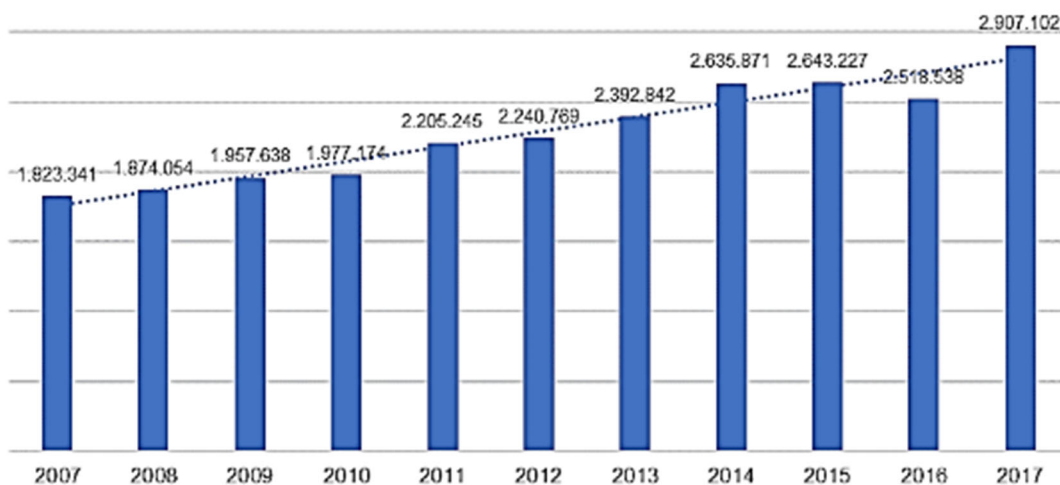


Figura 74. Evolução da área plantada na BHRP em hectares.

Fonte – Elaboração própria; Adaptado IBGE, (2017a).

Os principais cultivos realizados na BHRP são a soja, milho, feijão, arroz, sorgo, mandioca e cana-de-açúcar, os quais abrangem cerca de 99% da área plantada total em 2017, cuja a composição percentual das áreas destinadas aos diferentes cultivos, é apresentada na Figura 75. A cultura da soja é a mais representativa ocupando 47% do total de área plantada, seguido do milho com 29% e o feijão 11%. As demais culturas somadas não excedem 13% da área plantada.

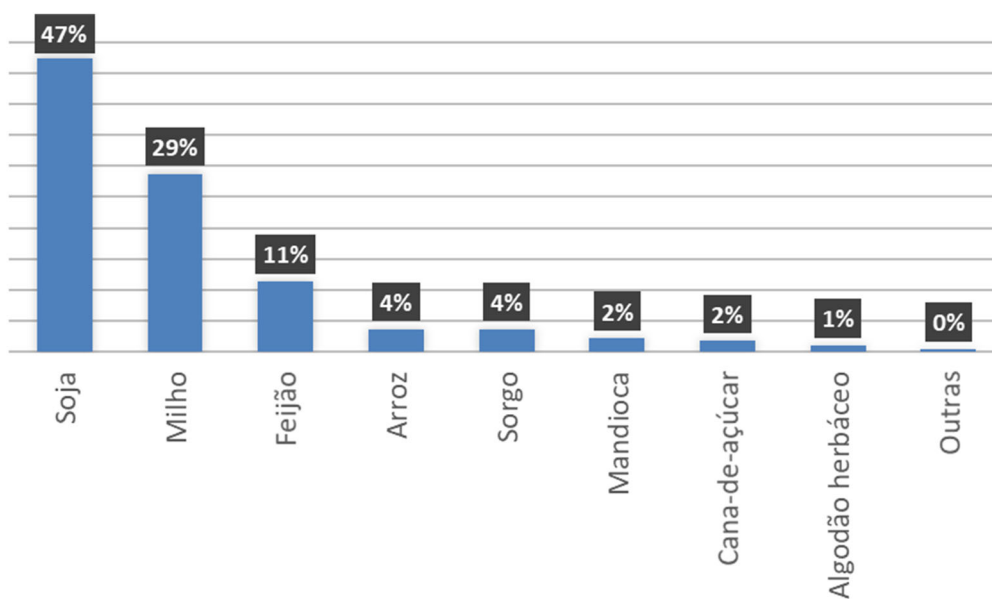


Figura 75. Área plantada total da BHRP (2017).

Fonte – Elaboração própria; Adaptado IBGE, (2017a).

A distribuição destes cultivos pela BHRP, por município, é apresentada na Figura 76. Como pode ser observado na imagem, a região da UPH Alto Parnaíba concentra a maior área plantada de soja com 690 mil ha, aproximadamente 50% da área total destinada a esta cultura na BHRP. Somadas as UPHs Alto Parnaíba e Balsas representam 77% da área destinada para o cultivo de soja. A cultura também é encontrada em parte da UPH Gurgueia com 12% de representatividade em relação a área total.

O cultivo de algodão herbáceo é mais presente na UPH Alto Parnaíba abrangendo 63% ou 17 mil ha de área plantada na unidade. Já a concentração da produção de mandioca se dá no Baixo Parnaíba com 48% da área total, e a cultura de cana-de-açúcar distribui-se na UPH Balsas (35%) e Médio Parnaíba com 19%.

O sorgo se aglomera na UPH Balsas com 59% e UPH Alto Parnaíba 36%. As demais lavouras estão mais dispersas na extensão da bacia.

Na Figura 77 é apresentada a concentração das áreas plantadas nos municípios da BHRP, obtida pela soma das áreas destinadas os diferentes cultivos, com dados de referência o ano de 2015. Observa-se uma maior aglomeração nos municípios pertencente a UPH Alto Parnaíba, Balsas e parte do Gurgueia, com destaque para o município de Balsas e Tasso Fragoso que possuem a maior área plantada dentre os municípios que compõem a BHRP, ambos integrantes da UPH Balsas. Com propósito de facilitar comparativos, na Figura 77 são apresentados, em conjunto a análise da área plantada por municípios, gráficos de barras que representam o total da área destinada aos principais cultivos por UPH. Com base nos gráficos é possível observar a representatividade da soja para o setor, com destaque para UPH Alto Parnaíba.

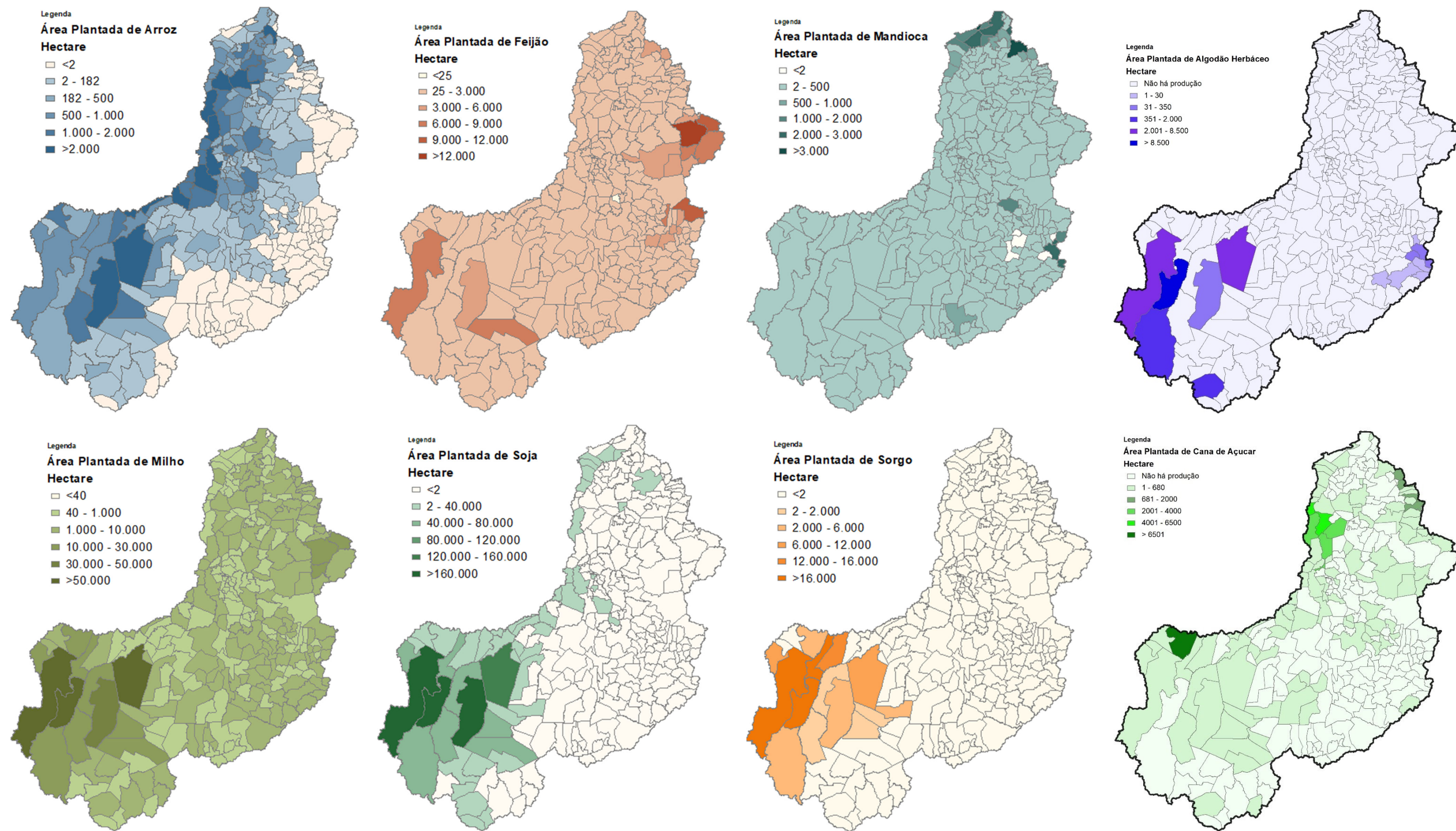


Figura 76. Área plantada por município das principais culturas (2017).
Fonte: Adaptado dos dados municipais (IBGE, 2017a)

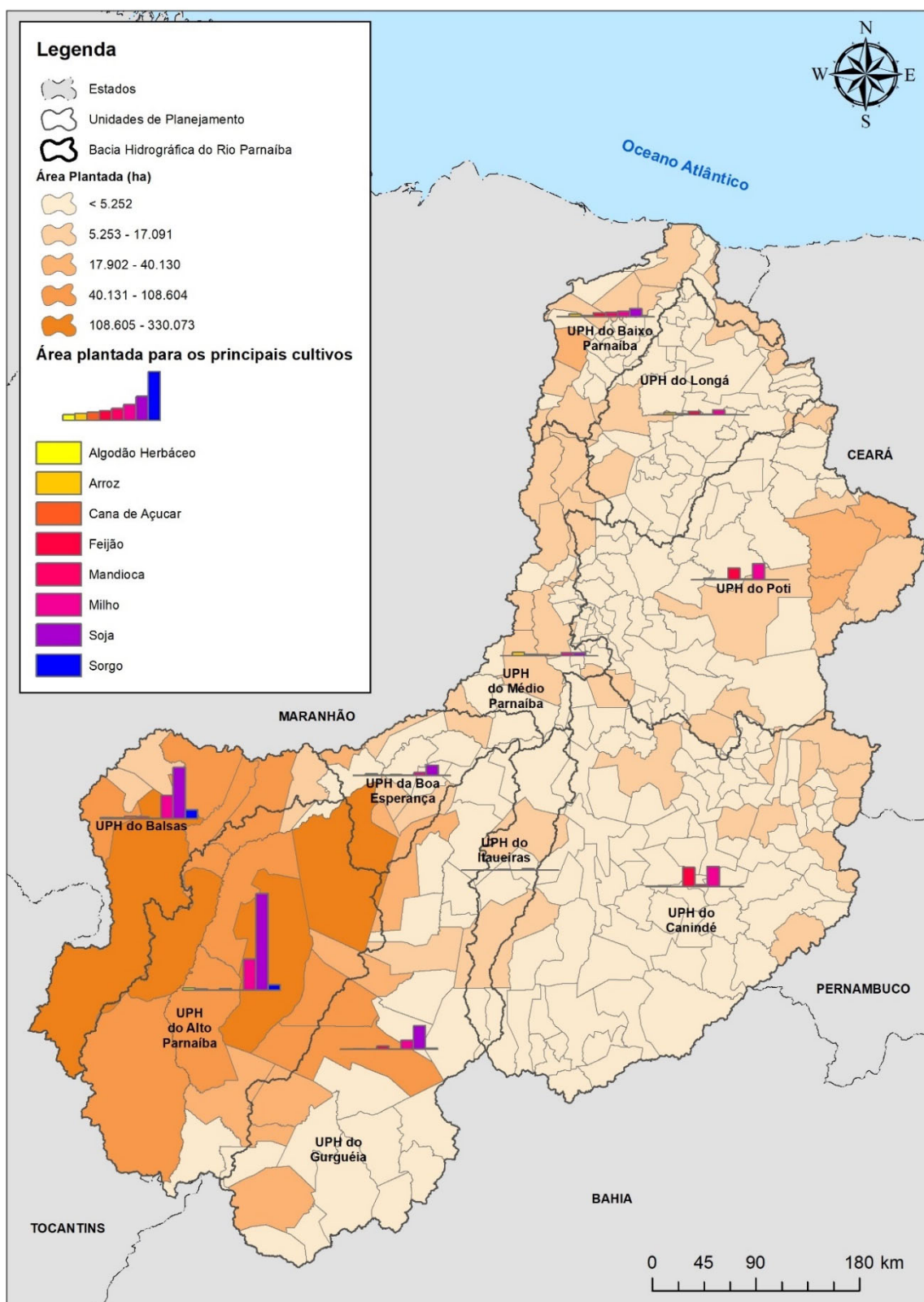


Figura 77. Áreas plantadas por municípios dos principais cultivos na BHRP.
(Mapa 19 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Apenas para fins de irrigação é estimada uma vazão de retirada de 1.551.744 m³/d, aproximadamente 57% da demanda total da BHRP (ANA, 2016). Visto que o setor possui grande expressividade econômica, garantir o suprimento principalmente na região semiárida, é um desafio sendo este diagnóstico um passo importante na direção da gestão eficiente do recurso de modo a garantir o desenvolvimento econômico na região.

O sucesso das ações depende do envolvimento popular. Um dos grandes desafios das políticas públicas na atualidade está ligada à gestão racional e participativa dos recursos hídricos, através da democratização do acesso ao uso da água e envolver a sociedade civil, compartilhar as decisões e ações no âmbito da gestão das águas (CARVALHO, 2017). Assim aprofundar o conhecimento sobre os conflitos e potencialidades que possam ocorrer no território o primeiro passo no desenvolvimento e condução no processo de planejamento.

❖ **Polarização Regional**

Esta análise foi produzida a partir dos levantamentos de dados da economia regional (documentos históricos, estatísticas, estudos existentes – IBGE, Codevasf, órgãos estaduais, prefeituras), abrangendo o Setor Primário, o Setor Secundário e o Setor Terciário.

A dinâmica econômica de cada local tende a um determinado centro polarizador ou região polarizadora diferente, ou seja, cidades ou regiões com força de atração, ou devido aos recursos naturais, localização e/ou outros fatores, formam uma zona positiva de crescimento, atraindo para si mais população, muitas vezes mão de obra especializada, criando um círculo virtuoso não só para si, mas também para os municípios que a circundam.

No Piauí, os principais centros urbanos são a capital Teresina, Parnaíba, Picos e Floriano. São Raimundo Nonato também vem ganhando destaque, constitui um município com economia baseada na pecuária extensiva e que, atualmente, devido à sua localização e ao desenvolvimento de novas atividades econômicas, tem despontado como novo centro polarizador da gestão do território no sudeste da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Contribuem para isto, sua posição estratégica no circuito de Unidades de Conservação da região, marcada pela presença do Parque Nacional da Serra da Capivara, assim como a maior diversificação em sua economia, como a produção de mel de abelha, por exemplo, e o desenvolvimento do turismo e das atividades de pesquisa em torno dos vestígios antropológicos encontrados nesta área.

Uma das características da bacia é o grande contingente populacional vivendo na área litorânea, em especial no centro sub-regional representado pela cidade de Parnaíba.

De acordo com a literatura, a região mais alta da BHRP que engloba as UPHs de Balsas, Alto Parnaíba, Gurguéia e Boa Esperança possuem vegetação predominante de Cerrado, além de quantidade de terras potencialmente produtivas, mão de obra abundante e recursos hídricos necessários à viabilidade econômica desta região. A região de Cerrado tem potencial econômico para a agricultura de grãos, pastagens e fruticultura tropical, além de baixa densidade populacional.

No local ocupado pelas UPHs do Médio Parnaíba, Poti e Canindé, por apresentar uma predominância da Caatinga, destacam-se as atividades extrativistas, com ênfase na colheita e processamento do babaçu e da carnaúba. Esta região possui uma boa produção de arroz, feijão e castanha de caju.

Como visto anteriormente, no período colonial, essa região foi explorada economicamente pelo extrativismo de óleo de babaçu e a cera de carnaúba. Atualmente, no entanto, vem sendo desmatada pelo cultivo de grãos voltados para a exportação, com destaque para a soja.

Por fim, na região ocupada pelas UPHs do Baixo Parnaíba e Longá predomina a vegetação de Cerrado, mas também há ocorrência de Caatinga, que favorece a presença acentuada de babaçu. Esta região possui uma predominância da agricultura, principalmente de grãos. Ocorrem a presença de muitas lagoas rasas e de substrato argiloso que favorecem a prática da rizicultura nas vazantes, com ótimos resultados de produtividade. No mangue, centenas de pessoas fazem a captura de caranguejos.

Outro destaque na economia dessa região é a cultura do camarão (carcinicultura) que se desenvolve desde a década de 1980, atraindo uma série de investimentos. Além disso, o seu grande potencial para o turismo, mais especificamente aquele denominado como ecoturismo, contribui para a movimentação econômica da região. Isso porque esta localidade possui grande variedade de atrativos naturais, desde o próprio, e mais conhecido, Delta do Parnaíba, até os Lençóis Maranhenses. Destaque ainda para a Lagoa do Portinho, situada entre os municípios de Parnaíba e Luís Correia, cujos cenários misturam ambientes aquáticos do rio Longá e constituem atrativos naturais capazes de atender às necessidades de lazer da população local e das regiões próximas. Cabe ainda destacar o maior potencial turístico levantado, isto é, o patrimônio arqueológico presente principalmente em Buriti dos Lopes, Caxingó e Bom Princípio do Piauí. A região possui infraestrutura razoável para esse tipo de serviço, inclusive agências de turismo vinculadas a operadoras turísticas nacionais.

Uma das características da bacia é o grande contingente populacional vivendo na área litorânea, em especial no centro sub-regional representado pela cidade de Parnaíba. No Piauí, os principais centros urbanos são a capital Teresina, Parnaíba, Picos e Floriano. São Raimundo Nonato também vem ganhando destaque, constitui um município com economia baseada na pecuária extensiva e que, atualmente, devido à sua localização e ao desenvolvimento de novas atividades econômicas, tem despontado como novo centro polarizador da gestão do território no sudeste da bacia

hidrográfica do rio Parnaíba. Contribuem para isto, sua posição estratégica no circuito de Unidades de Conservação da região, marcada pela presença do Parque Nacional da Serra da Capivara, assim como a maior diversificação em sua economia, como a produção de mel de abelha, por exemplo, e o desenvolvimento do turismo e das atividades de pesquisa em torno dos vestígios antropológicos encontrados nesta área.

Destaca-se que Teresina constitui um aglomerado urbano que inclui o município maranhense de Timon, cuja separação física faz-se por meio de uma ponte sobre o rio Parnaíba que o interliga à capital piauiense. Juntos, estes dois municípios aglomeram mais outros 12 municípios do Piauí, localizados nas proximidades da capital, fazendo deste aglomerado a segunda maior Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) do Brasil, conforme dados no Ministério da Integração Nacional, contidos no documento intitulado Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

A publicação “Desenvolvimento Urbano e Regional de Teresina, Piauí, Brasil e sua importância no atual quadro de influência na Rede Urbana Regional no Brasil”, de autoria de Constance de Carvalho Correia Jacob Melo e Gilda Collet Bruna, cita que, em 1950 a população de Teresina era 90.723 habitantes; em 1970 atingia 363.666 e em 1980 somava 538.294 habitantes. A maioria dessa população é oriunda de pequenas cidades piauienses, principalmente da zona rural, mas também de outros estados do Nordeste (BACELLAR, 1994). Segundo o IBGE (2017b), a população estimada para Teresina, foi de 850.198 habitantes. Esses dados, aliados a outros, tais como relacionado a saúde, isto é, o número de estabelecimentos de atendimento de emergência, Teresina está em primeiro lugar; possui o maior índice de desenvolvimento humano na bacia, com IDH = 0,751, e está em 13o lugar do PIB. No que diz respeito a emprego, Teresina apresenta os melhores índices em praticamente todos os componentes da pesquisa: unidades locais de emprego, no número de empresas, número de pessoas ocupadas, maior número de assalariados, tendo a segunda melhor média salarial na bacia. Outros indicadores reforçam a condição do município de Teresina ser o mais importante Polo Regional da Bacia Hidrográfica do Parnaíba.

No estado do Ceará, os principais municípios polarizadores dentro da bacia em questão são também os mais populosos, entre eles Crateús e Tianguá.

No intuito de se traçar o perfil econômico predominante na região da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba, analisou-se os dados relativos ao Produto Interno Bruto – PIB (já mencionados anteriormente), por estado e por cada município pertencente a este recorte geográfico (Tabela 19).

Tabela 19. PIB per capita em relação aos PIB Estadual na região da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (2015)

ESTADO	Nº de municípios	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Nº de municípios com renda <i>per capita</i> acima da do estado	Nº de municípios com renda <i>per capita</i> abaixo da do estado
Maranhão	36	9.948,47	8	28
Piauí	223	9.811,04	17	206
Ceará	19	12.393,39	0	19

Fonte: Dados municipais (IBGE, 2018a) com cálculos próprios.

A análise dos dados do PIB aqui sistematizados mostra que grande parte do território da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba tem PIB per capita baixo, constituindo-se, assim, em uma região mais carente. Portanto, necessita de investimentos em infraestrutura em geral, incluindo infraestrutura relacionada a recursos hídricos, para continuar seu processo de desenvolvimento e melhoria das condições de vida da população. Considera-se que a melhoria desta questão tende a atrair outros investimentos criando condições para se industrializar a matéria-prima produzida no âmbito da bacia e isso gerará maiores e melhores oportunidades de emprego e renda para sua população.

Destaca-se na BHRP o Polo de Desenvolvimento Integrado Uruçuí-Gurguéia, considerado Polo Agroindustrial, conforme pode ser visualizado na Figura 78, é uma divisão por vocação territorial que faz parte das iniciativas do Banco do Nordeste que selecionou as áreas dinâmicas para serem prospectadas durante o biênio 1998-1999 (e que até hoje estão em atividade), de modo a contribuir para uma estratégia que gerasse sustentabilidade e competitividade às atividades econômicas, possibilitando maiores e mais rápidos retornos econômicos e sociais dos investimentos públicos e privados alocados, promovendo o bem-estar econômico e social das populações envolvidas. Porém, ainda persistem vários fatores restritivos impedindo que as potencialidades do Polo sejam plenamente exploradas. Como centros mais dinâmicos deste polo, destacam-se os municípios de Uruçuí e Bom Jesus.

O complexo de grãos constitui a cadeia produtiva mais relevante deste polo, de acordo com o Perfil dos Estados, divulgado pelo Ministério da Fazenda. Além da soja, alguns produtores rurais oriundos do sul do país, exploram na região outras culturas como, por exemplo, o arroz e o milho. Estes produtores utilizam tecnologia moderna, com uso intensivo de mecanização, adubação e correção de solos. Também fazem uso de inoculantes para fixação do nitrogênio, sementes selecionadas, rotação de culturas, tratamentos culturais mais adequados e especializados e a prática do plantio direto.

Tal polo apresenta grandes áreas de cerrado com solos profundos e planos disponíveis para serem incorporados às áreas produtivas. Além dos aspectos físicos, também os aspectos econômicos são bastante favoráveis para o desenvolvimento do polo, como o preço baixo das terras, o fortalecimento da cadeia de grãos e existência

de financiamentos, em especial pelo Banco do Nordeste. Como contraponto, a vulnerabilidade do setor de grãos dos cerrados piauienses encontra-se associada às condições climáticas, com veranicos (períodos secos durante a fase de crescimento da planta) responsáveis por quedas de produção, à baixa liquidez de mercado (principalmente para o milho e o arroz), aos aspectos fiscais, tendo em vista que a taxa de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços-ICMS é considerada elevada por muitos produtores, principalmente os de milho, e ao grau de dependência dos produtores em relação aos riscos.

Além disto, o Polo de Desenvolvimento Integrado Uruçuí-Gurguéia tem ainda áreas nas margens do Rio Gurguéia que podem ser exploradas com irrigação. A água utilizada para isso vem de jazidas de água subterrânea existentes na área com recurso de boa qualidade para as atividades agrícolas. Existe também a disponibilidade de jazidas e moinhos de calcário, insumo muito importante para a agricultura em regiões de cerrado.

A partir da atividade de produção de grãos, outros ramos de negócio encontram condições propícias para se desenvolver como a venda de máquinas, equipamentos e implementos e a produção e revenda de insumos em geral como adubos, sementes e agroquímicos.

Também há oportunidades de negócios para a implantação de indústrias de esmagamento de grãos, usinas de algodão, têxteis, armazéns graneleiros e empresas de transportes, além de possibilidades nas seguintes áreas: consultorias especializadas, escritórios de projetos, laboratórios de análise de solo, água e folha, patrulhas mecanizadas, unidades de beneficiamento de sementes, empresas de trabalho, comercialização e logística de negócios. Por fim, ressaltam-se as potencialidades na área de serviços auxiliares como hotéis, restaurantes e equipamentos de lazer, fabricação ou revenda de máquinas, equipamentos e implementos, revenda de combustíveis, produção ou revenda de embalagens, assistência técnica, consultoria agropecuária, turismo rural e ecológico, cursos especializados nas atividades rurais.

Destaca-se ainda o turismo como um setor capaz de promover a aceleração econômica e o incremento nas áreas social, cultural e ambiental. Porém, devido aos impactos que pode trazer, o tratamento econômico direcionado ao turismo exige o conhecimento detalhado dos impactos econômicos derivados da atividade, uma vez que os turistas gastam o seu dinheiro em uma ampla variedade de mercadorias e serviços.

Segundo o Mapa dos Turismo Brasileiro (MT, 2017), a BHRP apresenta 12 polos turísticos, e dentro deles estão inseridos 95 municípios. Abaixo estão descritos alguns dos principais polos turísticos da BHRP. De acordo com a Figura 78 nota-se a relação entre os polos turísticos e os municípios polarizadores.

Sobre o Polo Turístico Teresina, tem a capital como a principal cidade piauiense, que é banhada por dois dos principais rios da bacia, o Rio Parnaíba e o Rio Poti, cujo encontro é conhecido como Encontro dos Rios, local de grande concentração turística, atualmente em obras de melhoria e reurbanização, com a implantação do Parque Encontro dos Rios. Teresina possui parques ecológicos, o mirante da Ponte Estaiada Mestre Isidoro França, também importantes atrações.

A cidade de São Raimundo Nonato, no Polo Turístico das origens, desperta a atenção pelos sítios arqueológicos da Serra da Capivara, considerado Patrimônio Mundial pela Unesco. A Pedra Furada e o Museu do Homem Americano, com fósseis pré-históricos, recebem visitantes do mundo o ano inteiro.

No Polo Turístico Cultural, em Oeiras, as tradições religiosas, sobretudo durante o período da Semana Santa, fazem da Primeira Capital, também conhecida como a Capital da Fé.

Com relação ao Polo Turístico da Costa do Delta, considerado como o maior delta do mundo, localizado no extremo norte do Estado do Piauí, fazendo divisa com o Maranhão, o Delta do Rio Parnaíba é o único das Américas que deságua em mar aberto, apresentando uma composição de ilhas e igarapés que chamam a atenção pela diversidade de espécies de sua fauna e flora.

Dos municípios anteriormente relacionados, apenas Cajueiro da Praia não pertence à BHRP.

A Figura 78 apresenta os principais municípios polarizadores, os polos turísticos e agroindustriais presentes na BHRP.

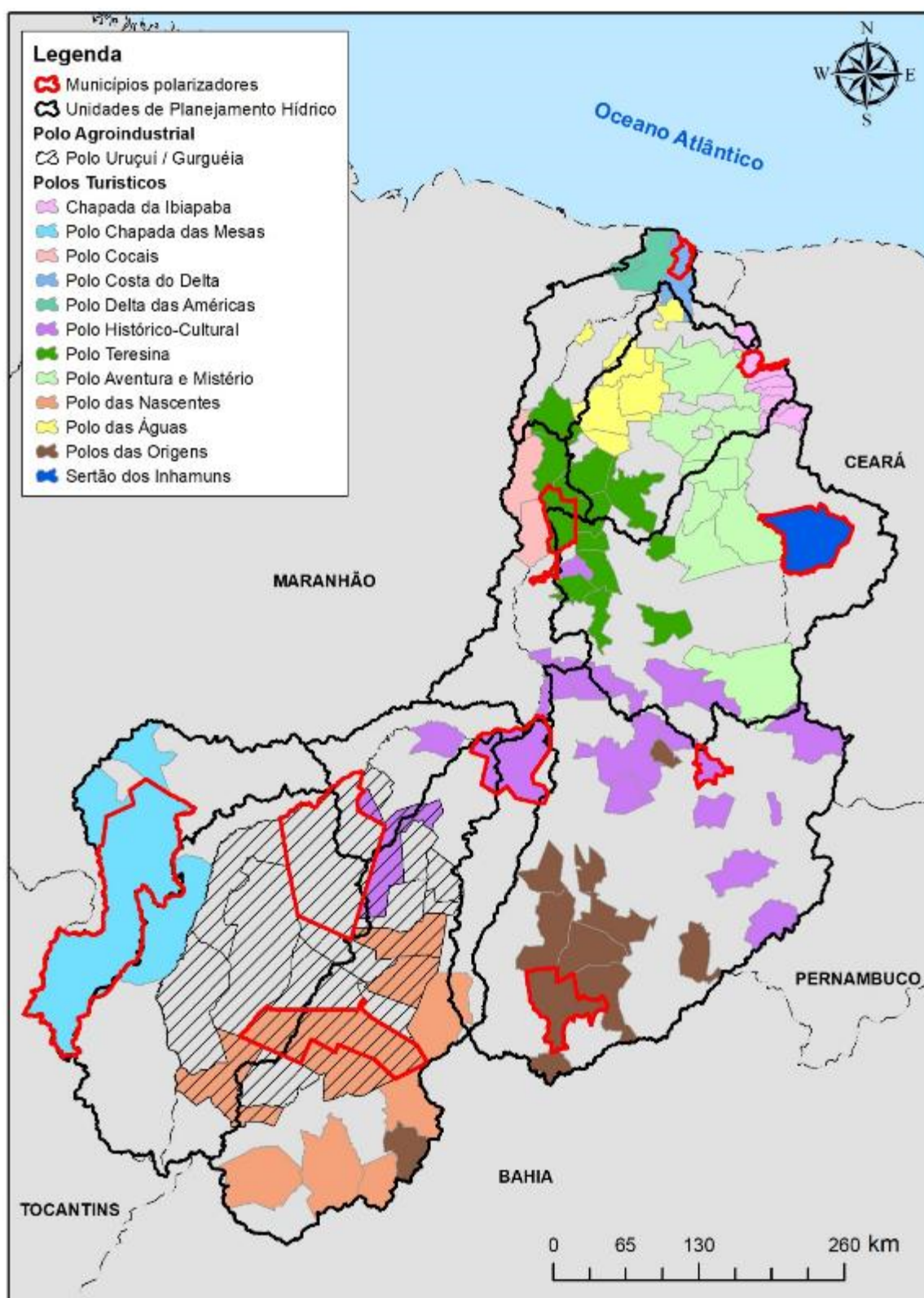


Figura 78. Mapa de Polarização Regional da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba
(Mapa 20 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

5.4. Uso do solo

A caracterização do uso do solo baseia-se no monitoramento da cobertura do uso da terra do Brasil elaborado pelo IBGE, cujo objetivo é especializar e quantificar a cobertura e uso da terra de todo o território brasileiro a cada dois anos, permitindo a análise da dinâmica do território em termos dos processos de ocupação, da utilização da terra e de suas transformações (IBGE, 2018c). Com o ano de referência 2016 a classificação predominante na BHRP é a vegetação campestre abrangendo 62% do território da BHRP, seguido da classificação vegetal florestal com 17%. Os valores das áreas para as diferentes classes são apresentados na Figura 79.

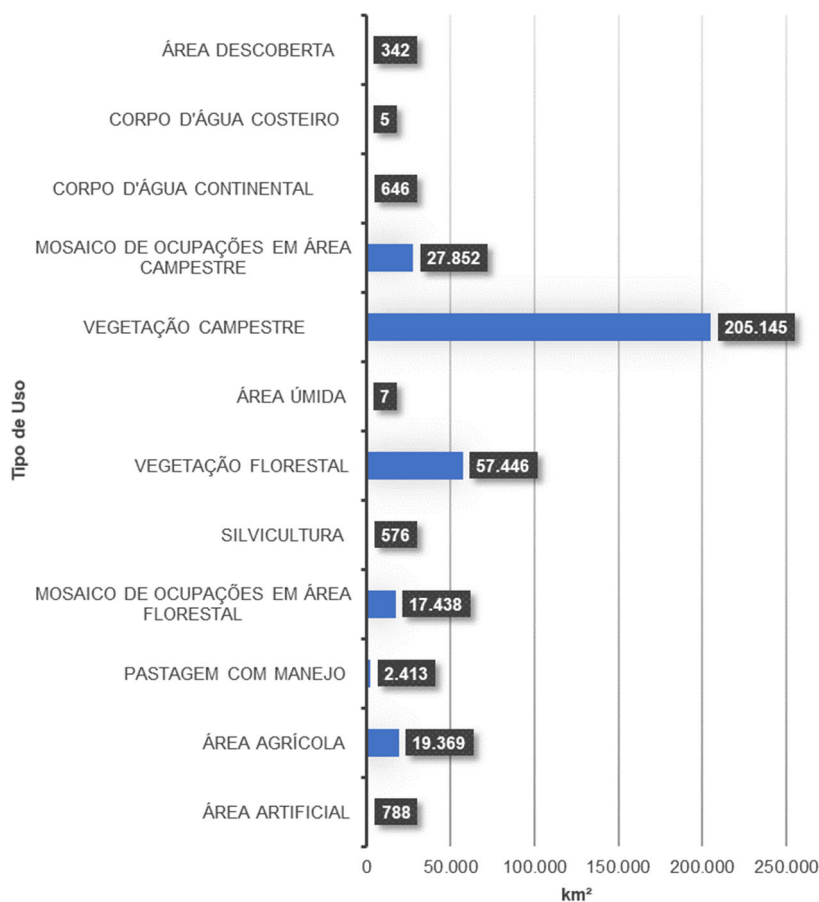
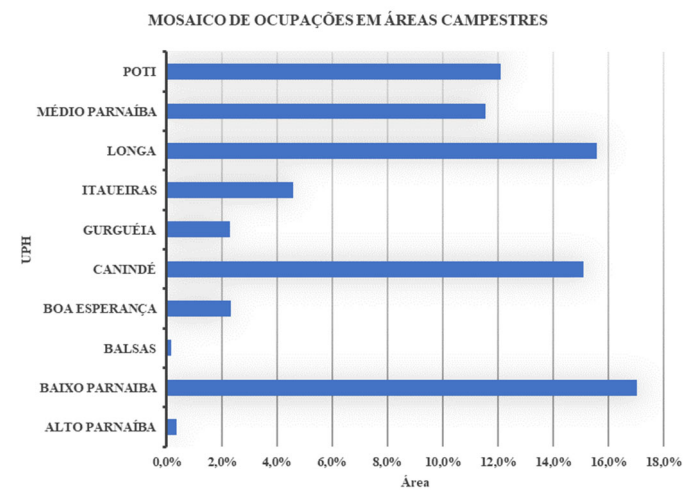
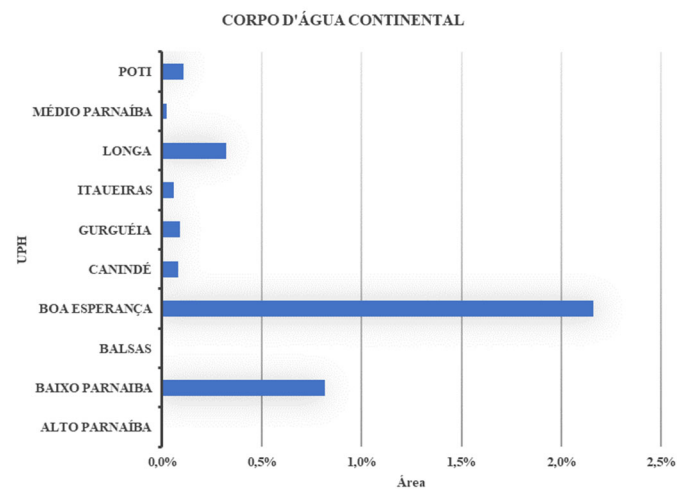
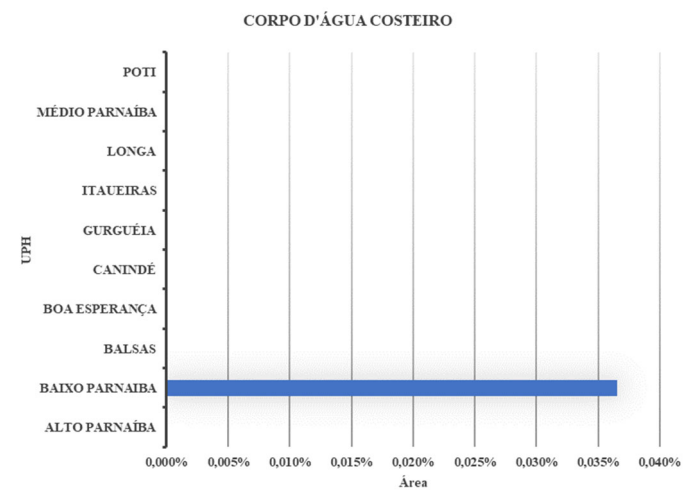
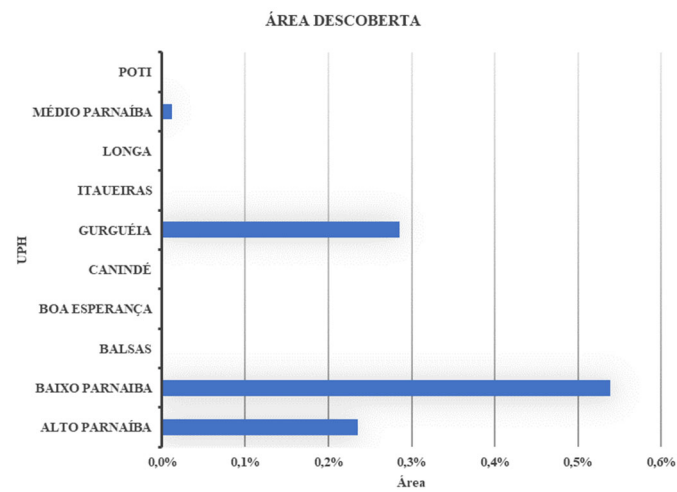
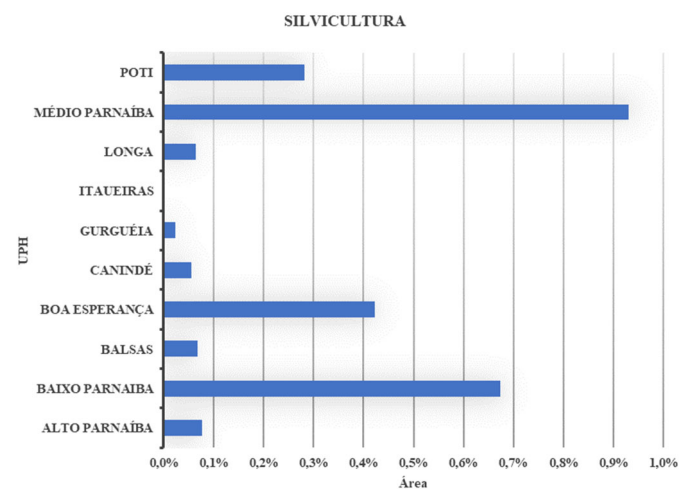
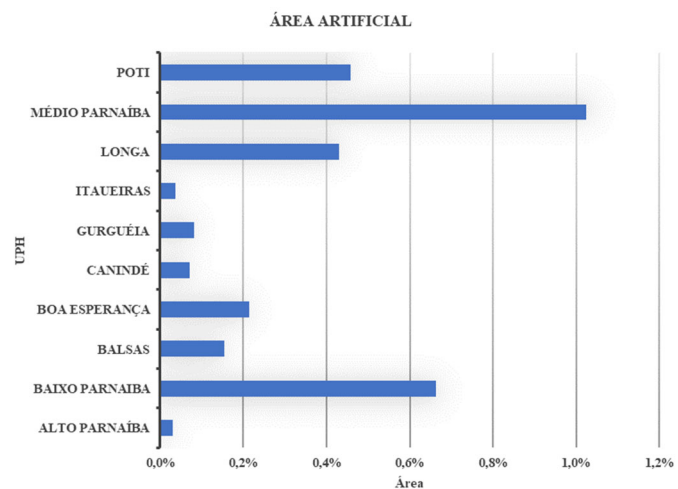
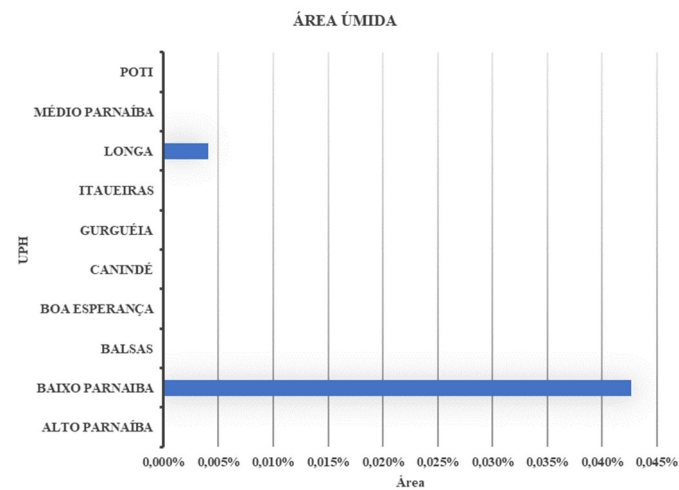
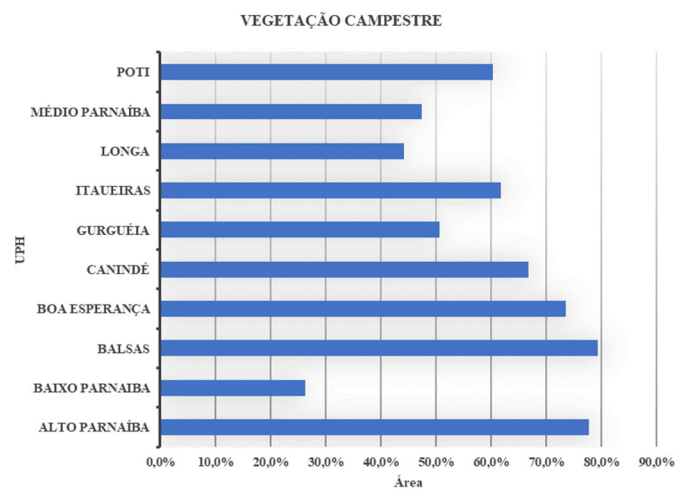


Figura 79. Áreas das diferentes classes de uso do solo e cobertura da terra.
Fonte: Adaptado IBGE 2018c.

A distribuição das classes nos limites da BHRP por UPH é apresentada Figura 80. Destacam-se em termos de interferências antrópicas, a área artificial⁷, onde é mais expressiva no Médio Parnaíba, Baixo Parnaíba e Poti. Quanto as áreas agrícolas são mais expressivas no Alto Parnaíba com 20% do total de área desta classe, Balsas 15% e Boa Esperança 9%. A importância da agricultura nas UPHs Alto Parnaíba e Balsas foi evidenciada também no item 3.2 deste relatório, onde com base na análise do VAB, as UPHs referidas são responsáveis por 42% da produção agrícola, com destaque para a produção de milho e soja. A representação cartográfica do uso do solo é apresentada Figura 81.

⁷ As áreas artificiais, correspondem ao uso urbano, estruturado por edificações e sistema viário, onde predominam superfícies artificiais não-agrícolas. Também pertencem a essa classe as aldeias indígenas e áreas de lavra de mineração (IBGE, 2018c).





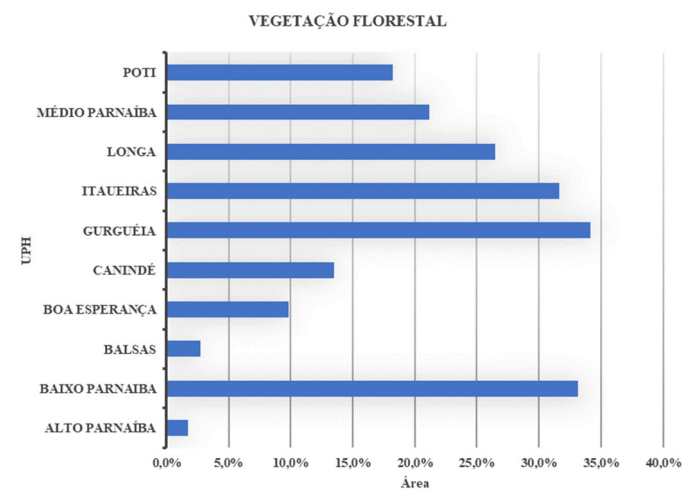
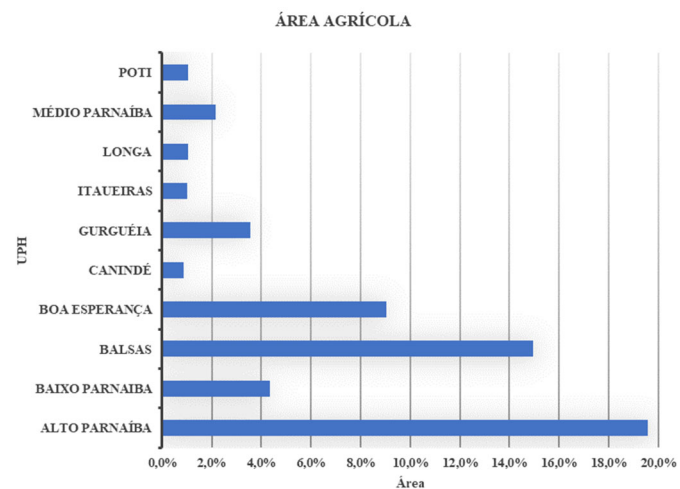
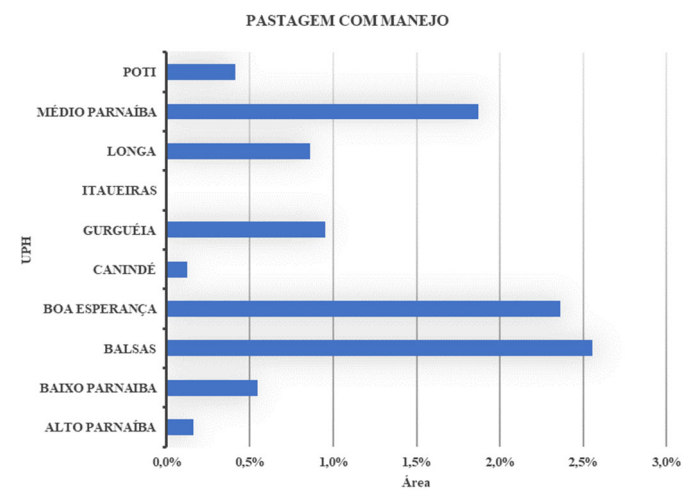
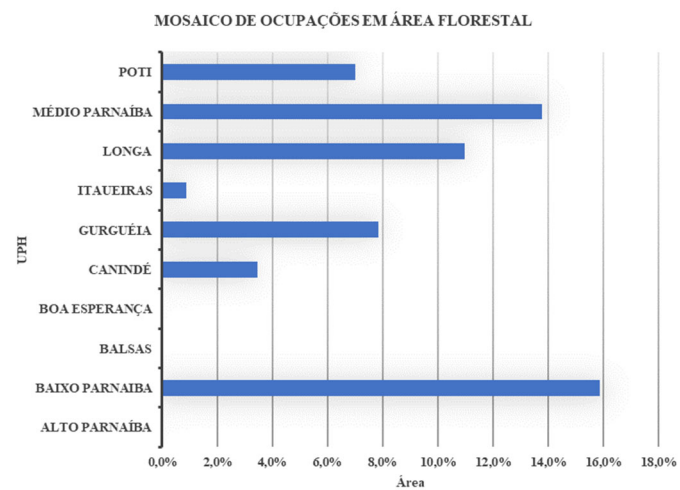


Figura 80. Distribuição percentual das categorias de uso de solo por UPH.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado IBGE (2018c).

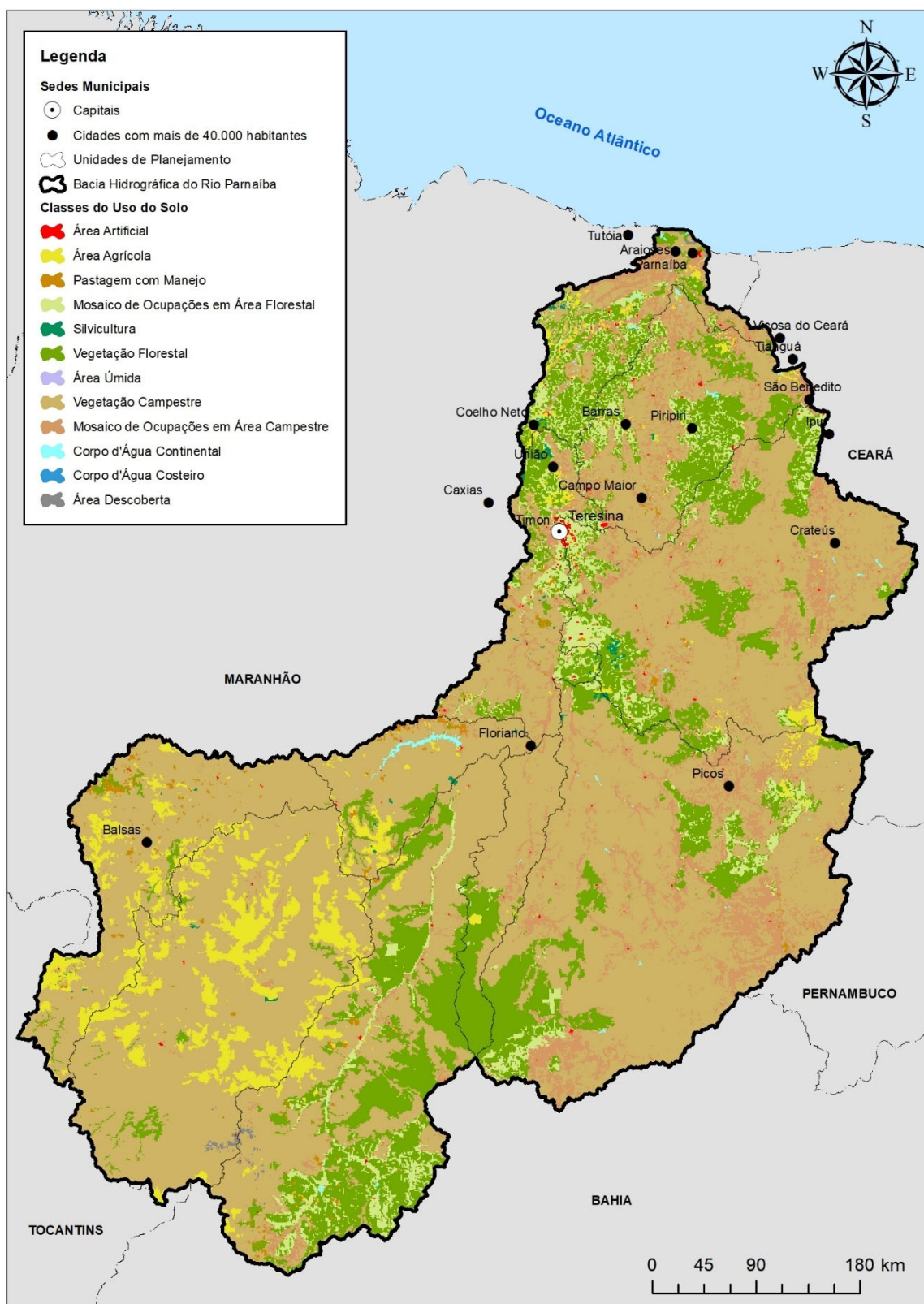


Figura 81. Uso do Solo e cobertura da terra 2016.
(Mapa 21 do RF- Caderno de Mapas, reduzido).

Através da análise temporal para o período de 2000 a 2016, em termos de áreas, nas diferentes classificações, observa-se uma expansão de 4% de área agrícola, o equivalente a 14.454 km², também foi constatado a expansão de 0,1% de área artificial, aproximadamente 230km². Atrelado ao fato, observa-se perda de cobertura vegetal onde a vegetal florestal perdeu 0,6%, ou 2.015 km² e a perda mais significativa registrada a de vegetação campestre com 4,3% ou 14.223 km². A expansão ou perdas de áreas nas diferentes classificações são ilustradas na Figura 82.

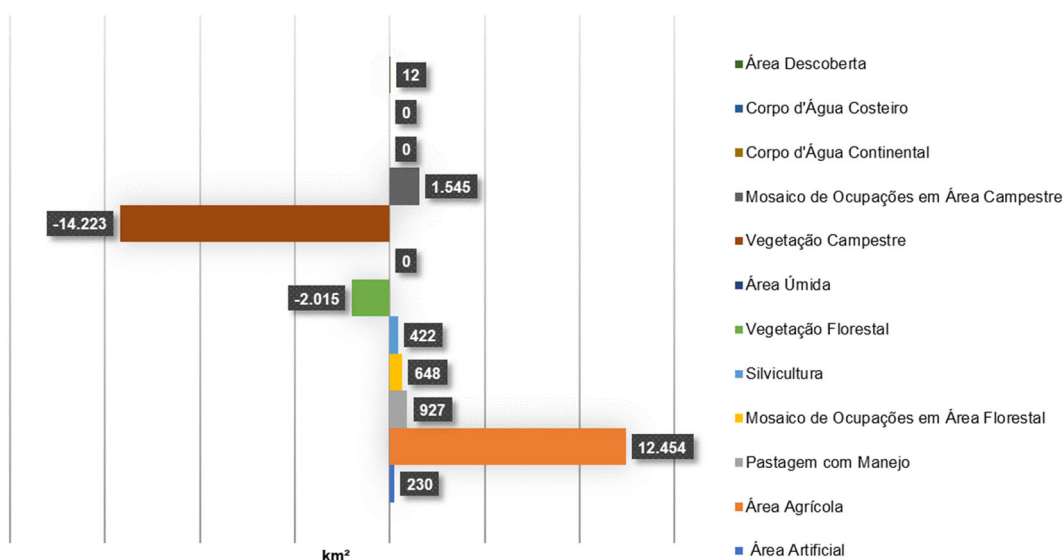
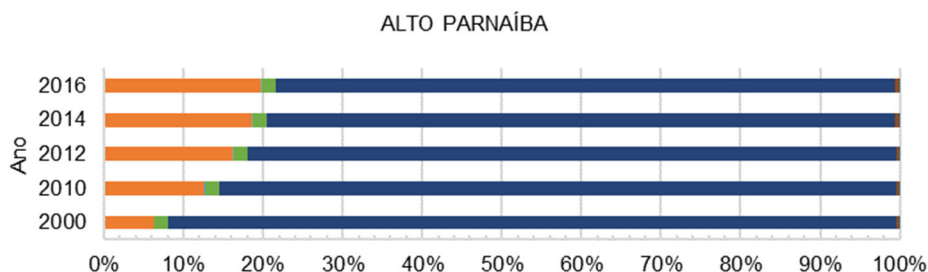
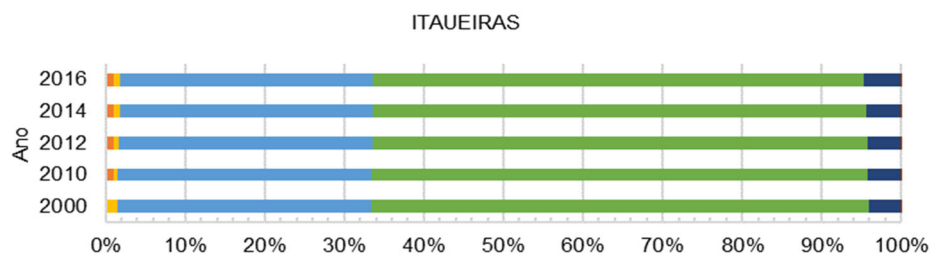
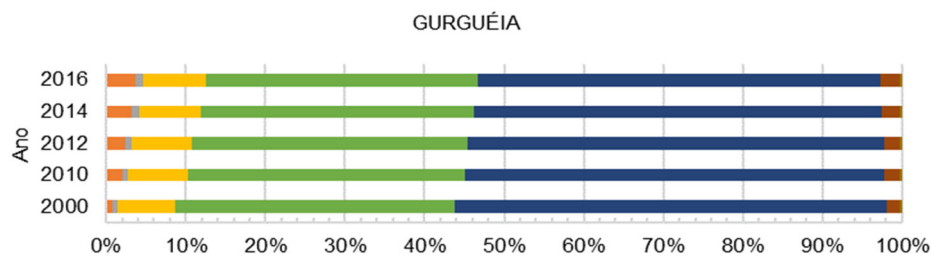
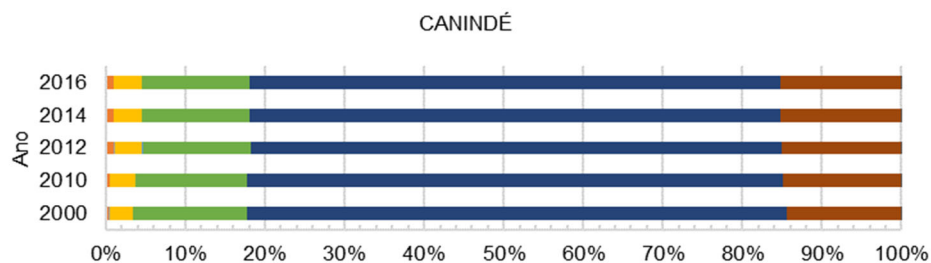
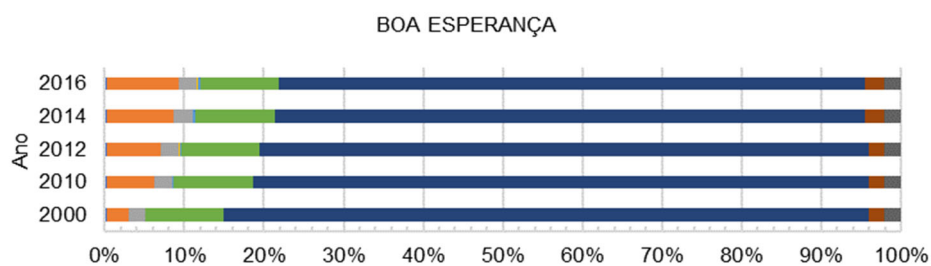
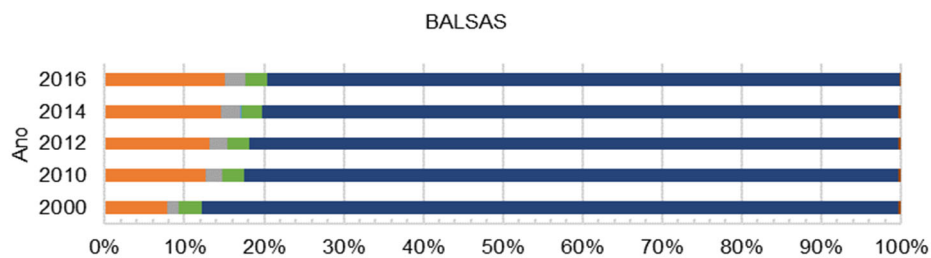
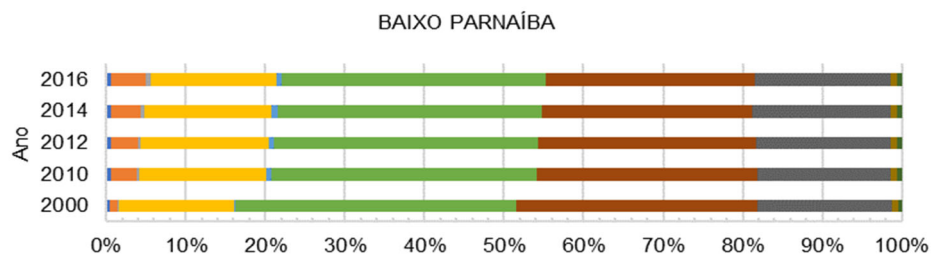


Figura 82. Dinâmica do uso do solo no período de 2000 a 2016.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado IBGE (2018c).

O percentual das diferentes classes do uso do solo nas respectivas UPH são apresentados na Figura 83. A análise temporal evidência maior representatividade da expansão de áreas agrícolas no Alto Parnaíba com 13%, Balsas 7%, Boa Esperança 6% e Baixo Parnaíba com 3%. Consequentemente as UPH referidas são as que registram maior perda de cobertura vegetal. A composição da classificação percentual do uso do solo nas diferentes classes por ano e UPH são apresentados na Figura 83.





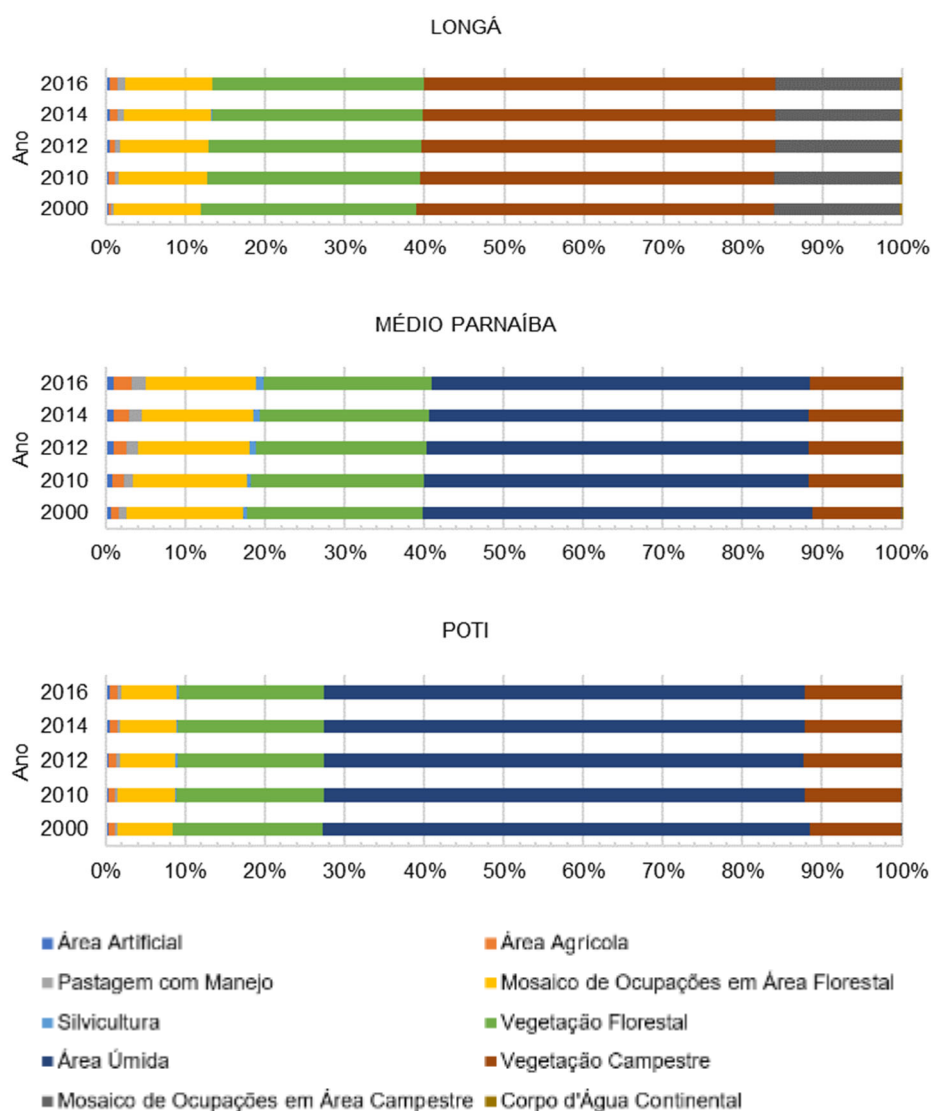
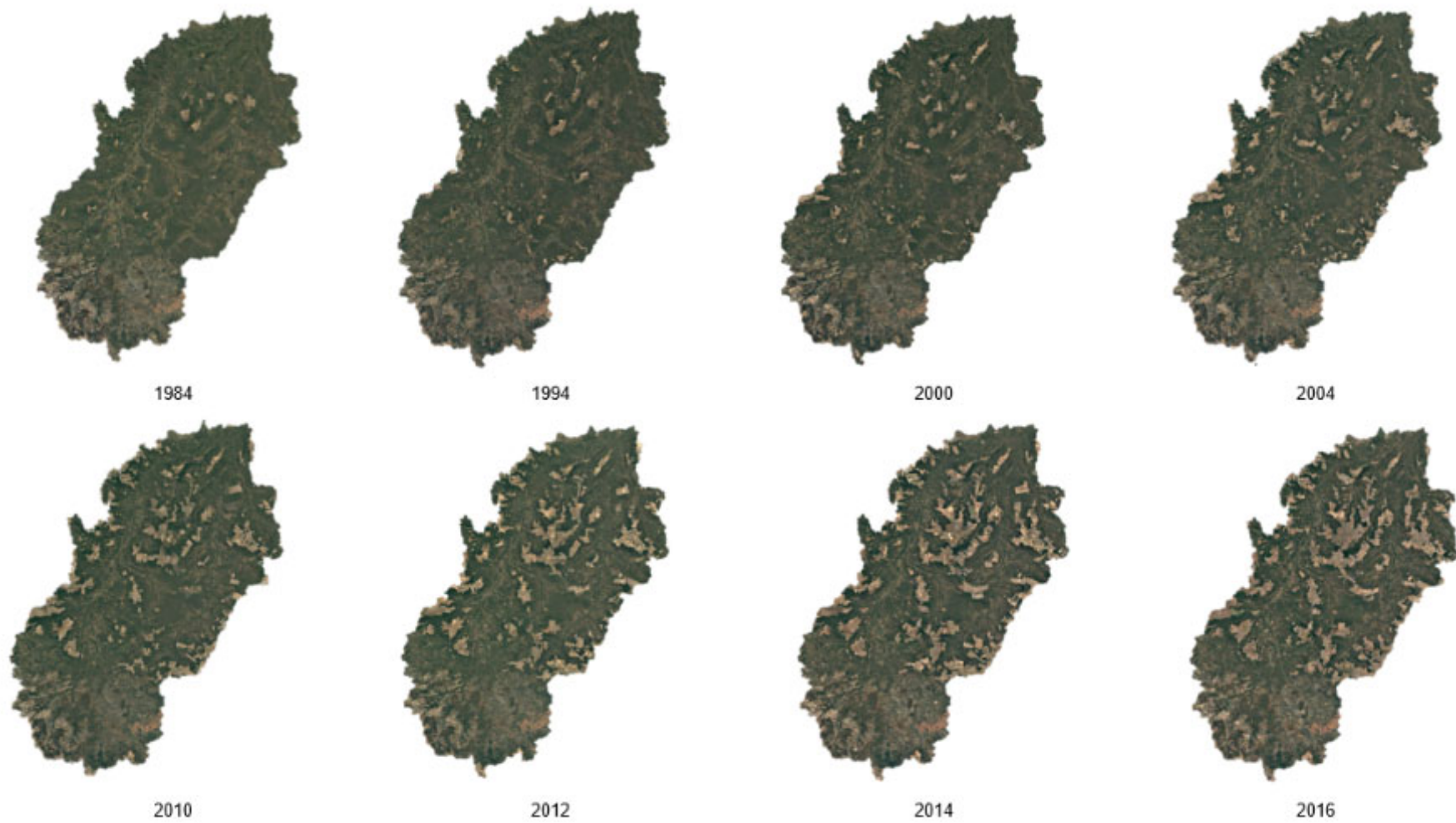


Figura 83. Dinâmica do uso do solo por UPH no período de 2000 a 2010.
 Fonte: Elaboração própria; Adaptado IBGE (2018c).

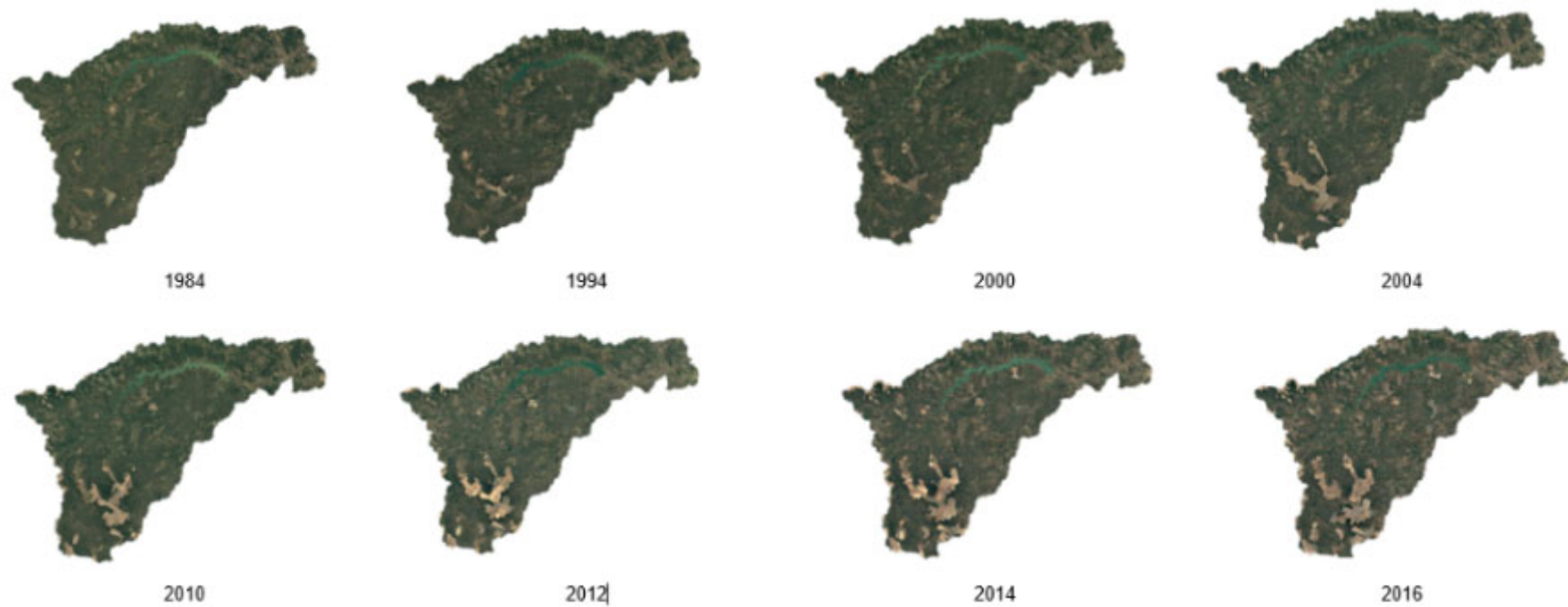
Para ilustrar a perda da cobertura vegetal e a expansão agrícola na UPHs, com maior registro de expansão, sendo estas Alto Parnaíba (a), Balsas (b), Boa Esperança (c), são apresentadas imagens de satélites das respectivas UPHs, obtidas Google Earth Pro®. Nas unidades hidrológicas observa-se que a expansão agrícola ocorre de forma distribuída UPH e a expansão mais expressiva a partir do ano de 2000 e posterior ao ano de 2012. Nos anos referidos observa-se um aumento das manchas de tons marrons claro, que pode ser interpretado como áreas agrícolas, ou perda de cobertura vegetal. Ao mesmo tempo que é possível observar perda da tonalidade verde nas imagens.



(a) Alto Parnaíba



(b) Balsas



(c) Boa Esperança

Figura 84. Evolução da expansão agrícola e perda da cobertura vegetal para UPHs que registram maior expansão agrícola - Alto Parnaíba (a), Balsas (b), Boa Esperança (c).

Fonte: Imagens retiradas do Google Earth Pro® (2019).

Ainda para complementar o diagnóstico quanto ao uso do solo, foi realizada a atividade de sobrevoo⁸, que dentre outras finalidades resultou em uma classificação de uso do solo em 06 (seis) classes distintas, respectivamente: 1 arbórea, 2 arbustiva, 3 herbácea, 4 queimadas, 5 solos exposto e 6 corpos de água. Cada uma destas classes abrange um espectro de coberturas, cujos resultados por área são apresentados na Tabela 20. Como objeto final da atividade de sobrevoo, além da classificação, obteve-se um mapa interativo, foto índice que relaciona a classificação proposta ao registro fotográfico.

Tabela 20. Áreas de abrangência por classes de uso.

Detalhamento:	Classe	Área (Km ²)
Arbórea, mata, florestas, reflorestamentos e mangue de grande porte	1	7.721
Arbustiva, caatinga, culturas e mangue de médio e pequeno porte	2	84.983
Herbácea, gramíneas, campos, pastagens, culturas agrícolas	3	237.998
Queimadas, material carbonizado sobre solo exposto	4	349
Solo exposto, áreas pavimentadas, dunas e afloramentos rochosos	5	1.021
Corpos de água, rios, lagos, áreas alagadas, açudes e reservatórios	6	457
Total		332.528

Fonte: Elaboração própria (2019).

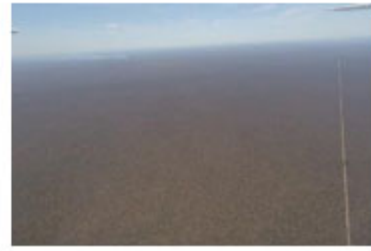
Apesar de não poderem ser comparadas, por tratar-se de metodologias distintas para a classificação do uso do solo, o mapa de monitoramento do uso do solo IBGE e do sobrevoo, dispõem de classificação diferentes, no entanto, elas concordam no predomínio de vegetações campestre na BHRP e a expressividade da agricultura. As imagens apresentadas na sequência estabelecem relação entre o registro fotográfico e a classificação do uso do solo IBGE, resultando em um panorama do estado atual do uso do solo na BHRP.

⁸ O sobrevoo na BHRP ocorreu em agosto de 2018, contabilizando 40 horas de voo em 9 dias de atividade. Foram geradas mais de 8.800 registros fotográficos do interior da BHRP e mais de 20 horas de filmagens.









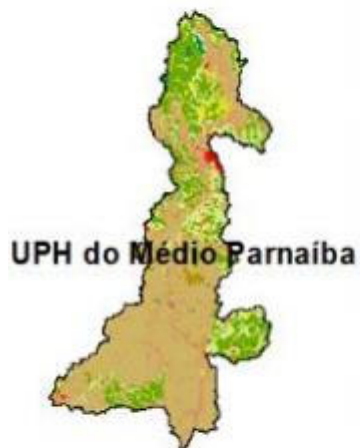


Figura 85. Relação entre as classes de uso do solo e registro fotográfico do sobrevoo por UPH.
Fonte: Elaboração própria (2019)

5.5. SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA

A Lei 11.445 de 2007, conhecida como a lei do saneamento básico, apresentou novos procedimentos nacionais e estabeleceu o planejamento dos serviços básicos como recurso fundamental para atingir acesso do saneamento básico a todos, entre as ferramentas, está o Plano Municipal de Saneamento Básico. O plano contém quatro áreas: serviços de água; esgotos; resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas. O Plano deve gerar uma melhoria da segurança hídrica, prevenção de doenças, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico do município, redução das desigualdades sociais, ocupação adequada do solo, e a preservação de acidentes ambientais.

De acordo com o Trata Brasil (2016), pelo menos 165 municípios integrados na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba possuíam plano de saneamento básico de acordo com a lei 11.445/2007, sendo que 151 estavam em fase de elaboração. A maior parte dos municípios que estavam com o plano concluído ou em fase de elaboração eram da UPH do Canindé (60 municípios), o que corresponde a cerca de 36% dos 165 municípios com plano (Tabela 21).

A Figura 86 a seguir possibilita a visualização da situação dos referidos Planos Municipais de Saneamento Básico.

Tabela 21. Número de municípios com Plano Municipal de Saneamento Básico (2016).

UPH	Nº de sedes municipais na UPH	Plano Municipal de Saneamento Básico		
		Em elaboração	Concluído	Total
Alto Parnaíba	8	5	1	6
Baixo Parnaíba	31	18	2	20
Balsas	8	2	-	2
Boa Esperança	11	5	-	5
Canindé	90	58	2	60
Gurguéia	25	14	1	15
Itaueiras	4	1	-	1
Longá	31	19	2	21
Médio Parnaíba	18	5	1	6
Poti	52	24	5	29
Total		278		

Fonte: Trata Brasil (2016) com cálculos próprios.

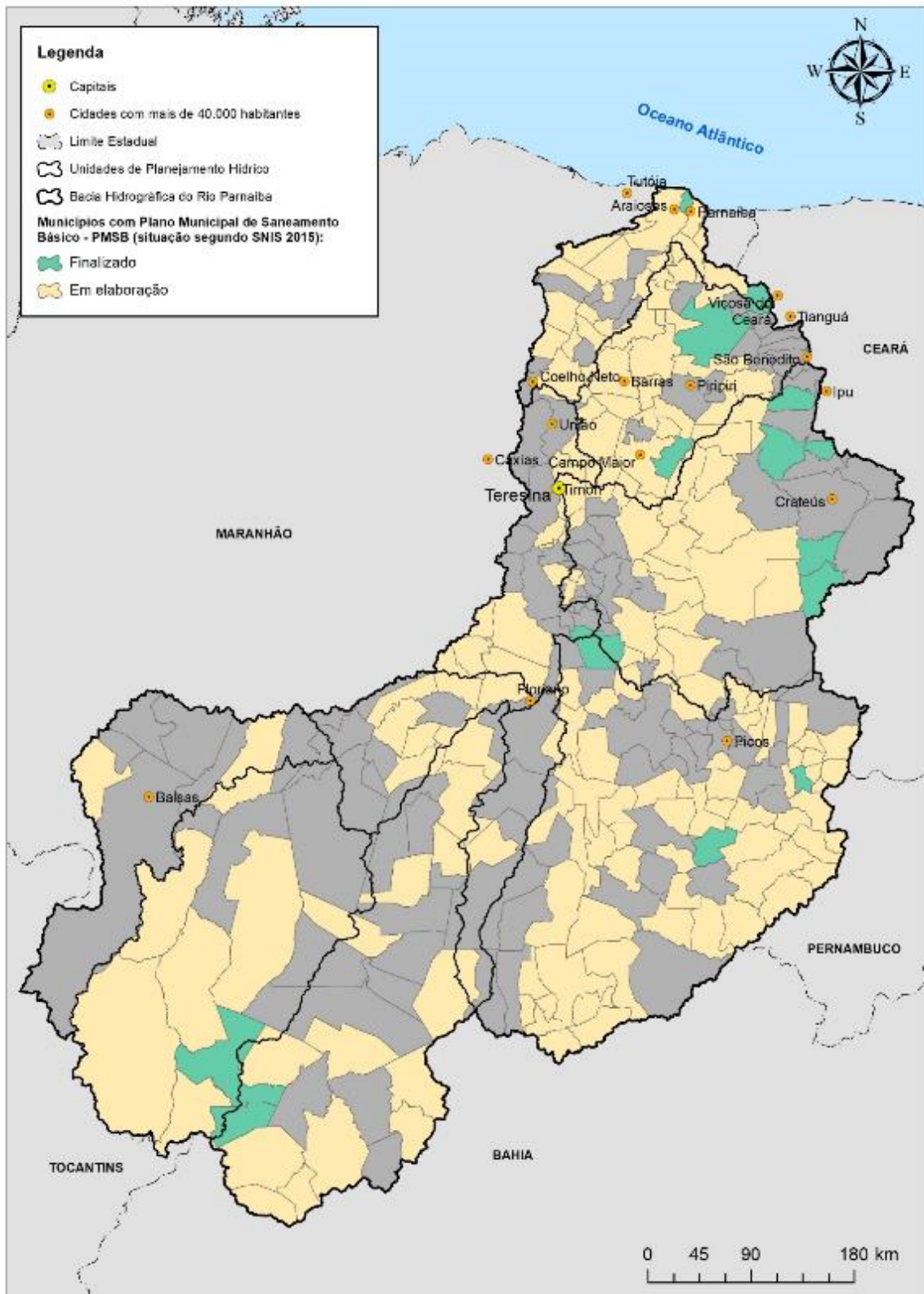


Figura 86: Mapa da Situação dos Planos Municipais de Saneamento Básico nas Unidades de Planejamento Hídrico (SNIS 2015)
(Mapa 24 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Abastecimento de água, esgoto e resíduos sólidos

As principais fontes de dados utilizadas para a busca de informações, com o intuito de determinar a situação do saneamento da BHRP, foram o Atlas do Saneamento (ANA, 2017a) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2015). Foram utilizados o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto e o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos provenientes do SNIS 2015.

A maior parte dos municípios da Bacia hidrográfica do Rio Parnaíba tem o atendimento de abastecimento de água, coleta de esgoto e de resíduos feito por prestadores de serviços regionais, como no caso dos municípios do Piauí feito pela AGESPISA, do Maranhão pela CAEMA e Ceará pela CAGECE.

A Tabela 22 apresenta o valor médio dos índices de atendimento urbano dos serviços de saneamento na BHRP excluindo dos cálculos os municípios que não apresentavam informações.

Logo, pode-se observar que o índice de atendimento urbano de água na BHRP apresentou-se alto para todas as UPHs com valores superiores a 75%. Conforme a Tabela 22, o atendimento a coleta de resíduos também apresentou altos índices. Já o percentual referente a coleta de esgotos mostrou-se deficiente na bacia, sendo que , das 10 UPHs 3 delas sequer são atendidas por rede coletora de esgotos.

Tabela 22. Índices de atendimento urbano dos serviços de saneamento (2015).

UPH	Coleta de esgoto (%)	Abastecimento de água (%)	Coleta de resíduos (%)
Alto Parnaíba	0,0	86,4	83,0
Baixo Parnaíba	35,3	75,2	98,9
Balsas	0,0	77,8	71,9
Boa Esperança	0,0	88,6	95,5
Canindé	55,1	95,8	98,5
Gurguéia	12,6	94,2	95,1
Itaueiras	3,8	97,5	100,0
Longá	18,7	90,7	94,5
Médio Parnaíba	7,4	97,7	99,5
Poti	33,2	90,2	94,9
Total Geral	32,3	90,7	95,9

Fonte: Dados municipais (SNIS, 2015) com cálculos próprios.

* Verifica-se a falta de dados para 253 municípios no caso de coleta de esgoto, 57 municípios no caso do abastecimento e 172 municípios no caso da coleta de resíduos.

Os índices de atendimento, com base nos dados disponíveis no SNIS, são representados por municípios na Figura 88, Figura 87 e Figura 89.

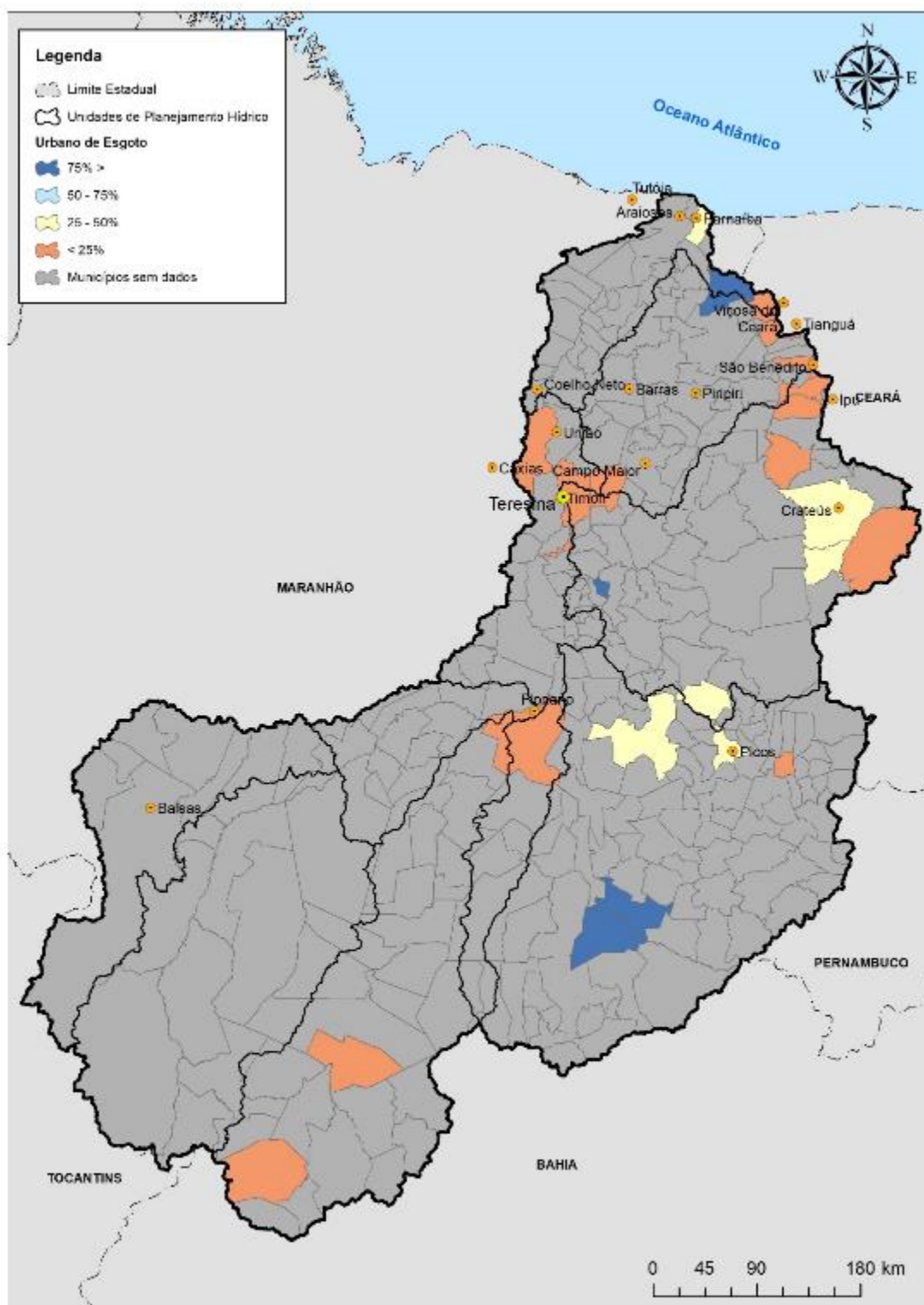


Figura 87. Cobertura de rede de esgotos nos municípios da BHRP (2015).
(Mapa 25 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

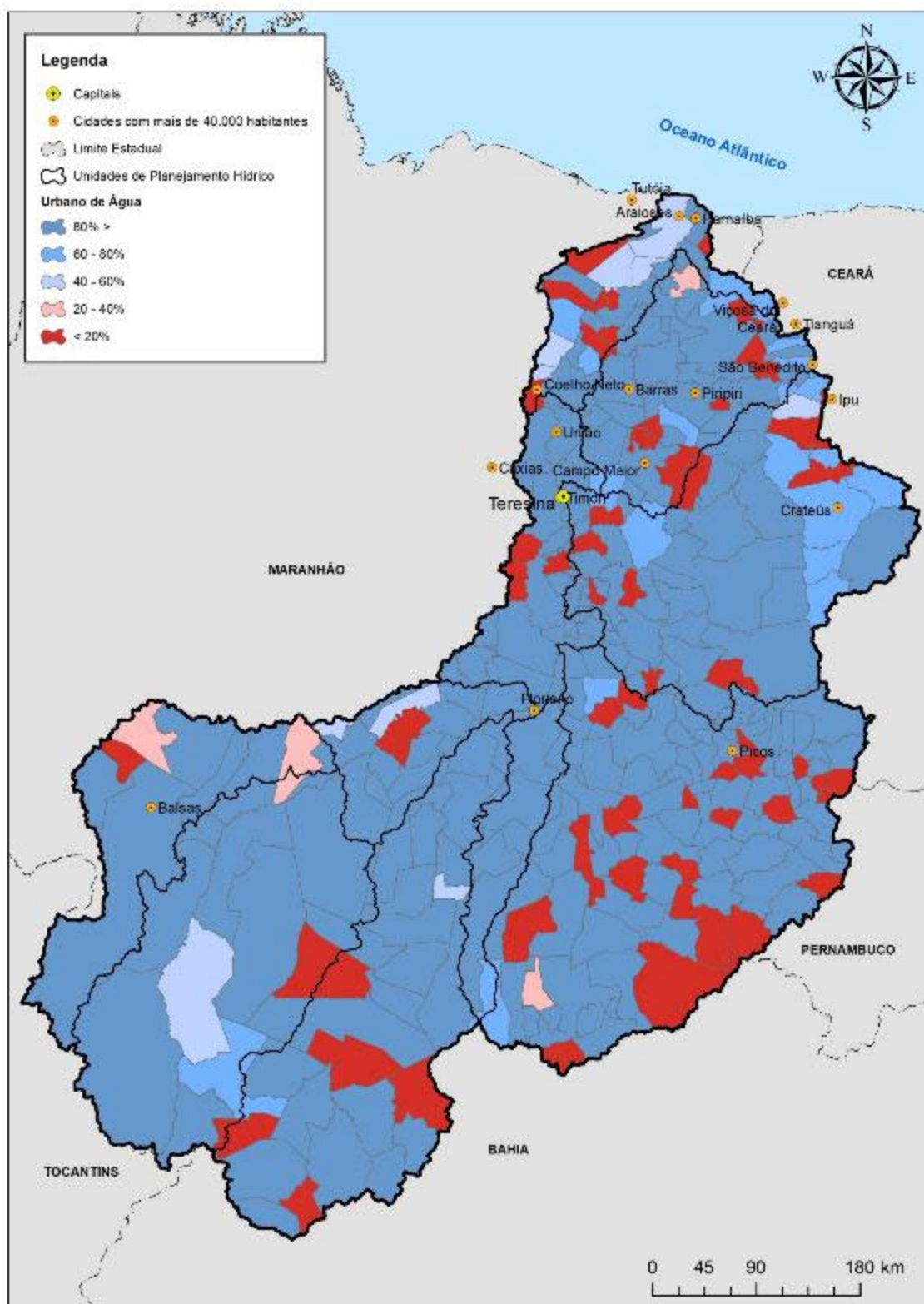


Figura 88. Cobertura de abastecimento de água nos municípios da BHRP (2015).
(Mapa 26 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

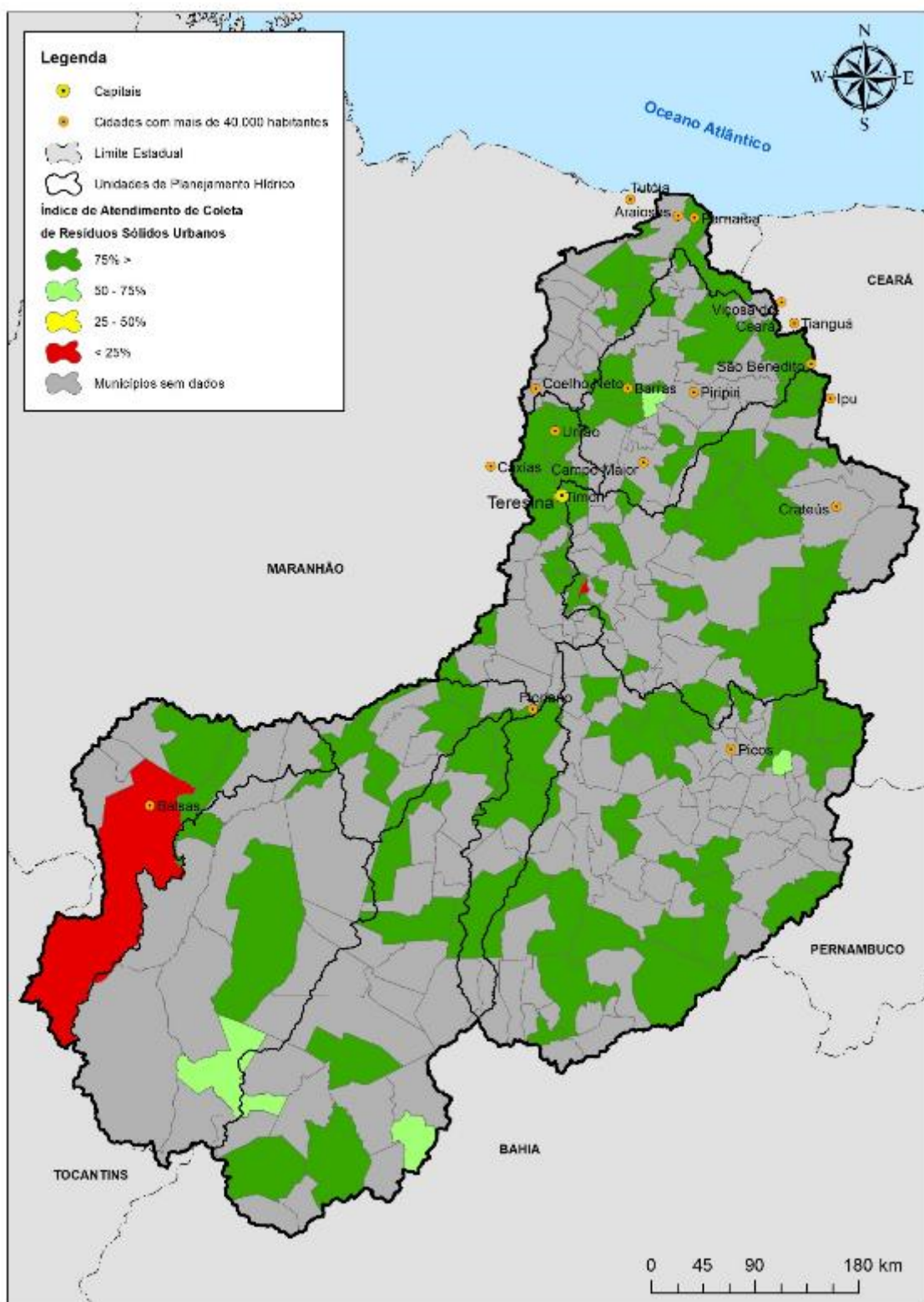


Figura 89. Cobertura de coleta de resíduos sólidos nos municípios da BHRP (2015).
(Mapa 27 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Destaca-se ainda o Atlas do Esgoto lançado pela ANA no ano de 2017, dos 278 municípios que integram a BHRP há informações de 255 municípios, os quais contam com a infraestrutura de coleta de esgoto, no entanto o índice de abrangência por município é baixo, não ultrapassando 6% de cobertura por UPH. Em apenas 31 municípios, o esgoto é tratado, ou seja, apenas 2% da população tem seus esgotos coletados e tratados na BHRP.

Quanto ao acesso ao tratamento de esgotos domésticos, os estados do Maranhão e Piauí figuram entre os mais deficitários do país. No ranking das 27 unidades federativas do Brasil, frente a disponibilidade dos serviços, o estado do Maranhão apresenta o pior desempenho, ocupando a última posição (27ª) e o estado do Piauí a 23ª posição (ANA, 2017a). Os índices de atendimento ao serviço de esgotamento sanitário organizados por UPH são apresentados na Tabela 63. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH., onde apresenta o percentual da população atendida em relação aos tipos de atendimento.

Tabela 23. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH.

UPH	Nº de Sedes Municipais	% População Atendida por Rede Coletora	% Poluição atendida por rede coletora e Tratamento de esgoto	% Solução Individual
Alto Parnaíba	8	6	3	11
Baixo Parnaíba	31	2	2	22
Boa Esperança	8	1	0	10
Balsas	11	3	2	10
Canindé	90	3	0	18
Gurguéia	25	2	1	11
Itaueiras	4	4	3	40
Longá	31	2	3	33
Médio Parnaíba	18	3	1	18
Poti	52	4	5	19
BHRP	278	3	2	20

Fonte: Elaboração própria; Adaptado Atlas do Esgoto ANA (2017a).

Doenças de veiculação hídrica

A precariedade do sistema de saneamento básico atinge diretamente a saúde da população, sendo as crianças e os idosos a parcela da população mais suscetível ao aparecimento de doenças relacionadas ao contato com material contaminado.

A concentração de pessoas em áreas com infraestrutura precária leva a maior exposição a um ambiente insalubre (disposição inadequada dos resíduos sólidos,

abastecimento de água sem tratamento, esgotamento sanitário deficitário ou inexistente, entre outros) (MS, 2015). Assim, avaliando os estados integrantes da bacia verifica-se que estes estão entre os dez estados brasileiros com maior registro de internações por doenças diarreicas/gastroenterite para o período de janeiro a novembro de 2018, onde o estado do Maranhão é o segundo com maior registro de casos, Ceará sétimo, e Piauí ocupa a nona posição (Figura 180) (MS, 2018).

Os estados que compõem a bacia apresentam baixo desempenho quanto abrangência em serviços de saneamento.

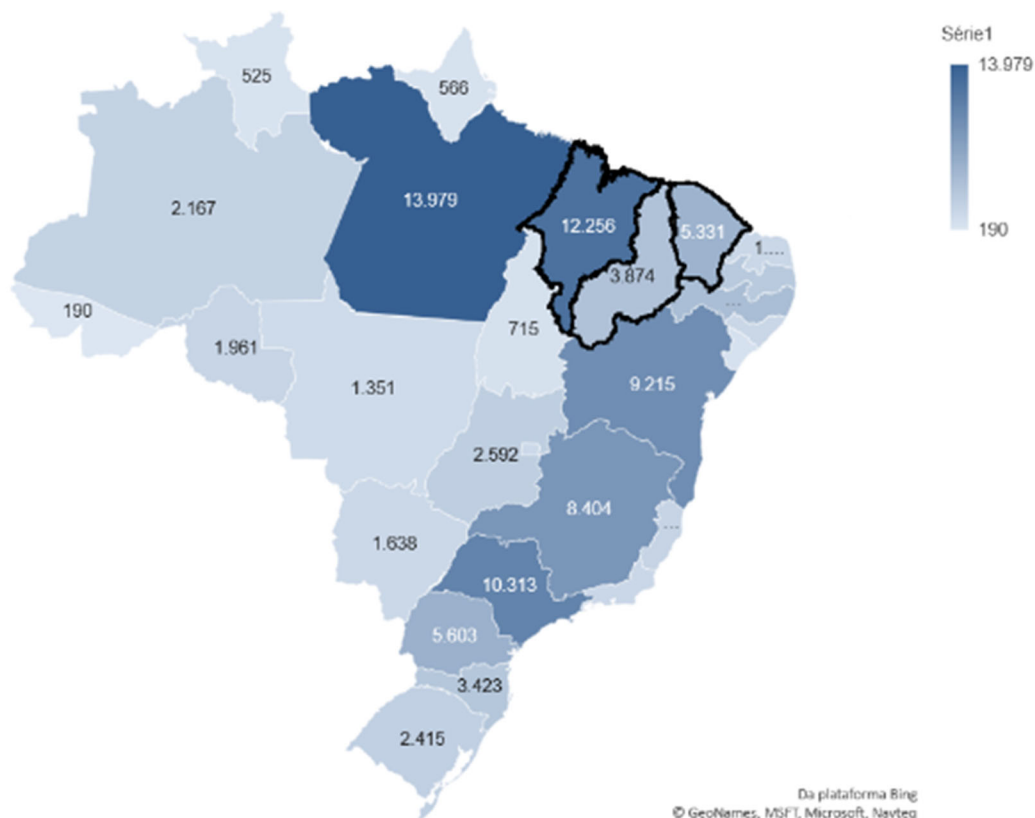


Figura 90. Internações por Diarreia e gastroenterite origem infecciosa presumível de janeiro a novembro de 2018.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado MS DTASUS (2018).

A incidência municipal de internações associadas as principais doenças relacionadas a um saneamento inadequado (DRSAI), é apresentada na Figura 181, com destaque para os municípios com registros superiores a 150 internações. A análise é baseada no período de janeiro a novembro de 2018, considerando as doenças Cólera, Febre Tifoide e Paratifoide, Amebíase, Diarreia e gastroenterite, hepatite infecciosa e esquistossomose cujos dados foram obtidos MS - DATASUS. O município de Passagem Franca do Piauí registra o maior número de internação, com 1.310 casos, seguido do município de Parnaíba com 404, Uruçuí 382, e Teresina com 358.

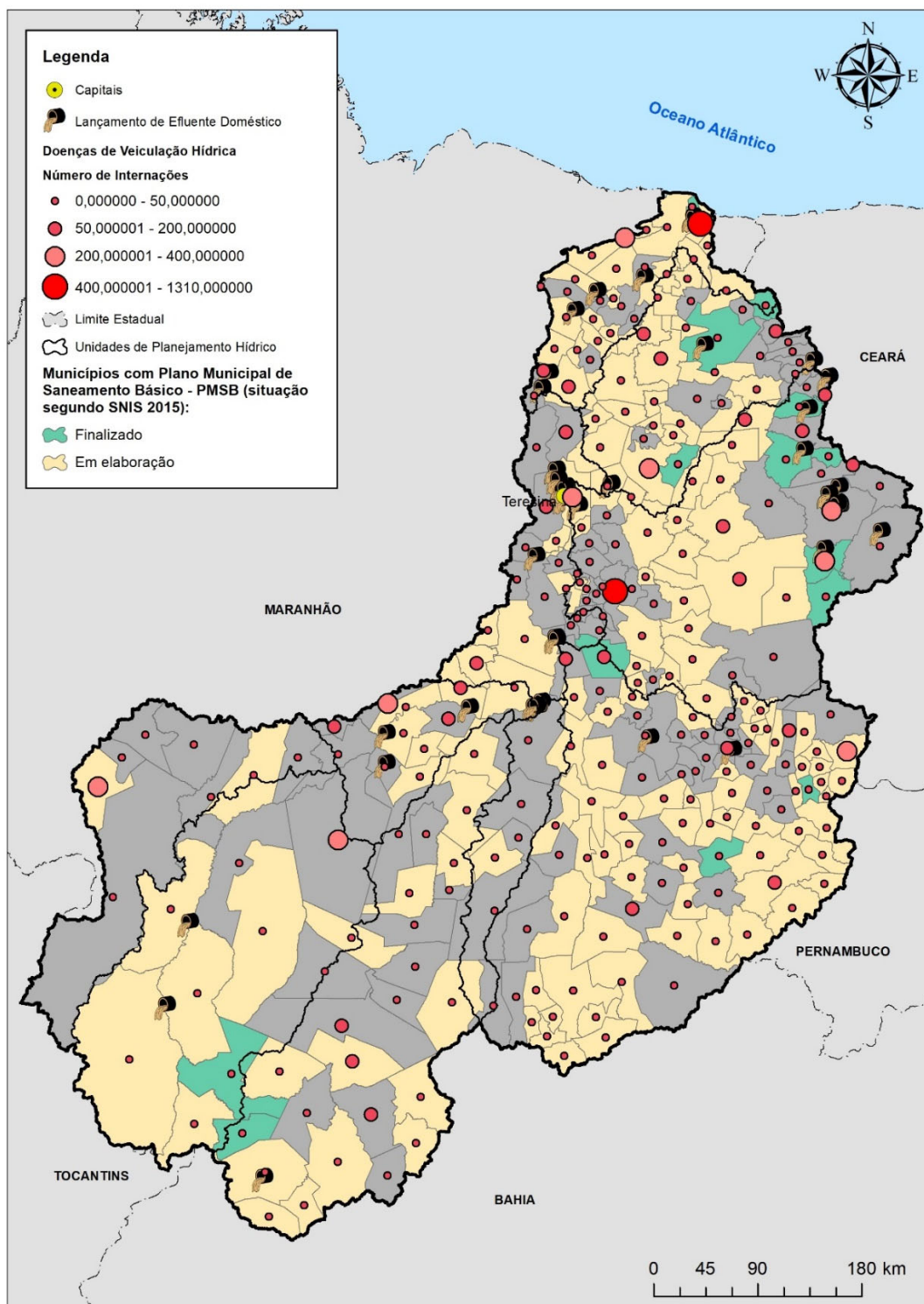


Figura 91. Ocorrências de internações municipais por DRSAL.X Plano Municipal de Saneamento Básico.
(Mapa 28 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

6. PANORAMA DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BHRP

6.1. ATORES DA BACIA

Dentre os diferentes atores da bacia, destaca-se, inicialmente, as atribuições e ações institucionais que a Codevasf, contratante deste trabalho, vem assumindo e desenvolvendo em sua área de competência. Essa empresa pública é vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional e vem promovendo por diversos meios o desenvolvimento e a revitalização das bacias dos rios São Francisco, Parnaíba, Itapecuru e Mearim, tendo como princípio sempre a utilização sustentável dos recursos naturais e estruturação de atividades produtivas para a inclusão econômica e social das populações beneficiadas. A Codevasf mobiliza investimentos públicos para a construção de obras de infraestrutura, particularmente para a implantação de projetos de irrigação e de aproveitamento racional dos recursos hídricos. Também investe, por exemplo, na aplicação de novas tecnologias, diversificação de culturas, recuperação de áreas ecologicamente degradadas, capacitação e treinamento de produtores rurais, além da realização de pesquisas e estudos socioeconômicos e ambientais. Um trabalho que gera emprego e renda para a população residente em sua área de atuação. Especialmente no âmbito do Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas, a empresa realiza constantes investimentos em ações de controle de processos erosivos, esgotamento sanitário e coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos, além de contribuir para o fortalecimento dos arranjos produtivos locais em comunidades rurais, especialmente em áreas tradicionalmente afetadas por longas estiagens, promovendo a inclusão produtiva de famílias por meio do fomento a atividades como apicultura, piscicultura, maricultura, ovinocaprinocultura, cajucultura, entre outras (CODEVASF, 2017).

A gestão das águas da bacia hidrográfica do rio Parnaíba é feita conjuntamente por diversas entidades, em nível federal e estadual, seguindo a estrutura prevista no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) criado pela Lei no 9.433/1997. Entre as instituições que participam da gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Parnaíba estão:

- Ceará: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará -SRH/CE, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - Cogehr, Superintendência de Obras Hidráulicas- Sohidra, Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH;
- Maranhão: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão -Sema/MA;
- Piauí: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí - Sema, Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Estado do Piauí – CERH/PI, Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí – FERH/PI;
- Em nível federal: Agência Nacional de Águas – ANA, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) do Ministério do Meio

Ambiente – MMA, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos -CNRH e o Comitê da BHRP.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba contém 4 empresas que prestam serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, sendo 3 delas de econômica mista, que é quando uma pessoa jurídica de direito privado, tem o Governo do Estado como acionista majoritário, essas empresas são a AGESPISA, atuando no Piauí; a CAGECE no Ceará e a CAEMA no Maranhão. E 1 empresa do segmento privado, a Aegea, que atua com o nome de Águas de Teresina, no município de Teresina e Águas de Timon, no município de Timon.

Outras entidades que atuam na BHRP são o conhecido “Sistema S”, SESI, SENAI, SESC, SENAC, SENAR, SEST, SEBRAE, que são na maior parte de direito privado. Essas empresas atuam na formação do profissional, na educação para trabalho e na prestação de serviços sociais. O SEBRAE, na área da bacia, destaca-se como impulsionador do empreendedorismo no campo do artesanato, da apicultura e da ovinocaprinocultura (MME/EPE, 2007).

Além destas instituições, participam também da gestão dos recursos hídricos os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Parnaíba e os comitês de sub-bacias devidamente constituídos na BHRP.

A tabela que descreve as atribuições dos respectivos órgãos pode ser visualizada no ANEXO B.

Todos os estados inseridos na área dessa bacia hidrográfica possuem políticas estaduais de recursos hídricos, bem como analisam e emitem outorgas de direito de uso de recursos hídricos. Os estados do Ceará e Piauí também têm planos estaduais de recursos hídricos, que direcionam os planos, programas e projetos nessa área.

Criada pela lei nº 9.984 de 2000, a Agência Nacional de Águas (ANA) é a agência reguladora vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), dedicada a fazer cumprir os objetivos e diretrizes da Lei das Águas do Brasil, a lei nº 9.433 de 1997. Em linhas gerais, a ANA segue basicamente quatro linhas de ação: a regulação, o monitoramento, a aplicação da lei e a fiscalização (ANA, 2017c).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento vem promovendo ao longo dos anos diversos projetos para o desenvolvimento sustentável em todo o país e também, na bacia hidrográfica tratada neste diagnóstico. Entre algumas destas iniciativas pode-se citar, a título de exemplo, banco de sementes de adubos verdes para fortalecimento de fruticultura orgânica (em especial no estado do Piauí), ações de transferência de tecnologia, estratégias alimentares, entre outros.

Em 03 de abril de 2018, através da Resolução CNRH nº 194, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos aprovou a proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Parnaíba. De acordo com a Resolução, a diretoria provisória do CBH PARNAÍBA

poderá ser auxiliada por um representante de cada estado da bacia. Define também que o CNRH criará um grupo de trabalho de acompanhamento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Essa resolução levou em consideração o Pacto para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, cujo documento foi assinado pela União, representada pela Agência Nacional de Águas – ANA, e pelos governos do Ceará, do Maranhão e do Piauí. O objetivo deste acordo de cooperação técnica, com vigência de cinco anos a partir da assinatura, é garantir o funcionamento do CBH PARNAÍBA.

O Pacto também visa a definir o arranjo institucional e atribuições compartilhadas pelas instituições signatárias, o que também inclui: o Comitê da Bacia do Rio Gurguéia, o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Canindé e Piauí, o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús e o Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

Segundo o acordo, o CBH PARNAÍBA terá atuação como um comitê de integração dos quatro comitês de bacias estaduais de afluentes do Parnaíba e dos colegiados que venham a ser criados. Além disso, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba deverá contar com membros do Ceará, Maranhão e Piauí em sua diretoria, assim como representantes dos usuários de água, Poder Público e organizações civis.

Em 05 de abril de 2018, através do Decreto 9.335/2018, assinado pelo Presidente da República, foi instituído o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, segundo o referido decreto, deverá arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados à água na bacia, aprovar o plano de recursos hídricos e acompanhar a execução deste instrumento de planejamento. O colegiado terá, ainda, as funções de estabelecer mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados. Outra finalidade será a de propor os usos da água considerados de pouca expressão e que serão dispensados da necessidade de ter outorga de direito de uso de recursos hídricos.

O CBH PARNAÍBA terá em sua composição representantes da União; dos estados do Piauí, Maranhão e Ceará; dos municípios localizados total ou parcialmente na bacia; dos usuários de águas da região; e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. De acordo com o Decreto, o número de representantes no colegiado será definido no regimento interno do Comitê, conforme o que determina a Lei nº 9.433/97, que criou a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Ainda conforme o Decreto nº 9.335/2018, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba terá seu regimento interno aprovado pelos membros do colegiado a serem

escolhidos. Além disso, as reuniões do colegiado serão públicas e acontecerão na sede em cidade a ser definida.

No que diz respeito aos Comitês Estaduais de Bacia Hidrográfica, atualmente existem quatro comitês estaduais de bacia em funcionamento na BHRP, sendo dois no estado do Ceará (Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba e Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús) e dois no estado do Piauí (Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Canindé e Piauí e Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Gurgueia) (Tabela 24).

Os Comitês de Bacia Hidrográfica – CBHs, considerados os “Parlamentos das Águas”, têm como objetivo a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos por meio da implementação dos instrumentos técnicos de gestão, da negociação de conflitos e da promoção dos usos múltiplos da água na bacia hidrográfica, podendo atuar em diferentes limites geográficos: Comitê Interestadual ou Federal (quando abrange bacias hidrográficas cujas áreas compreendem mais de um Estado); Comitês Estaduais (cuja área de atuação restringe-se ao limite de uma ou mais bacias hidrográficas inseridas no território de um único estado).

Tabela 24. Comitês Estaduais da Bacia

Estado	Comitê Estadual da Bacia
Piauí	CBH dos rios Canindé e Piauí – Criado pelo Decreto Estadual nº 13.585/09 CBH do rio Gurgueia – Criado pelo Decreto Estadual nº 15.562/14
Maranhão	Não há CBH estadual nos limites da RHRP.
Ceará	CBH da Serra da Ibiapaba - Criado pelo Decreto Estadual nº 31.062/12 CBH Sertões de Crateús – Criado pelo Decreto Estadual nº 31.061/12

Fonte: Câmara dos Deputados (2015); Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (2017).

Quanto às comissões gestoras de barragens no semiárido, segundo o Plano de Nascente Parnaíba - plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba, existem 14 comissões na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, sendo dez pertencentes ao estado do Piauí e quatro ao estado do Ceará. Essas comissões desenvolvem a gestão compartilhada dos recursos hídricos locais, por meio da participação de diversos atores sociais, em especial os usuários, que decidem sobre a alocação negociada das águas armazenadas.

Em relação a organismos internacionais, vários projetos vêm sendo desenvolvidos por meio de parcerias e financiamentos do Banco Mundial – BIRD, Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, entre outros.

Por fim, dentre os órgãos da esfera federal, pelo papel que desempenham na bacia, além dos já mencionados destacam-se os seguintes:

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA)
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)
- Secretaria de Infraestrutura Hídrica (SIH)
- Secretaria Nacional de Irrigação (SENIR)
- Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)
- Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)
- Ministério das Cidades (MC)
- Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)
- Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)
- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG)
- Secretaria de Estado da Energia Elétrica/MME
- Fundação Nacional do Índio (FUNAI)/MJ

6.2. PLANOS E PROGRAMAS RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS NA BHRP

Na BHRP foram identificados prioritariamente os planos e programas relacionados aos recursos hídricos, nas instâncias federal e estadual. A Tabela 25 apresenta, por unidade de federação, a situação dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Planos Diretores de Recursos Hídricos.

Tabela 25. Situação dos planos estaduais de recursos hídricos e dos planos diretores de recursos hídricos.

UF	PERH		PDRH
	Aprovados	Em elaboração	Aprovados
PI	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí, de 2010	-	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Canindé e Piauí.
CE	Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará, em 2009	-	-
MA	-	Plano Estadual de Recursos Hídricos Maranhão	-

Fonte: MARANHÃO (2016); CEARÁ (2009); PIAUÍ (2010).

Considerando os diversos usos da bacia e os recursos hídricos, ressalta os seguintes planos setoriais:

- Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006);
- Plano Nacional de Mineração 2030 (2011);
- Plano Nacional de Energia 2030 (2007);
- Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 (2010);
- Plano Nacional de Logística e Transporte (2007);
- Plano Nacional de Mudanças Climática (2007);
- Plano Nacional de Saneamento Básico (2013);
- Plano Hidroviário Estratégico (2013);
- Plano Nacional de Integração Hidroviário (2013);
- Plano Nacional de Segurança Hídrica (2014);
- Plano Nascente Parnaíba (2016).
- Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba - Planap (2006).

Dentre os principais documentos de referência para a bacia está o Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Vale do Rio Parnaíba – Planap, conduzido sob a responsabilidade da Codevasf que a partir do ano de 2000 passou a atuar também neste vale por meio da lei nº 9.954. O objetivo do Planap é auxiliar o desenvolvimento integrado da bacia, com o crescimento da economia regional e melhoria da qualidade de vida da população local. O ponto forte do plano é a sustentabilidade, que apresenta o grande potencial existente para o desenvolvimento de projetos florestais no estado, iniciando com a implantação de grandes empreendimentos de florestas plantadas em áreas alteradas.

No processo de elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, foram elaborados inúmeros estudos, entre eles, documentos de caracterização denominadas Cadernos Regionais para cada uma das Regiões Hidrográficas, no qual, foi produzido o Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba.

Os principais programas com influência sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba foram apresentados mediante consulta dos seguintes documentos:

- PPA 2004-2007;
- PPA 2008-2011;
- PPA 2012-2015;
- PPA 2016-2019;
- PPA estaduais 2016-2019;
- Programa de Aceleração e Crescimento (PAC 1 e 2) (PAC, 2015).

Alguns programas relacionados aos recursos hídricos que estão em execução na região: Proágua, PAN-Brasil, Fome Zero, ZEE Baixo Parnaíba, entre outros.

Dentre os principais programas integrados nos PPA, com interface com a bacia, estão:

- PPA 2004-2007 – Programa 368 - Manejo e Conservação de Solos na Agricultura; Programa 497 Gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos; Programa 1107 - Probacias - Conservação de Bacias Hidrográficas; Programa 1102 - Agenda 21; Programa 1036 - Integração de Bacias Hidrográficas; Programa 515 - Proágua Infraestrutura; Programa 351 - Agricultura Familiar (PRONAF); Programa 294 - Energia na Região Nordeste;
- PPA 2008-2011 - Programa 1107 - Conservação de Bacias Hidrográficas; Programa 1305 - Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação Ambiental;
- PPA 2012-2015 - Programa 2033 – Energia Elétrica; Programa 2073 – Transporte Hidroviário; Programa 2026 – Conservação e Gestão de Recursos Hídricos; Programa 2013 – Agricultura Irrigada; Programa 2051 – Oferta de Água;
- PPA 2016-2019 – Programa 2084 – Recursos Hídricos; Programa 2077– Agropecuária sustentável; Programa 2028 – Defesa agropecuária; Programa 2052 – Pesca e Aquicultura; 2078 – Conservação e uso sustentável da biodiversidade; Programa 2083 – Qualidade Ambiental; Programa 2033 – Energia elétrica; Programa 2068 – Saneamento Básico.

Os PPA Estaduais 2016-2019 que estão direta e indiretamente ligados à BHRP são:

- Maranhão: Programa 591 – Desenvolvimento da Agricultura Familiar e Sustentabilidade Ambiental; Programa 560 – Saneamento Básico; Programa 572 – Mais pescado; Programa 582 – Mais produção e abastecimento; Programa 576 – Desenvolvimento sustentável do setor mineralógico e energético; Programa 552 – Universalização do abastecimento de água e esgotamento sanitário; Programa 562 – Planejamento, Conservação e Preservação ambiental;
- Ceará: Programa 029 – Desenvolvimento da agricultura familiar; Programa 034 – Desenvolvimento integrado e sustentável da pesca e aquicultura; Programa 016 – Oferta hídrica para múltiplos usos; Programa 017 – Gestão dos recursos hídricos; Programa 018 – Climatologia, meio ambiente e energia retornáveis; Programa 064 – Resíduos sólidos; Programa 066 – Ceará mais verde; Programa 067 – Ceará no clima; Programa 068 – Ceará consciente por natureza; Programa 009 – Matriz energética do estado do Ceará
- Piauí: Programa 09 – Gestão de riscos e respostas a desastres; Programa 17 – Piauí sustentável; Programa 19 – Saneamento, direito de todos; Programa 21 – Infraestrutura e qualidade de vida; Programa 20 – Desenvolvimento e integração dos transportes e logísticas; Programa 22 –

Piauí produto e sustentável (Agricultura familiar); Programa 23 – Piauí produto sustentável (agronegócio); Programa 24 – Terra para quem produz; Programa 25 – Viver bem no semiárido; Programa 28 – Energias renováveis para desenvolvimento; Programa 85 - Infraestrutura, tecnologia e inovação do poder judiciário

Em 2011, o PAC 2 entrou em ação com um objetivo estratégico mais aprimorado, mais recursos e mais parcerias com estados e municípios, para a execução de obras estruturantes que possam melhorar a qualidade de vida nas cidades. Sua estrutura está dividida em seis eixos distintos (Cidade Melhor; Comunidade Cidadã; Minha Casa, Minha Vida; Água e Luz para todos; Transportes; Energia) dentro dos quais existem ações significativas para a BHRP.

Outros programas considerados ao longo dos anos nos Planos Plurianuais ou promovidos por entidades como a ANA, o Ministério do Meio Ambiente, entre outras, que se consideram importantes para os recursos hídricos, tanto nacionais como para a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, a saber:

- Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (ANA, 2017e);
- Programa Produtor de Água (ANA, 2017e);
- Programa Mais Irrigação (BRASIL, 2017b);
- Programa Nacional de Águas Subterrâneas (BRASIL, 2017b);
- Programa de Desenvolvimento do Setor Água (Inter águas) (ANA, 2017e);
- Programa Água Doce (PAD) (BRASIL, 2017b).

6.3. LEVANTAMENTO DE GRANDES PROJETOS COM INFLUÊNCIA NA BHRP

Grandes projetos planejados e em implantação podem modificar o quadro socioeconômico no que se refere a demandas e disponibilidades hídricas na bacia assim como conflitos de uso do solo.

Com relação à geração de energia hidrelétrica, atualmente, a única usina em operação na Bacia do Parnaíba é a de Boa Esperança. O aproveitamento hidrelétrico de Boa Esperança foi implantado pela COHEBE, a partir de 1968, e posteriormente transferido para a CHESF, e está localizado no Rio Parnaíba, no município de Guadalupe.

Atualmente a Região Hidrográfica do Rio Parnaíba não é autossuficiente em energia elétrica, apresentando índices de demanda e consumo ainda considerados baixos. Em uma boa parte da região, as redes de transmissão de energia elétrica estão sobrecarregadas, apresentando oscilações de potência nos horários de maior consumo, prejudicando de modo geral a sua população (PROJECT, 2009f).

Além disso, a falta de energia elétrica tem limitado o desenvolvimento da agroindústria na região, acontecendo principalmente no plantio de frutas, pois dificulta o desenvolvimento de projetos de irrigação do solo (PROJECT, 2009f).

Estudos estimam um crescimento médio de 5,7% por ano de energia do Piauí e do Maranhão (PROJECT, 2009f), a partir dessa informação há um planejamento que vem sendo conduzido pelo Ministério de Minas e Energia – MME, por meio da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, para aumentar o aproveitamento hidrelétrico da Bacia do Parnaíba por meio da implementação de outras UHEs na cascata do rio Parnaíba e no rio Balsas. Foram inventariados pela EPE oito Aproveitamento Hidrelétricos –UHEs na bacia: Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito, Castelhana, Canto do Rio, Taquara e Taboa, sendo que os cinco primeiros UHEs foram estudados no que diz respeito a viabilidade econômica e ambiental pela Chesf e estão em processo de licenciamento ambiental (Tabela 26). A construção dessas usinas depende de leilão de energia. Quem ganhar o leilão terá a concessão para construir e explorar as usinas. O prazo de concessão é de 35 anos, sendo 5 para construção e 30 para exploração.

A localização das barragens para as hidrelétricas foi determinada onde a produção de energia fosse as mais altas e os prejuízos ao meio ambiente fossem os mais baixos possíveis (PROJETEC, 2009f).

A implantação das UHE provocará diversas mudanças no ambiente e na vida das pessoas na região de sua locação. Haverá mudanças na paisagem, no comportamento das águas do rio Parnaíba, na fauna e na vegetação, principalmente as aquáticas. Além disso, os empreendimentos irão chamar para a sua região um maior número de pessoas em busca de empregos, assim precisando de uma melhor infraestrutura. Muitos imóveis na área rural e nas cidades do entorno deverão ser atingidos, por esse motivo, muitos moradores terão que morar e trabalhar em outros lugares (PROJETEC, 2009d).

No entanto, de acordo com PROJETEC (2009c) também irão trazer mudanças positivas, como novos empregos, não só ligados às obras, mas também nos serviços que a nova população chegará à região utilizará, como os de saúde, educação, segurança, comércio.

Com a Implantação das hidrelétricas, poderá ocorrer alterações na qualidade da água, pela geração de produtos líquidos e resíduos sólidos; movimentação de terra; pela limpeza da área de inundação do reservatório (PROJETEC, 2009d).

Tabela 26. Aproveitamentos Hidrelétricos – AHEs na região hidrográfica do rio Parnaíba.

Aproveitamento	Rio	Potência (MW)	Situação	Empreendedor	APP
Boa Esperança	Parnaíba	235	Licença de operação renovada	CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF	Reservatório com 352 km ² / APP do reservatório: 30m na área urbana e 100 metros na área rural
Taquara	Parnaíba	43	Sistema Planejado		
Canto do Rio	Parnaíba	65	Em licenciamento	MINAS PCH S.A.	Reservatório com 79,68 km ² / APP do reservatório: 30m na área urbana e 100 metros na área rural
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	174	Em licenciamento / licença prévia emitida	CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHES	Reservatório com 238 km ² / APP do reservatório: 30m na área urbana e 100 metros na área rural
Taboa	Balsas	98	Sistema Planejado		
Uruçuí	Parnaíba	164	Em licenciamento	CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF, Construtora Queiroz Galvão, pela ENERGIMP S.A. e pela CNEC Engenharia S.A	Reservatório com 278,8 km ² / APP do reservatório: 30m na área urbana e 100 metros na área rural
Cachoeira	Parnaíba	93	Em licenciamento	CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF	Reservatório com 42,1 km ² / APP do reservatório: 30m na área urbana e 100 metros na área rural
Estreito	Parnaíba	86	Em licenciamento	CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF	Reservatório com 66,3 km ² / APP do reservatório: 30m na área urbana e 100 metros na área rural
Castelhano	Parnaíba	94	Em licenciamento	CIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO – CHESF	Reservatório com 76,6 km ² / APP do reservatório: 30m na área urbana e 100 metros na área rural

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados obtidos no sítio do IBAMA (2017a).

O principal uso da água na região é a irrigação, responsável por 73% da demanda hídrica, seguida do uso urbano, com 16%. A demanda por irrigação na Bacia do Parnaíba acompanha a tendência nacional em que este é o principal setor usuário dos recursos hídricos do país. A agricultura irrigada ter sido adotada como estratégia de desenvolvimento regional, pelo Governo Federal, tendo em vista os benefícios

advindos do aumento da oferta de alimentos e de preços menores em relação aqueles produzidos em áreas não irrigadas, devido ao aumento da produtividade. Assim, a área irrigada da Bacia do Parnaíba, com base no ano de 2010, é de 63.736 hectares, que representa 1,2% dos 5,4 milhões de hectares irrigados no Brasil (DNOCS, 2012).

A Tabela 27 apresenta os perímetros irrigados identificados na região hidrográfica do rio Parnaíba já em funcionamento ou em processo planejamento, conforme informações obtidas no DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra Secas), Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí e no PLANAP (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba).

Em 2004, o Ministério da Integração elaborou outro diagnóstico dos Perímetros Públicos de irrigação do Nordeste, Minas Gerais e Tocantins, e escolheu 12 perímetros para receberem novos investimentos para expansão. Dentre esses 3 estão dentro da bacia, que são: Tabuleiros Litorâneos, Tabuleiros São Bernardo e Platô Guadalupe (MI, 2004 apud MME/EPE, 2007).

Foi implantado pela Codevasf um projeto de irrigação Santa Rosa de 0,6 km², e se tornou um campo experimental para a pesquisa em irrigação frutícolas, em convênio com a EMBRAPA Meio Norte. Além deste, existem dois projetos para a implantação de perímetros de irrigação em Alvorada do Gurguéia – PI (2 km²) e em São João do Piauí – PI (10 km²) (MME/EPE, 2007).

Tabela 27. Perímetro Irrigado na região hidrográfica do rio Parnaíba.

Perímetro Irrigado	Localização/municípios	Data de implantação	Fonte hídrica
Gurguéia	Alvorada do Gurguéia - PI	1977	Lençol subterrâneo e do Rio Gurguéia. As vazões dos 25 poços tubulares variam de 80 a 120 litros/s
Tabuleiros Litorâneos	Parnaíba e Buriti dos Lopes - PI	1998	Rio Parnaíba
Caldeirão	Piripiri - PI	1972	Açude Caldeirão, com capacidade de armazenamento de 54.600.000 m ³ .
Lagoas do Piauí	Luzilândia -PI	1974	Lagoa do Cajueiro, com capacidade de armazenamento de 34.000.000 m ³ e Rio Parnaíba.
Fidalgo	Simplicio Mendes -PI	1973	Lençol subterrâneo (aquífero Serra grande- 11 poços com vazão média de 200 m ³ /h.
Platôs de Guadalupe	Guadalupe - PI	1993	Lago da Barragem de Boa Esperança
Piracuruca	Piracuruca -PI	-	Açude Piracuruca e (Açude Tinguís em construção)
Marrecas	São João do Piauí -PI	-	Lençol Subterrâneo
Santa Rosa	São João da Serra -PI	-	Lençol Subterrâneo
Tabuleiros de São Bernardo	São Bernardo -MA	-	

Fonte: DNOCS (2012); Codevasf (2006a); Piauí (2010).

6.4. CARACTERIZAÇÃO POLÍTICA, LEGAL E INSTITUCIONAL

A lei n.º 9.433/1997, de 8 de janeiro (comumente conhecida como “Lei das Águas”) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos são:

- Os Planos de Recursos Hídricos;
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- A outorga de direito de uso de recursos hídricos;
- A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- A compensação a municípios (vetado);
- O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A PNRH tem como fundamentos, conforme o art. 1º da Lei nº 9.433/97: a água é um bem de domínio público (Inciso I); a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico (Inciso II); em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais (Inciso III); a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (Inciso IV); a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Inciso V); a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (Inciso VI).

Tais fundamentos legais previstos na Lei Hídrica representaram um importante passo em direção à mudança de paradigma quanto ao relacionamento da sociedade brasileira com suas águas (BRASIL, 2017c).

Juntamente com Política Nacional de Recursos Hídricos é apresentada a matriz legal e institucional para a bacia hidrográfica do rio Parnaíba no âmbito federal e estadual.

Tabela 28. Matriz legal em âmbito federal.

Tipo	Nº	Data	Conteúdo
Lei	9.433	08/01/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei	9.984	17/07/2000	Cria a Agência Nacional de Águas – ANA.
Lei	10.881	11/06/2004	Autoriza o funcionamento de entidades delegatárias de funções de agências de água e a celebração de contrato de gestão com a ANA.
Lei	6.938	31/08/1981	Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), institui o Cadastro de Defesa Ambiental e dá outras providências.
Lei	12.334	20/09/2010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.

Tipo	Nº	Data	Conteúdo
Lei	12.787	11/01/2013	Dispõe sobre a política Nacional de Irrigação.
Resolução CNRH	05	10/04/2000	Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica.
Resolução CNRH	15	11/01/2001	Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas.
Resolução CNRH	16	08/05/2001	Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos.
Resolução CNRH	17	25/05/2001	Estabelece diretrizes para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.
Resolução CNRH	22	24/05/2002	Estabelece diretrizes para inserção das águas subterrâneas no instrumento Plano de Recursos Hídricos.
Resolução CNRH	32	25/06/2003	Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.
Resolução CNRH	48	21/03/2005	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
Resolução CNRH	58	30/01/2006	Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos
Resolução CNRH	65	07/12/006	Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.
Resolução CNRH	91	05/11/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Resolução CNRH	92	05/11/2008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.
Resolução ANA	542	03/11/2004	Define usos insignificantes.
Resolução CONAMA	237	19/12/1997	Dispõe sobre o prévio licenciamento ambiental para a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, e de empreendimentos capazes de causar degradação ambiental.
Resolução CONAMA	357	17/03/2005	Dispõe sobre o enquadramento de corpos hídricos em classes de usos, segundo seus usos preponderantes.
Resolução Conjunta ANA/SRH-CE/SEMAR-PI	547	05/12/2006	Estabelece o Marco Regulatório que dispõe sobre estratégias de gestão de recursos hídricos nas bacias dos rios Poti e longa e procedimentos e condições para as outorgas preventiva e de direito de uso, considerando a regularização das intervenções e usos atuais, bem como as regras para as intervenções e usos futuros.

Fonte: Brasil (2017c,d); CNRH (2017); ANA (2017f).

Tabela 29. Matriz legal no âmbito estadual.

UF	Tipo	Nº	Data	Conteúdo
PI	Lei	5.165	17/08/2000	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
PI	Lei	4.797	24/10/1995	Cria a Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Piauí – SEMAR/PI, órgão executor de políticas públicas ambientais e de recursos hídricos no Piauí.
PI	Lei	4.854	10/07/1996	Dispõe sobre a Política Ambiental do Estado do Piauí.

UF	Tipo	Nº	Data	Conteúdo
PI	Decreto Estadual	10.880	24/09/2002	Dispõe sobre a regulamentação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí – CERH/PI.
PI	Decreto Estadual	13.585	18/03/2009	Dispõe sobre a criação do Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Canindé e Piauí, no Estado do Piauí.
PI	Decreto Estadual	11.341	22/03/2004	Regulamenta a outorga preventiva de uso e a outorga de direito de uso de recursos hídricos do Estado do Piauí.
PI	Decreto Estadual	12.184	24/04/2006	Estabelece critérios e valores a serem cobrados pelos custos operacionais inerentes aos processos de emissão ou de renovação de outorgas de recursos hídricos no Estado do Piauí e dá outras providências.
PI	Decreto Estadual	12.212	17/05/2006	Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí – FERH/PI.
PI	Resolução CERH/PI	001	26/10/2004	Estabelece procedimentos específicos para licenciamento ambiental e fiscalização de obras de perfuração de poços, na região entre os rios Parnaíba e Poti, no perímetro urbano do município de Teresina.
PI	Resolução CERH/PI	002	26/04/2005	Institui a Comissão Interinstitucional de Gestão de Reservatórios.
PI	Resolução CERH/PI	003	26/04/2005	Institui a Gestora do Açude de Bocaína.
PI	Resolução CERH/PI	004	26/04/2005	Dispõe sobre critérios e procedimentos provisórios para Outorga Preventiva e Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.
PI	Portaria GAP	021	03/11/2004	Fixa normas e procedimentos técnicos a serem observados em processos de construção, recuperação e operação de poços para captação de águas subterrâneas no Estado do Piauí.
MA	Lei	8.149	15/06/2004	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e dá outras providências.
MA	Lei	8.153	08/07/2004	Cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão – SEMA/MA.
MA	Decreto Estadual	27.319	14/04/2011	Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão e dá outras providências.
MA	Decreto Estadual	27.845	18/11/2011	Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências.
MA	Decreto Estadual	28.008	30/01/2012	Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004 e a Lei nº 5.405, de 08 de abril de 1992, com relação às águas subterrâneas e dá outras providências.
CE	Lei	14.844	28/12/2010	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH, e dá outras providências.
CE	Lei	11.036	01/04/1987	Cria a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH/CE, Órgão Gestor de Recursos Hídricos do Ceará.
CE	Lei	12.217	18/11/1993	Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará – COGERH/CE.

UF	Tipo	Nº	Data	Conteúdo
CE	Lei	12.664	30/12/1996	Dispõe sobre o Fundo Estadual dos Recursos Hídricos – FUNORH, altera a Lei nº 12.245, de 30 de dezembro de 1993, e dá outras providências.
CE	Decreto Estadual	23.039	01/02/1994	Dispõe sobre a regulamentação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e aprova o seu regimento interno.
CE	Resolução Conjunta	547	05/12/2006	Estabelece o Marco Regulatório que dispõe sobre estratégias de gestão de recursos hídricos nas bacias dos rios Poti e
CE	ANA/SRH-CE/SEMAR- PI			Ponga e procedimentos e condições para as outorgas preventiva e de direito de uso, considerando a regularização das intervenções e usos atuais, bem como as regras para as intervenções e usos futuros.

6.4.1. POLÍTICA URBANA

Os objetivos da política de desenvolvimento urbano, que se encontram expressos no próprio texto legal, consistem em: ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes, sendo que o planejamento urbano deve integrar todas as políticas setoriais.

A política urbana envolve transporte público, saneamento, calçamento, empregos, lazer, enfim, tudo aquilo que oferece conforto ao cidadão residente ou que esteja apenas de passagem pela cidade.

A lei ordinária que veio regulamentar a política urbana brasileira, em âmbito federal, conhecida como Estatuto das Cidades, traz a ideia das cidades sustentáveis, colocando-as como um novo conceito de urbanização que incorpora valores ambientais aos processos de gestão e ordenamento dos espaços urbanos.

A seguir estão relacionados os Planos e Leis municipais mais relevantes dentro do planejamento urbano.

Tabela 30. Matriz legal em âmbito municipal

Legislação/Documento	Conteúdo
Plano Diretor Municipal	O Plano Diretor foi instituído pela Constituição Federal e regulamentado pelas leis denominadas Estatuto das Cidades, Lei de Parcelamento do Solo Urbano e Código Florestal. Ele deve propor normas que guiem os agentes públicos e privados sobre o que deve ou não ser feito no território do município.
Lei Orgânica Municipal	A Lei Orgânica é uma lei genérica, de caráter constitucional, elaborada no âmbito do município e consoante as determinações e limites impostos pelas constituições federal e do respectivo estado. É o instrumento maior de um município, nela estão contidos os mais diversos princípios que norteiam a vida da sociedade, numa soma comum de esforços visando o bem-estar social, o progresso e o desenvolvimento de um povo.

Legislação/Documento	Conteúdo
Lei de Perímetro Urbano	A Lei de Perímetro Urbano deve conter em todos os municípios brasileiros, ela promove a divisão dos municípios em zonas rurais e urbanas, de forma a auxiliar o direcionamento das políticas públicas.
Legislação sobre Parcelamento do Solo	Parcelamento do Solo Urbano é tratado pela Constituição Federal de 1988 e está presente no inciso VIII do art. 30 e pela Lei n.º 6.766. De acordo com a Lei n.º 6.766, Art. 2º O parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento, observadas as disposições desta Lei e as das legislações estaduais e municipais pertinentes.
Legislação sobre Zoneamento ou Uso e Ocupação do Solo	O zoneamento é um instrumento amplamente utilizado nos planos diretores, através do qual a cidade é dividida em áreas sobre as quais incidem diretrizes diferenciadas para o uso e a ocupação do solo, especialmente os índices urbanísticos.
Código de Obras	Código de Obras é um conjunto de leis que permite a administração municipal, controlar e fiscalizar o espaço construído e seu entorno.
Agenda 21 Local	A Agenda 21 Local é um instrumento de planejamento de políticas públicas que envolve tanto a sociedade civil e o governo em um processo amplo e participativo de consulta sobre os problemas ambientais, sociais e econômicos locais e o debate sobre soluções para esses problemas através da identificação e implementação de ações concretas que visem o desenvolvimento sustentável local.
Legislação sobre estudo de impacto de vizinhança	O Estudo de Impacto de Vizinhança é um instrumento da política urbana que avalia a repercussão dos empreendimentos habitacionais, institucionais ou comerciais considerados de impacto urbanístico e ambiental, de acordo com o Plano Diretor (Lei n.º 8.696/2004) e demais alterações, regulamentado pelos (Artigos 28 a 41) da Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo n.º 8.836/2006.
Legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico	o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente regulamentado pelo decreto n.º 4.297/2002, tem como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental.
Legislação sobre tombamento	Os precedentes normativos dispostos na legislação brasileira acerca do tombamento, destaca-se o Decreto – Lei n.º. 25 de 30 de novembro de 1937, e a Lei n.º. 3.924 de 26 de julho de 1961. Tombamento é um ato administrativo realizado pelo poder público com o objetivo de preservar, através da aplicação de legislação específica, bens de valor histórico, cultural, arquitetônico, ambiental e também de valor afetivo para a população.
Legislação sobre unidade de conservação	Unidade de Conservação (UC) é a denominação dada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) instituída pela Lei n.º 9.985. São espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos.
Legislação sobre estudo prévio de impacto ambiental	O estudo de impacto ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, previsto no art.9º, III, Lei 6.938/81 onde cabe ao Poder Público “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental”

Devido a sua abrangência, o Plano Diretor se tornou o principal instrumento da política urbana brasileira e é ele quem dará os rumos ao desenvolvimento saudável e sustentável da comunidade municipal.

O Estatuto das Cidades estabelece que o Plano Diretor deve conter os instrumentos urbanísticos a serem utilizados no parcelamento ou edificação compulsórios para a aplicação do imposto sobre a propriedade predial e territorial progressivo no tempo e a desapropriação para fim de reforma urbana.

Dessa forma, tendo por base os dados coletados sobre o tema deste capítulo, é apresentado a seguir o número de municípios que possuem tais leis, isto é, legislação urbana e legislação ligadas ao meio ambiente, com a finalidade de mapear a situação na bacia segmentos em 2 grupos para melhor análise.

6.4.1.1. Planos e legislações municipais urbanas

Através do levantamento de dados (Tabela 31) foi possível identificar que a Lei de perímetro urbano é mais presente na bacia cobrindo cerca de 86% dos municípios, seguida do Código de obras com 51%. Isso se deve ao fato de que estas leis auxiliam o direcionamento das políticas públicas por promover a divisão do município por zonas urbanas e rurais, além de ordenar a construção, procedimentos de aprovação de projeto e licenças para execução de obras.

Verificou-se também que 123 municípios possuem ou já iniciaram o processo de elaboração do Plano Diretor Municipal, porém esse valor é muito baixo e não chega a 50% dos municípios da bacia em vista da sua importância para a cidade.

Tabela 31. Planos e legislações municipais urbanas (2014; 2015).

Legislação / Plano	Nº de municípios (por existência da Legislação)	%
Lei orgânica	62	22%
Plano Diretor Municipal	123*	44%
Lei de perímetro urbano	239	86%
Legislação sobre parcelamento do solo	71	26%
Legislação sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo	80	29%
Código de obras	143	51%

Fonte: Dados municipais (IBGE, 2018a) com cálculos próprios.

*Soma dos municípios que já possuem ou iniciaram a sua elaboração.

A Figura 92 apresenta o mapeamento dessas leis no município atribuindo-se o valor 1 para o município que tem apenas uma das lei e valor 6 para aqueles municípios com todas as leis.

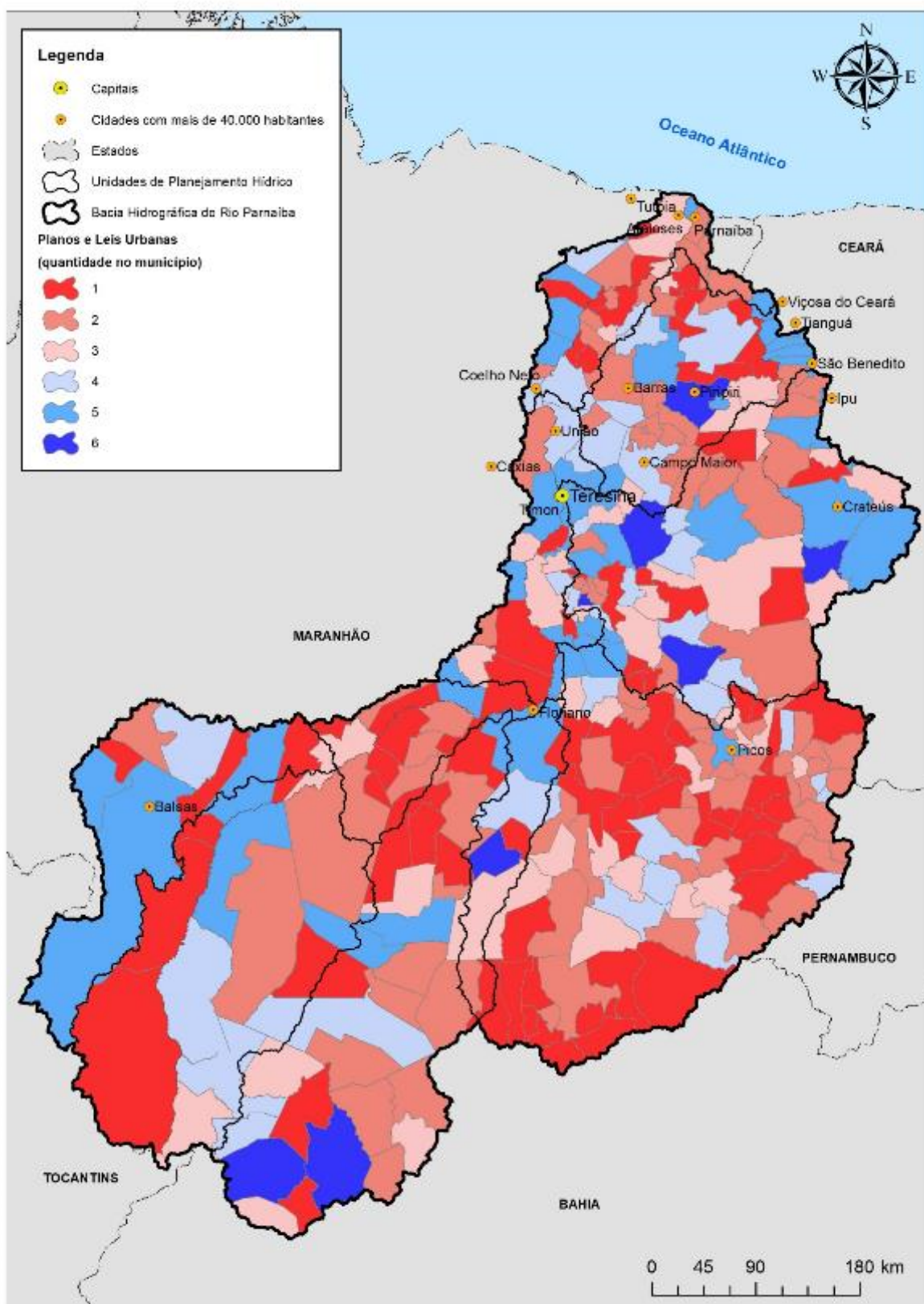


Figura 92. Mapeamento dos planos e legislações municipais urbanas (2014; 2015).
(Mapa 22 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Conforme a Figura 92, cerca de 72% dos municípios da bacia possuem de 1 a 3 das leis citadas existentes contra apenas 28% de municípios que possuem de 4 a 6 destas leis.

6.4.1.2. Planos e legislações ligados ao meio ambiente

Em relação ao meio ambiente, o principal instrumento municipal é constituído pela Agenda 21 local, que, segundo consta no site do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2017), é um instrumento de planejamento de políticas públicas que envolve a sociedade civil e o governo em um processo amplo e participativo de consulta sobre os problemas ambientais, sociais e econômicos locais. Além disso, também evidencia o debate sobre soluções para esses problemas, por meio da identificação e implementação de ações concretas que visem o desenvolvimento sustentável local.

Na Tabela 32, são apresentadas as leis municipais relacionadas ao meio ambiente, bem como o número de municípios que as possuem.

Tabela 32. Planos e legislações relacionados ao meio ambiente (2015).

Legislação / documento	Nº de municípios (por existência da Legislação)	%
Agenda 21 Local	62*	22%
Legislação sobre estudo de impacto de vizinhança	34	12%
Legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico	31	11%
Legislação sobre tombamento	21	8%
Legislação sobre unidade de conservação	20	7%
Legislação sobre estudo prévio de impacto ambiental	28	10%

Fonte: Dados municipais (IBGE, 2018a) com cálculos próprios.

*municípios que iniciaram a elaboração da Agenda 21.

Foram identificados na BHRP apenas 62 municípios que iniciaram a elaboração da Agenda 21 local, este dado é o mais otimista se comparado às outras leis que estão ainda menos presentes na bacia.

A Figura 93 apresenta o mapeamento dessas leis por município atribuindo-se o valor 1 para o município que tem apenas uma das lei e valor 6 para aqueles municípios com todas as leis.

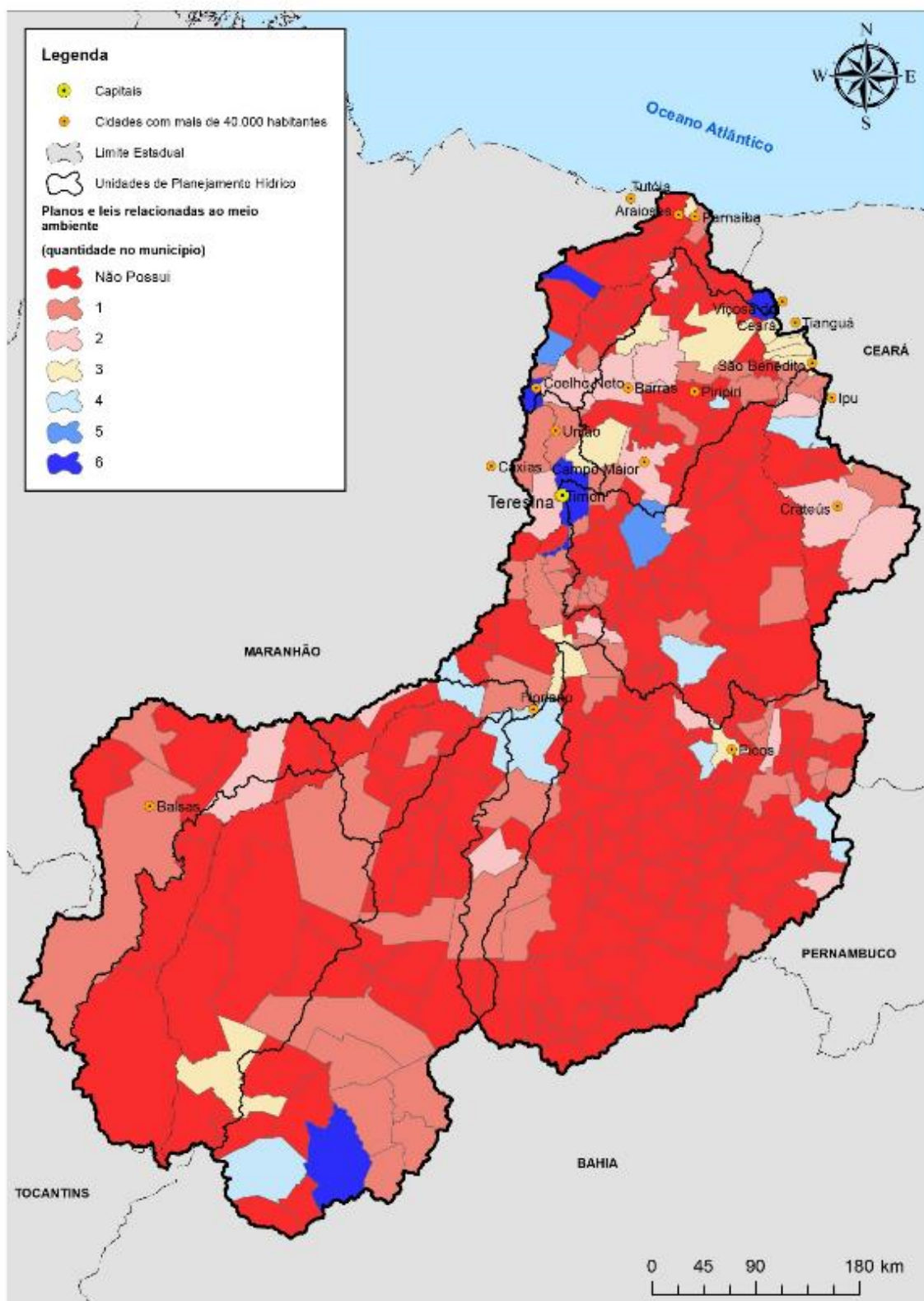


Figura 93. Mapeamento dos planos e legislações municipais relacionadas ao meio ambiente (2015).
(Mapa 23 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

De acordo com a Figura 93, percebe-se a carência da bacia na questão de legislações ambientais, apenas 5 municípios da bacia possuem todas as principais legislações de interesse ambiental, além disso 183 municípios não possuem sequer uma lei nessa área.

Isso evidencia o descompasso em relação às leis em nível federal e estadual, e a importância disso se dá, pois, a elaboração e implementação da Agenda 21, entre outras, irá estimular a adoção de uma postura de responsabilidade compartilhada entre todos e ainda embasar o cuidado e controle da proteção do meio ambiente além de evitar a poluição.

A listagem completa, por município, das principais legislações presentes nos municípios pode ser visualizada na íntegra no ANEXO C.

6.5. RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

No sentido de construir uma visão de integração, de trabalho participativo, no qual a população da bacia internalize o propósito do conjunto de atividades, os benefícios que se proporcionará à qualidade de vida e o papel que lhe cabe na preservação dos recursos hídricos sob seu domínio e uso, foram aplicados questionários com os *stakeholders* em duas frentes de pesquisa: (i) Reconhecimento de campo e (ii) Entrevista semiestruturada. A atividade teve como objetivo cruzar e/ou complementar as informações quanto aos eventos críticos, uso e fontes de poluição. Como produto desta etapa, obteve-se um panorama das principais ações e dificuldades frente a gestão do recurso na BHRP, além do levantamento de dados importantes para elaboração deste diagnóstico, como por exemplo dados de qualidade da água que será discutido no item 7.3.

6.5.1. RECONHECIMENTO DE CAMPO

Para o reconhecimento de campo foram aplicados questionários junto as prefeituras e/ou órgãos municipais a fim de consolidar as informações já levantadas, confrontar ou obter novas informações. A coleta de dados ocorreu no período de 22/08/2018 a 05/09/2018 em 19 municípios dos três estados que compõem a BHRP. Os municípios delimitados para amostragem foram Balsas, Parnaíba, Caxias e Crateús, e os 15 municípios integrantes da região administrativa de desenvolvimento do Polo Grande Teresina – RIDE Teresina, composta pelos municípios de Altos, Beneditinos, Coivaras, Currealinhos, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Pau D'Arco, União, Nazária, Teresina e Timon. A distribuição amostral por estado é apresentada na Figura 94.

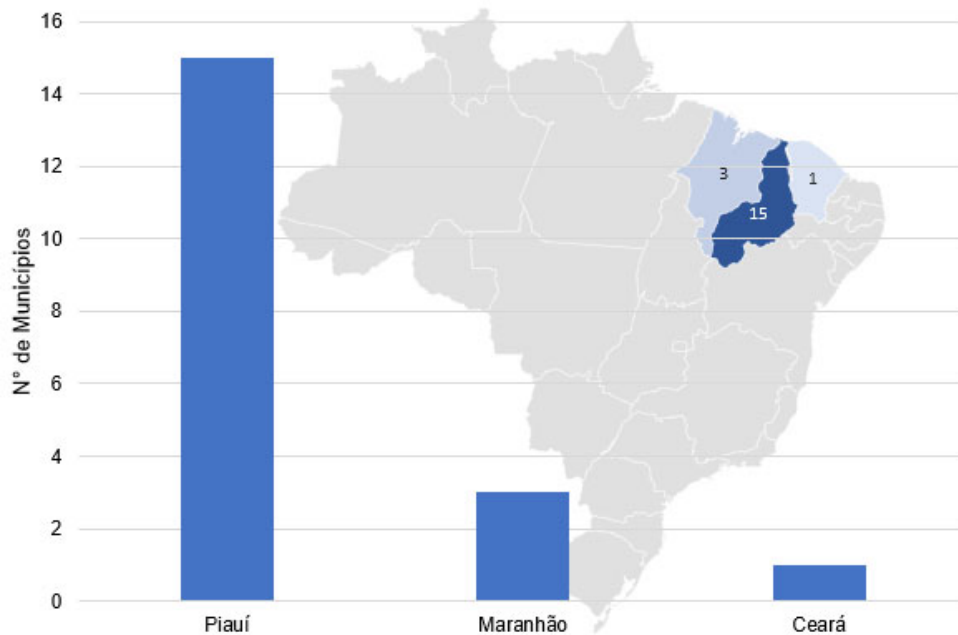
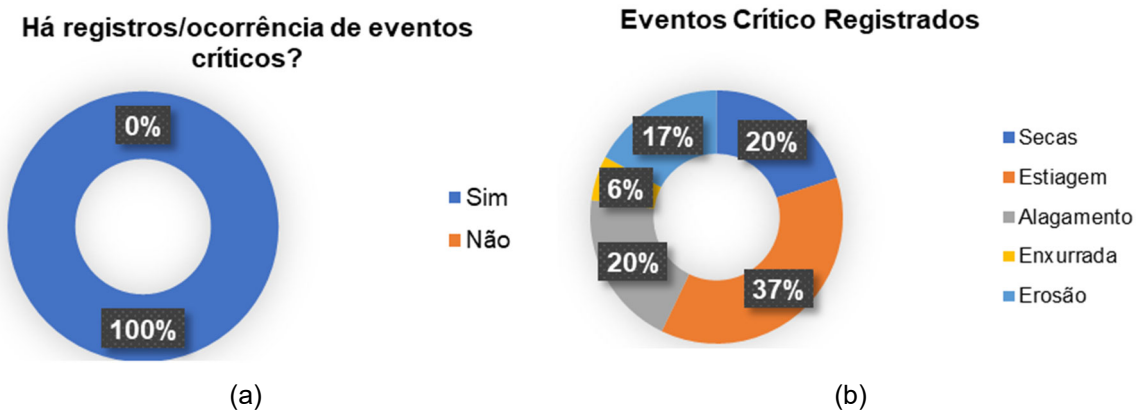
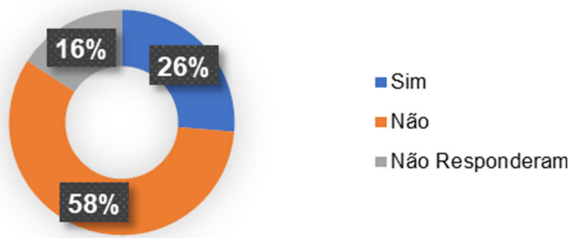


Figura 94. Número da amostra por estado.

A metodologia aplicada foi a de questionário com perguntas abertas, discursivas, e objetivas que visam informações quanto aos eventos críticos e medidas de controle e gestão adotadas. As respostas obtidas por meio da aplicação dos questionários foram compiladas em forma de gráficos, apresentados na Figura 95 subclassificadas pelas letras de a à q.

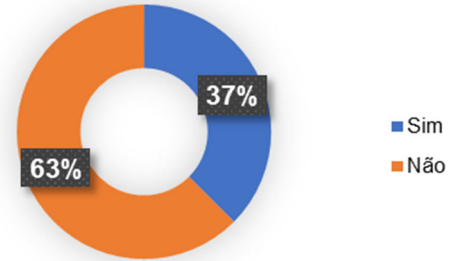


Existem fotografias e notícias em jornais sobre isto?



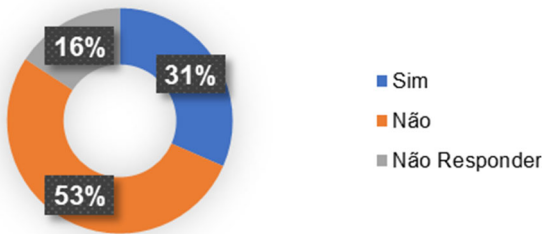
(c)

São conhecidas as cotas de inundação*?



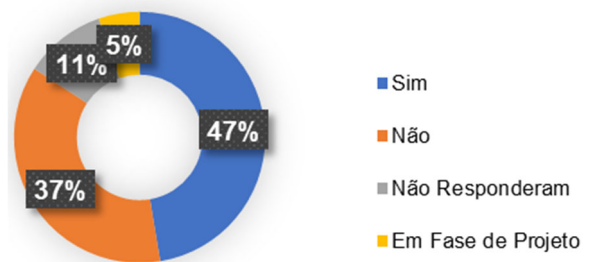
(d)

Existe alguma estação de monitoramento do nível do rio e/ou volume de chuva?



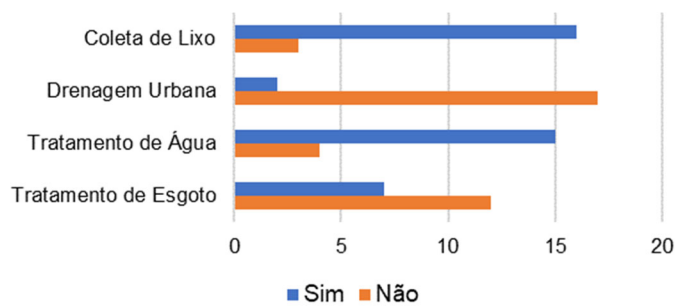
(e)

Existe Defesa Civil no município?



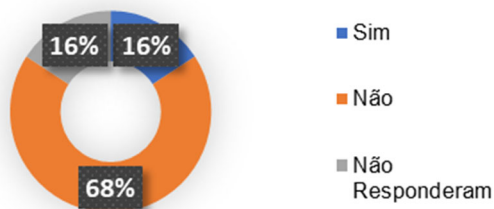
(f)

Possui Saneamento Básico?



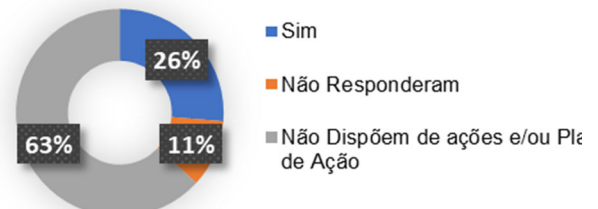
(g)

Existe mapa ou identificação das áreas de risco (inundáveis, instabilidade de taludes, etc.):



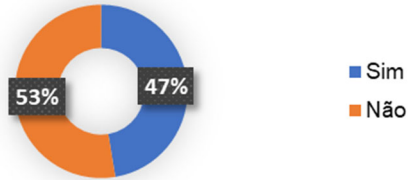
(h)

São adotadas medidas tomadas antes, durante e após os eventos críticos? / Existe Plano de Ação:



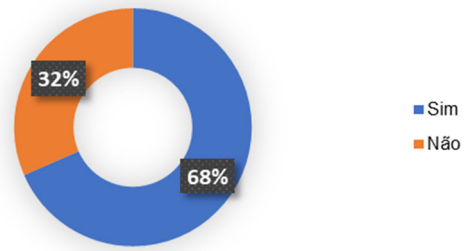
(i)

Há Planos, Programas, Projetos ou Obras, previstos, em andamento ou existentes, relacionados à Recursos Hídricos:



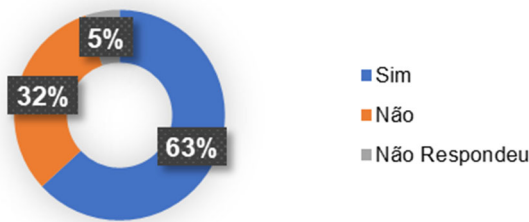
(j)

Existe Conselho Municipal de Meio Ambiente?



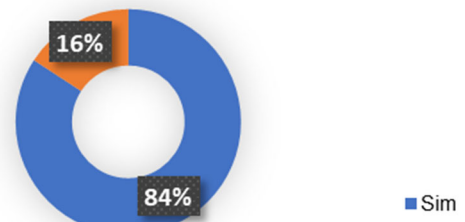
(k)

Possui competência para Licenciamento Ambiental?



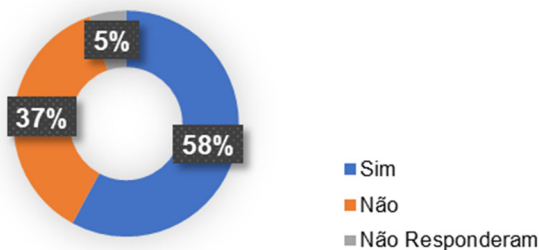
(l)

Existe Órgão de Meio Ambiente Municipal?



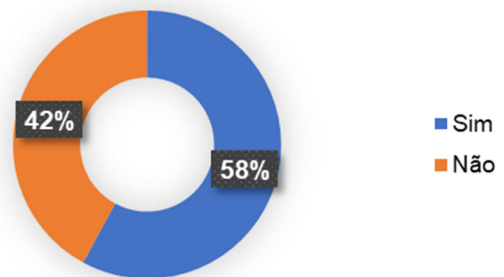
(m)

Existe Política Municipal de Meio Ambiente?



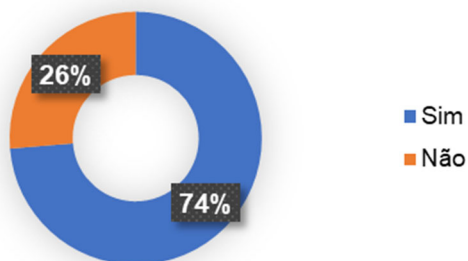
(n)

Legislação Ambiental Específica?



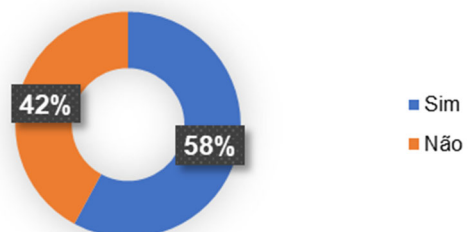
(o)

Existe Plano Diretor?



(p)

Existe Mapa de Zoneamento / Uso e Ocupação do Solo?



(q)

*Foram consideradas apenas os municípios que declararam a ocorrência de enchentes ou inundações.

Figura 95. Resultados do questionário do reconhecimento de campo.

Dos municípios respondentes 100% relatam a ocorrência de eventos críticos, onde o evento mais frequente é a estiagem com 37% de relatos, seguido dos alagamentos e secas ambos com 20%. Para aqueles afetados pela estiagem, identificados no questionário, os relatos são de ocorrência anual, apenas o município de Altos relata frequência quadrienal e o município de União frequência quinquenal, ambos no estado do Piauí. Segundo o levantamento realizado no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) apenas 5 municípios da BHRP nunca registraram esse tipo de ocorrência.

Quanto aos municípios que sofrem com alagamentos apenas 37% conhecem as cotas de alagamentos. Os eventos relatados por municípios, frequência e as áreas atingidas pelas enchentes, identificadas na pesquisa, estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Eventos Críticos, Frequência e áreas atingidas por enchentes identificadas no reconhecimento de campo.

Município	Estado	Evento Crítico					Qual a frequência dos eventos críticos?	Quais as áreas mais atingidas pelas enchentes?
		Secas	Estiagem	Alagamento	Enxurrada	Erosão		
Altos	Pi		x				4 anos	Não se aplica
Balsas	MA			x			15 a 20 anos	Rua 7 de Setembro (Margem do rio Balsas)
Benetinos	PI	x	x				Anual	Não se aplica
Caxias	MA			x			-	-
Coivaras	Pi	x	x				4 anos	Não se aplica
Crateús	CE	x	x	x			-	APP de ocupação irregular
Currálinhos	Pi	x	x			x	Anual	-
Demerval Lobão	Pi					x	Constante	Não se aplica
José de Freitas	Pi		x				Anual	-
Lagoa Alegre	Pi				x		Anual	Zona Rural
Lagoa do Piauí	Pi		x	x			De 4 em 4 anos	Zona Urbana
Miguel Leão	Pi		x			x	rara	Não se aplica
Monsenhor Gil	Pi		x			x	Frequente	Não se aplica
Nazária	Pi	x	x			x	Anual	Não se aplica
Parnaíba	Pi			x			De 6 em 6 meses	Bairro Piauí, Bairro Carmo e Bairro São José
Pau D'Arco	Pi	x	x				Seca 2011 a 2017 estiagem anual	Não se aplica
Teresina	Pi		x	x			-	Região Norte - Ribeirinhos
Timon	Ma	x			x	x	Anual	Áreas Ribeirinhas
União	Pi		x	x			5 anos	Ribeirinhas

Apesar de todos os municípios registrarem eventos críticos apenas quatro (26%) desenvolvem ações relacionadas aos eventos. Os municípios Balsas (PI) e Crateús (CE) dispõem de ações pós eventos, onde disponibilizam abrigo para população atingida por alagamentos. Já o município de Caxias (MA), relata investimentos em ações preventivas, através do Plano de Saneamento Básico e Gestão de Resíduos. Ações emergenciais são registradas em Parnaíba (PI), onde o município promove a drenagem da água através de carros pipas e sistemas de bombeamento. Timon (MA) promove ações de apoio social as famílias e dispõem do plano de contingência.

Para o questionamento de planos, programas, projetos ou obras, previstos, em andamento ou existentes, relacionados à Recursos Hídricos, 47% da amostra relata a existência de alguma ação no município frente aos recursos hídricos, listadas no Quadro 2. O quadro apresenta as repostas transcritas dos questionários, para garantir a fidedignidade das repostas e resultados obtidos.

Quadro 2. Planos e ações relacionados aos recursos hídricos.

Município	Estado	Planos, Programas, Projetos ou Obras, previstos, em andamento ou existentes, relacionados à Recursos Hídricos.	*Observações
Caxias	MA	Projeto de implementação da rede de água, esgoto e drenagem	Falta de Estrutura e equipamentos para o monitoramento das condições hídricas
Crateús	CE	Barramentos do lago de Fronteiras	Barragem do Carnaubal (85 milhões de m ³ – Passou 5 anos sem encher. Em 2018 recebeu 15 milhões de m ³ . Segundo operador esse volume atende por 1 ano. Barragem do Batalhão (3,7 milhões m ³) Em 2018 a barragem chegou a sua capacidade máxima de armazenamento. Operador informou que este ano forma 3 sangramentos. A mesma está localizada em área do exército brasileiro.
José de Freitas	Pi	Geoprocessamento – Estudo da bacia hidrográfica do Bezerra e rio Maratoan	-
Lagoa Alegre	Pi	Projeto de Saneamento Básico	-
Lagoa do Piauí	Pi	Mapeamento de Canais	Atualmente no município não há tratamento de água, mas existe um tratamento à base hipoclorito. No que diz respeito aos alagamentos provenientes do período chuvoso é afetado basicamente 30 famílias.
Miguel Leão	Pi	-	Município Pequeno – Administração iniciada em agosto de 2017 ajustando ainda a infraestrutura do município
Monsenhor Gil	Pi	Poços artesanais que abastecem o município, plano de saneamento básico, plano diretor e leis ambientais	-
Parnaíba	Pi	Elaboração do estudo de concepção para a gestão das águas pluviais, manejo das águas pluviais e drenagem urbana zona leste.	-
Teresina	Pi	Lagoa do Norte	-
Timon	Ma	Em elaboração Plano de drenagem	-

*Transcrição das respostas obtidas nos questionários

Frente as estratégias preventivas foram identificados o i) Barramentos do Lago de Fronteiras; e ii) Lagoas do Norte. O empreendimento Barragem Fronteiras, compõem o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), trata-se de uma barragem em terra e concreto compactado (CCR), com capacidade prevista de 488 milhões de m³. Localizada a 27Km a oeste da sede do município de Crateús, no estado do Ceará, tem como principal finalidade o abastecimento humano nos municípios de Ibiapaba, Assis, Curral Velho e reforço do sistema de abastecimento do principal aglomerado urbano da região Crateús, além 5000 ha de irrigação, piscicultura e lazer (MONTE; et al., 2017; DNOCS, 2014).

Como relatado o município de Crateús - CE sofre com eventos de seca e estiagem, no intuito de garantir o suprimento de água o município conta com dois barramentos principais no rio Poti, a Barragem do Batalhão (Figura 96 (a)) e a Barragem Carnaubal (Figura 96 (b)). A barragem do Batalhão hoje tem a finalidade de captar água do açude Carnaubal e levar para a estação elevatória de tratamento da CAGECE. A água que chega vem pela vazão regularizada deste açude que, atualmente, abastece o município de Crateús (MONTE; et al., 2017).





(a)





(b)

Figura 96. Registro Fotográfico Lago Barragem do Batalhão (a) Lago Barragem Carnaubal.

Fonte: Elaboração Própria, 2018.

A pesquisa identificou em Teresina – PI, o Programa Lagoas do Norte, que abrange cerca de 100 mil pessoas em 13 bairros, com renda média de até 3 salários mínimos. Através de ações integradas como projeto de drenagem, ampliação do acesso a coleta e tratamento de esgoto, melhorias nas instalações sanitárias de famílias de

baixa renda e projeto visa a revitalização do entorno do conjunto de 13 lagoas, melhorando os aspectos socioambientais do entorno, ao mesmo tempo que é uma ação preventiva a cheias, obstruções de canais de drenagem e degradação ambiental (Figura 97).



(a) Antes



(b) Depois







(c) Resultado Esperado

Figura 97. Programa Lagoa do Norte.

Fonte: SEMPLAN, 2016.

O reconhecimento do campo foi registrado através de fotos apresentadas no Quadro 3 para os distintos municípios com suas respectivas datas, nome e cargo dos respondentes.

Quadro 3. Registro fotográfico do reconhecimento de campo.

Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico	
Balsas – MA	Evanio Augusto Costa e Silva – Operador de ETA	22/08/2018		
Crateús – CE	Wesley Araújo Mota – SEMAM	23/08/2018		



Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico	
Parnaíba – PI	João Narciso M. da Rocha – Diretor de Meio Ambiente e Gestão de Recursos Hídricos – Cargo não informado	24/08/201 8		
Caxias – MA	Pedro Fonseca Marinho - Secretário Municipal de Meio Ambiente e Defesa Civil	27/08/201 8		





Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico
Miguel Leão – PI	Roberto Cesar F. Nascimento – Secretário Municipal de Finanças	28/08/2018	
Monsenhor Gil – PI	Michael Alves da Silva – Chefe de Gabinete	28/08/2018	
Teresina – PI	Jocélia Mayra Machado Alves –	28/08/2018	Sem registro fotográfico

Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico
	Engenheira Agrônoma		
Timon – Pi	Rafael José Marques – Técnico Ambiental	28/08/2018	Sem registro fotográfico
Demerval Lobão – PI	Evandro C. Aragão – Cargo não informado	29/08/2018	 

Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico	
Nazária – PI	Flayane Anderson do Vale Silva – – Cargo não informado	29/08/2018		
José de Freitas – PI	Fernando de Almeida Freitas Secretário do Meio Ambiente e Turismo	30/08/2018		

Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico	
Lagoa Alegre – PI	Yndyra Nyan Teixeira Carvalho Castelo Branco – Coordenadora Vigilância Sanitária	30/08/2018		
Lagoa do Piauí – PI	Yago Lucas Cravalho de Sousa – Assessora de Fiscalização	30/08/2018		

Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico	
Altos – PI	Adilto Nascimento Pereira – Secretário Municipal do Meio Ambiente e Turismo	31/08/2018		
Coivaras – PI	Welder Meco – Cargo não informado	31/08/2018		

Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico	
Beneditinos – PI	Francisca Maria de Mesquita Filha – Secretária de Administração	03/09/2018		
Pau D' Arco do Piauí – PI	Alfredo Francisco de Abreu Neto – Cargo não informado	03/09/2018		

Município – Estado	Entrevistado- Cargo	Data	Registro Fotográfico	
União – PI	Amaury Rachid da Cunha Silva – Secretário	05/09/2018		
Curralinhos	Antônio José Valério Filho - Chefe de Gabinete	28/08/2018		

6.5.2. PESQUISA SEMIESTRUTURADA

As entrevistas foram realizadas com os principais atores frente ao uso e gestão dos recursos hídricos. As entrevistas ocorreram no período de 28/08/2018 a 24/10/2018 de forma direta em duas frentes: i) usuários e ii) gestores de recursos hídricos. A pesquisa (entrevistas) foi realizada em 14 municípios com retorno de 39 formulários, cuja composição amostral é apresentada na Figura 71.

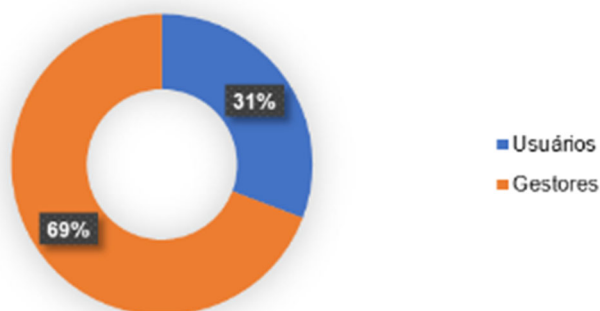






Figura 98. Composição da amostra quanto ao uso.

A categorização quanto a usuários e gestores adotada na compilação dos resultados é definida com base no tipo de formulário aplicado aos entrevistados, que dispunham de duas frentes específicas. Uma remetendo a dados quanto ao uso, e a outra a dados de meios de gestão dos recursos. Os registros fotográficos da realização das entrevistas são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4. Registro fotográfico da pesquisa semiestruturada.

Usuário	Município - UF	Cargo do Respondente	Data	Registro Fotográfico	
Associação Central dos Irrigantes do perímetro irrigado Platôs de Guadalupe	Guadalupe - PI	Gerente Executivo	10/10/2018		
Cerealista Nova Estrela Ltda	Miguel Alves - PI	Administradora	03/10/2018		



Usuário	Município - UF	Cargo do Respondente	Data	Registro Fotográfico	
CODEVASF	Teresina - PI	Gerente Regional	12/09/2018		
Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús	Crateús - CE	Presidente	17/09/2018		

Usuário	Município - UF	Cargo do Respondente	Data	Registro Fotográfico	
Fazenda Progresso	Sebastião Leal - PI	Eng. Agrônomo	10/10/2018		
Departamento Nacional de Obras contra as Secas	Teresina - PI	Engenheiro	12/09/2018		

Usuário	Município - UF	Cargo do Respondente	Data	Registro Fotográfico	
DNPM Ceará	Fortaleza - CE	Chefe de Fiscalização	24/10/2018		
EMGERPI	Teresina - PI	Diretor	27/09/2018		

Usuário	Município - UF	Cargo do Respondente	Data	Registro Fotográfico	
Fazenda Palestina	Timon - MA	Gerente	26/09/2018		
IBAMA	Teresina - PI	Analista Ambiental	24/09/2018		

Usuário	Município - UF	Cargo do Respondente	Data	Registro Fotográfico	
IDEPI	Teresina - PI	Diretor	28/09/2018		
Serviço Autônomo de Água e Esgoto	Balsas - MA	Operador de ETA	22/08/2018		

Usuário	Município - UF	Cargo do Respondente	Data	Registro Fotográfico	
Superintendência Federal de Agricultura no Piauí - SFA/PI	Teresina - PI	Auditor fiscal	25/09/2018		

6.5.2.1. Gestores de Recursos Hídricos

Selecionados com base em sua representatividade frente a gestão dos recursos hídricos, 27 entidades compõe a amostra de Gestores, cujo principal objetivo é identificar seu papel na gestão do recurso na BHRP.

O questionamento quanto a participação do órgão em algum comitê de bacias hidrográficas na região, 67% alegaram participar, no entanto evidencia-se uma necessidade de maior integração entre a troca de informações, visto que 41% responderam não ter informações sobre o andamento das atividades do Comitê da BHRP. Quanto à participação na elaboração de políticas de gestão dos recursos 56% afirmam ter participação. A existência de ações voltadas aos recursos hídricos 63% afirmam possuir. Os resultados das pesquisas foram tratados e parte dos resultados são apresentados na Figura 99.

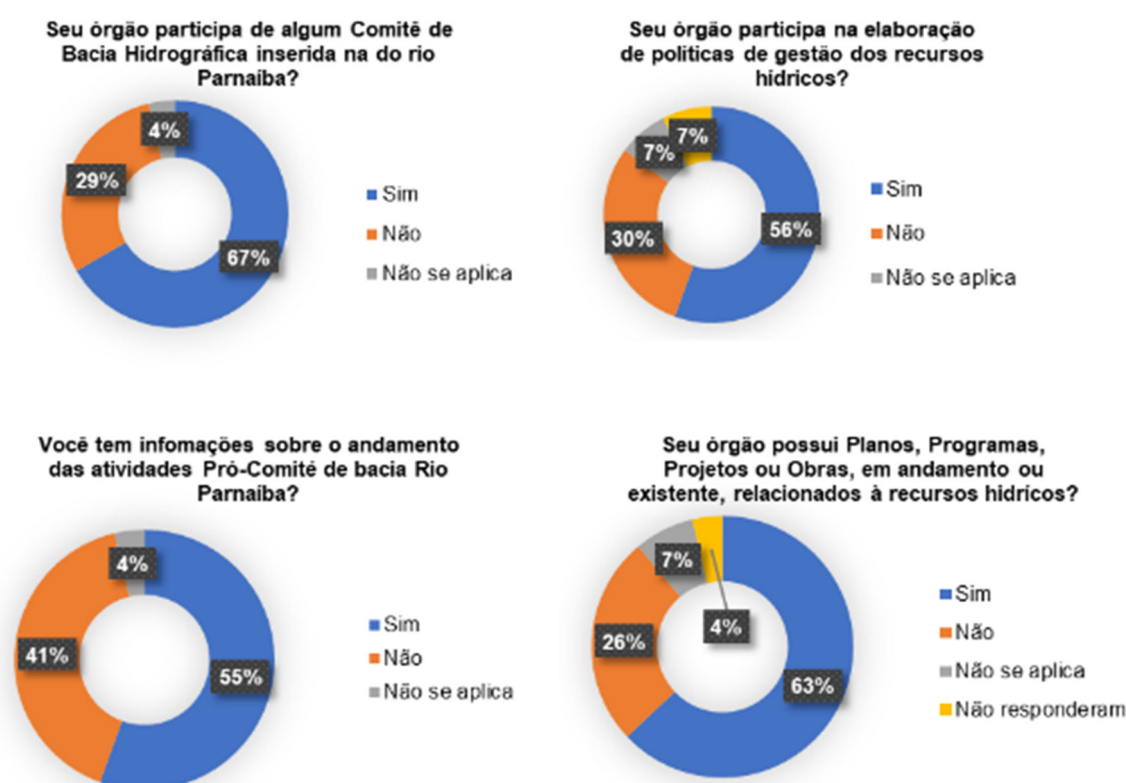


Figura 99. Resultados do questionário da pesquisa semiestruturada.

As responsabilidades dos órgãos na gestão dos recursos hídricos variam em formulação de políticas, implantação da PNRH, monitoramento, discussão e deliberação, entre outros. Quando questionados sobre a atual situação da bacia, quase que de forma totalitária, demonstram preocupação pelo atual estágio de degradação. As respostas, obtidas nos questionários, foram tratadas e estão sintetizadas no Quadro 5, com destaque para o comitê da BHRP.

Quadro 5. Respostas do formulário da pesquisa semiestruturada (gestores).

Entrevistado	Quais são as responsabilidades de seu órgão na gestão dos recursos hídricos?	Quais instrumentos de gestão dos recursos hídricos seu órgão utiliza?	Como o órgão vê a situação atual da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Qual a visão do órgão para o futuro da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Como o órgão vê sua participação na construção da bacia que se deseja?
IAEPI	Formular a política de saneamento básico no estado.	Em fase de Elaboração	Apesar dos esforços do governo, no sentido de garantir a reserva hídrica a partir de obras e barragens, temos ainda muitos problemas, resultante da falta de gestão compartilhada	Com a criação da CBH Parnaíba, fortalecimento dos instrumentos de gestão já existentes como o CERH e CBH estaduais, vislumbra-se um futuro que possa revitalizar o potencial da bacia	De forma ativa e corresponsável
CBH Parnaíba	Implantação da PNRH	Participa ativamente no processo de difusão das informações geradas durante as atividades de mobilização social.	A bacia vem passando por um intenso processo de degradação ambiental e hídrica e que precisa urgentemente ser revitalizada	A elaboração de um modelo de gerenciamento integrado - meio ambiente e recursos hídricos - assentado num plano diretor de recurso hídrico	A nossa instituição se vê como autora do processo. Ter uma participação ativa na implementação do modelo assentado entre pilares: 1. Base legal, 2. Conhecimento, 3. Sistema de gerenciamento integrado participativo e descentralizado.
IBAMA	Executor da política ambiental	-	o IBAMA tem atuado em toda área da referida bacia como órgão (hoje é a SEMAR) e fiscalizador de atividades potencialmente poluidoras	O IBAMA acredita na gestão compartilhada entre federativos seja como órgãos licenciadores ou fiscalizadores. Prega-se e acredita-se na legislação ambiental vigente.	O IBAMA tem buscado o seu fortalecimento para continuar atraído na gestão e proteção da biodiversidade em todas as unidades de federação.
DNPM Piauí	Nenhum	Não	Não	Não	Não
Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús	Discussão e deliberação	-	O rio está precisando de um olhar mais atento e cuidadoso	Que possamos colaborar para o desenvolvimento da bacia	De fundamental importância
Comitê da Bacia Hidrográfica do Serra de Ibiapaba	Discussão e gestão dos usos, proteção e monitoramento dos recursos hídricos	Reuniões ordinárias com 30 segmentos Câmara técnica de meio ambiente - Discussão e formação do plano de bacias	Em situação muito crítica sobretudo na política de avanço sistêmico do desmatamento e destruição de matas, falta de política de saneamento básico	Que seja traçado um plano conjunto com os três estados envolvidos para sua recuperação, preservação e monitoramento dos seus recursos.	Ainda muito distante dos poderes federais na participação de políticas e destinação de recursos e fiscalização na defesa dos recursos naturais.
CODEVASF	Ações de desenvolvimento nas bacias hidrográficas São Francisco, Parnaíba, Itapecuru e Mearim	Corpo técnico diferenciado	A bacia precisa ser estudada para conhecer seus problemas e suas potencialidades.	A partir de formação do comitê como divisor de águas na implementação de políticas de geração de bens e serviços.	Se vê como um dos principais atores na gestão dos recursos hídricos.
Águas de Teresina		Outorga ANA			
COGERH	Gerencia os recursos hídricos do Estado do Ceará e da União, trabalhando de forma integrada, descentralizada e participativa. É responsável por mais de 90% das águas acumuladas no Estado, administra os mais importantes açudes públicos estaduais e federais, além de canais e adutoras da bacia metropolitana de Fortaleza.	Cobrança pelo uso da água e outorga.	A COGERH realiza o gerenciamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Parnaíba que compreende a porção do Estado do Ceará. No entanto, a Companhia sabe que em quase toda bacia hidrográfica do Parnaíba não existe gestão dos recursos hídricos. Desse modo, a COGERH, através de um Pacto de Cooperação Técnica entre os Estados do Ceará, Maranhão e Piauí, vem contribuindo para a formação do Comitê da Bacia do Parnaíba e para implementação da política de recursos hídricos no Estado do Piauí e Maranhão.	A COGERH acredita que com a formação do Comitê da Bacia hidrográfica do rio Parnaíba haverá ações de gestão participativa e a integração dos três Estados na mobilização e sensibilização da sociedade. Acredita-se que dessa forma é possível implementar uma gestão integrada, descentralizada e participativa para promover principalmente o uso consciente e a preservação dos recursos hídricos nesta bacia.	A COGERH está participando ativamente do processo de formação do Comitê da Bacia do Parnaíba, dando apoio e orientações aos representantes do Ceará que estão na composição da diretoria provisória do referido Comitê.

Entrevistado	Quais são as responsabilidades de seu órgão na gestão dos recursos hídricos?	Quais instrumentos de gestão dos recursos hídricos seu órgão utiliza?	Como o órgão vê a situação atual da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Qual a visão do órgão para o futuro da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Como o órgão vê sua participação na construção da bacia que se deseja?
Serviço Geológico do Brasil - CPRM	Monitoramento dos recursos hídricos, tanto subterrâneo quanto superficiais.	Não utiliza diretamente os instrumentos de gestão, mas contribui, ativamente, para o instrumento Sistema de Informações de Recursos Hídricos	O rio Parnaíba, bem como muitos rios da bacia, vem sofrendo um processo acelerado de assoreamento, em grande parte decorrente do uso inadequado do solo. Além disso, o extenso período de estiagem observado na bacia desde 2010 também contribui sobremaneira para o agrupamento dos problemas, seja de poluição, seja de escassez extrema em algumas aéreas semiáridas da bacia. Assim, é impreterível que sejam desenvolvidas ações efetivas de gestão visando o equacionamento de tão graves questões.	Considerando sua riqueza natural, a ocupação do solo e as demandas hídricas deverão sofrer incrementos significativos no horizonte futuro, o que exigirá ações efetivas de gestão compatibilizar oferta-demanda, garantir à preservação dos recursos hídricos e diminuir conflitos de usos, especialmente na porção semiárida, mais frágil.	
Superintendência Federal de Agricultura no Piauí - SFA/PI	Fomento de programas de conservação de água e esgoto	Não se aplica	Preocupante devido à falta de uma política de conservação de solo a água e o rio cada vez mais assoreado conduz ao futuro incerto deste bem (água) imprescindível ao meio ambiente e ao homem.	Caso não haja políticas públicas para conservação o pouco que ainda está disponível poderá se escassear cada vez mais.	Necessidade em particular das precisões e dos programas previstos, estamos ao revés por falta de convite
Secretaria Municipal do Meio Ambiente - SEMAM	Nas águas superficiais, com limite territorial do município de Teresina	Resoluções da ANA - Resoluções CONAMA, que fala sobre lançamento de efluentes	Preocupante, uma vez que com o desmatamento nas margens do rio está acelerando o assoreamento do rio.	Desde que se construa políticas e recuperação da calha do rio. Vejo positivo, porém se faz necessário contar com a ajuda de todos os municípios estados envolvidos com a bacia do rio	Não tem como inflamar, pois não há a participação nossa no conselho da bacia do rio Parnaíba
IDEPI	Gestão na execução de barragens, sistemas de abastecimento de água, adutoras, chafariz entre outros.	Projeto, fiscalização, licenciamento ambiental entre outros	Satisfatória e com necessidade de investimentos para que possamos implementar obras que sejam significativas para a região	Ver de forma positiva e com potencial de novas empreendimentos e projetos de conservação da bacia hidrográficas do Parnaíba	O IDEPI se coloca à disposição para contribuir junto com projetos como execução e acompanhamento fiscal, sempre trabalhando junto ao Governo do estado Piauí.
EMGERPI	A EMGERPI não participa diretamente da gestão de recurso hídricos	Não utiliza. Indiretamente parte do corpo técnico que compõe a IDEPI foi cedido pela EMGERPE em virtude da incorporação da extinta COMPEDI	Situação crítica. A bacia hidrográfica precisa reviver a importância histórica, econômica e social manifestamente identificada, principalmente pelos municípios Ribeirinhos ao longo do seu curso	Visão de uma bacia hidrográfica "viva" como hidrografias com hidrovias preservação de matas ciliares e geradora de riquezas para o meio norte do Brasil.	Com a participação em medidas e ações de educação ambiental, conscientização ecológica junto ao corpo funcional, de modo a demonstrar a importância da revitalização preservação da bacia do rio Parnaíba.
Administração das Hidrovias do Nordeste	Garantia da navegação dos rios federais, segundo o PNV	Não se aplica	Não existe diálogo entre os órgãos competentes por consequente carreta-se uma série de problemas estruturais e ambientais nos rios que compõem a bacia (desmatamento, assentamento.)	Implementação dos projetos até então laborados (sob a ética de infraestrutura de transportes) e diálogos entre os órgãos competentes	De maneira inclusiva, na implantação de projetos, de modo técnico consultivo, e na forma de diálogo.
DNPM	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Secretaria de Desenvolvimento Rural	Não se aplica	Outorga da água para uso na irrigação	Preocupante com relação a proteção das nascentes com impacto profundo na manutenção do manancial e sua sustentabilidade	Falta de políticas públicas para gestão dos recursos hídricos do Rio Parnaíba	Corresponsável na construção de ações de sustentabilidade dos recursos hídricos
Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará	Efetua a gestão dos recursos hídricos do âmbito do território do Ceará	Cobrança, Outorga, Planos de Bacias, Sistema de Informações, Fiscalização	Tenho noções de caracterização da Bacias e das iniciativas de constituição do comitê da Bacia	Que seus recursos sejam utilizados de maneira, igualitária e responsável	Como órgão relevante, visto que é responsável pela política de R.H de um dos estados que constituem

Entrevistado	Quais são as responsabilidades de seu órgão na gestão dos recursos hídricos?	Quais instrumentos de gestão dos recursos hídricos seu órgão utiliza?	Como o órgão vê a situação atual da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Qual a visão do órgão para o futuro da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Como o órgão vê sua participação na construção da bacia que se deseja?
Superintendência estadual do meio ambiente - SEMACE	Gestão Ambiental, Fiscalização e Licenciamento	Fiscalização Ambiental de Recurso Hídrico	Não se aplica	Não se aplica	recebendo sua Competência de Fiscalização e Licenciamento
CBH Canindé	Zela pelos Recursos Hídricos da bacia do Canindé- Piauí e dos seus usuários	Administrar as barragens inseridas na bacia	Sem conhecimento	A estudar	Efetiva e construtiva, no sentido de melhorar e implantar as políticas públicas hídricas
Secretaria Agricultura Familiar	Não se aplica	Não	Não	Não	Não
SEMA	Gestão dos recursos hídricos com o uso múltiplo das águas, como instituído pelo inciso IV do art. 1 da Lei de N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Que institui a PNRH. Promovendo a Gestão sistemática desses recursos por meio da Supervisão de Gestão de Outorga Cobrança e Fiscalização, Supervisão de Gestão Participativa e Supervisão de Gestão e Planejamento.	Em fase de elaboração o Plano Estadual de Recursos Hídricos	A Bacia do Rio Parnaíba encontra-se em estado adiantado de degradação, resultado principalmente das pressões aos recursos naturais para a produção de grãos. Os recursos hídricos pelo lado direito, que coincidem com o Piauí são todos temporários e os do lado esquerdo, que coincidem com o Maranhão apresentam redução da disponibilidade hídrica, assoreamento e desproteção das margens. A supressão contínua da vegetação e a intensa mecanização agrícola têm contribuído para ampliação de processo erosivo e carreamento de sedimentos para o leito dos rios.	Caso não seja deflagrado um processo de adoção de sistemas alternativos de cultivo que priorizem o manejo e conservação do solo e dos recursos hídricos, a previsão é bastante desalentadora. Atualmente já se verificam conflitos pelo uso da água e pela posse da terra e estes tendem a se ampliarem proporcionalmente ao avanço da degradação dos recursos naturais.	O Órgão Gestor dos Recursos Hídricos do Estado do Maranhão participa da Diretoria Provisória do CBH-Parnaíba, com um representante do Gabinete na Comissão Auxiliar e um representante da SRH no Grupo de Apoio, A participação é bastante útil tanto nas discussões para instalação do CBH Rio Parnaíba quanto na formulação de políticas que visem uma boa gestão dos recursos hídricos da bacia em questão.
SEMIPER	Atua nas áreas da mineração, petróleo e gás e energias renováveis sempre de acordo com as melhores técnicas de preservação ambiental, principalmente no que diz respeito à água, recursos não escassos em nosso estado		É uma situação que merece toda atenção da sociedade, poder público e iniciativa privada, pois trata-se do nosso mais importante manancial, além de ser um ecossistema complexo	Deve ser feito um trabalho responsável e continuado de preservação e uso consente	A SEMINPER pesquisa meios de fomenta a atividade mineradora de forma a se utilizar a menor quantidade de água possível
Comitê da Bacia do Rio Gurguéia	Promover o debate ambiental e articular a atuação das entidades participantes	Plano de Recursos Hídricos	Preocupante. Muitas ações antrópicas que estão acelerando os impactos ambientais na região e a diminuição dos recursos hídricos	Que possa ser bem gerenciado todo o potencial hídrico pelo CBH Parnaíba	Importante porque conhecemos bem esta região das nascentes
ANA	Implementação da PNRH	Coordena a implementação de todos os instrumentos de gestão dos recursos hídricos	A ANA vê a bacia do Parnaíba como receptora de uma nova fronteira de desenvolvimento e conseqüente aumento do consumo de água e degradação dos solos. Além disso preocupa a poluição das águas próximo aos grandes centros e a escassez de água na porção semiárida	Preocupa o avanço da agropecuária na região de cerrados e a concentração populacional nos grandes centros sem que haja investimentos em saneamento	A Ana será um ator ativo para o gerenciamento adequado na bacia e o plano que será elaborado será a principal ferramenta para sua atuação.
ICMBio	Responsável pela gestão de Recursos Hídricos das Unidades de Conservação Federal	Autorizações de uso e manejo dos recursos hídricos em unidades de conservação. Formulação de diretrizes/portarias, etc e fiscalização.	Muito preocupantes. A degradação é crescente e as medidas de mitigação pontuais e insuficientes	Ter o rio tratado e preservado como ele merece e a população necessitada	Limitada às Unidades de Conservação atingidas pelo raio com grande potencial para o fornecimento de parcerias

Entrevistado	Quais são as responsabilidades de seu órgão na gestão dos recursos hídricos?	Quais instrumentos de gestão dos recursos hídricos seu órgão utiliza?	Como o órgão vê a situação atual da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Qual a visão do órgão para o futuro da bacia hidrográfica do Parnaíba?	Como o órgão vê sua participação na construção da bacia que se deseja?
Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL	Gestão dos potenciais hidroenergéticos, sendo responsável pela autorização, acompanhamento, análise e aprovação de estudos e projetos de aproveitamentos hidrelétricos em todo o País, englobando estudos de inventário, viabilidade e projetos básicos.	Acompanha os planos de expansão do setor elétrico, conduzidos pela Empresa de Planejamento Energético – EPE, em seus horizontes de longo (planos com horizonte de 30 anos) e médios prazos (Planos Decenais de Expansão).	ANEEL tem um papel institucional técnico e objetivo no que se refere ao uso de recursos hídricos para fins de geração hidrelétrica. Trata-se de uma responsabilidade pela autorização, análise e aprovação de estudos e projetos de aproveitamentos hidrelétricos, sem espaço para escolhas discricionárias.	Na perspectiva da ANEEL, relativa ao uso de recursos hídricos para geração de energia hidrelétrica, o quadro da pergunta anterior mostra os possíveis empreendimentos a serem implantados. Entretanto, há que se considerar que a efetivação deles depende ainda de estudos mais aprofundados, nos casos de eixos apenas inventariados, além da viabilização técnico-econômica e ambiental. Como exemplo das incertezas que ainda pairam sobre esse cenário, cabe lembrar, por exemplo, que mesmo as UHEs Estreito e Cachoeira, que já detêm aprovação do EVTE e Licenças Prévias Ambientais, já foram incluídas em leilões de licitação da concessão,	A área técnica mais diretamente responsável pela autorização, análise e aprovação de estudos e projetos de aproveitamentos hidrelétricos tem buscado maior aproximação com o Ibama, ANA e órgãos estaduais incumbidos da gestão de recursos hídricos e dos licenciamentos ambientais desses empreendimentos, sob uma perspectiva de ampliação e participação social, sobretudo na fase de inventário. Nas etapas seguintes, a sociedade em geral e todos os interessados têm espaço de participação institucionalmente estabelecidos nos ritos de licenciamento, conduzidos pelo Ibama ou pelos órgãos estaduais de meio ambiente, conforme a dominialidade do rio e/ou abrangência dos impactos previstos. Nesse contexto, a ANEEL acredita que a melhor garantia de que as decisões sobre a bacia sejam tomadas da forma mais democrática possível é a efetiva participação da sociedade em todo o processo.

Sobre o questionamento “**Como o órgão vê a situação atual da bacia hidrográfica do Parnaíba?**” A ANEEL informou a situação atual da bacia da hidrográfica do rio Parnaíba, quanto a estudos e projetos (Quadro 6) em cursos e/ou já aprovados para a bacia, resumidos abaixo:

- Estudos de Inventário Hidrelétrico:
 - Rio Parnaíba: aprovado pelo Despacho nº 680/2003, de 26/09/2003, que selecionou os aproveitamentos hidrelétricos de: Taquara (43 MW), Canto do Rio (65 MW), Ribeiro Gonçalves (174 MW), Uruçuí (164 MW), Cachoeira (93 MW), Estreito (86 MW), Castelhana (94 MW) e Taboa (98 MW)
 - Rio das Balsas (incluindo também os rios Soninho, Ponte Alta e Gameleira): estudos entregues à ANEEL, com várias complementações posteriores, ainda em discussão na Agência, sob recursos administrativos ainda não julgados.

Quadro 6. Aproveitamentos Hidrelétricos na Bacia do Rio Parnaíba.

Nome AHE	Tipo	UF	Rio	Potência (KW)	Estágio
Boa Esperança	UHE	PI	Rio Parnaíba	237.300	Operação
Canto do Rio	UHE	PI	Rio Parnaíba	44.000	PB Aceito
Estreito	UHE	MA	Rio Parnaíba	56.000	EVTE Aprovado
Ribeiro Gonçalves	UHE	MA	Rio Parnaíba	113.000	EVTE Aprovado
Castelhana	UHE	MA	Rio Parnaíba	64.000	EVTE Aprovado
Uruçuí	UHE	MA	Rio Parnaíba	134.000	EVTE Aprovado
Cachoeira	UHE	MA	Rio Parnaíba	63.000	EVTE Aprovado
Taboa	UHE	MA	Rio das Balsas	98.000	Eixo Inventariado
Taquara	UHE	MA	Rio Parnaíba	43.000	Eixo Inventariado
Gado Bravo	PCH	MA	Rio das Balsas	23.000	DRS – PCH emitida
Matão Novo	PCH	MA	Rio das Balsas	19.370	DRS – PCH emitida
Cachoeira	PCH	MA	Rio Cachoeira	9.000	DRS – PCH emitida
Ásia	PCH	MA	Rio das Balsas	7.100	Eixo Inventariado
Três Barras	PCH	MA	Rio das Balsas	12.640	Eixo Inventariado
Ferrugem	PCH	MA	Rio das Balsas	16.570	Eixo Inventariado
São Pedro	PCH	MA	Rio das Balsas	12.120	Eixo Inventariado
A2E5	CGH	MA	Rio das Balsas	3.100	Eixo Inventariado
A2E6	PCH	MA	Rio das Balsas	5.540	Eixo Inventariado
A2E7	PCH	MA	Rio das Balsas	6.470	Eixo Inventariado
A2E9	PCH	MA	Rio das Balsas	8.500	Eixo Inventariado

Nome AHE	Tipo	UF	Rio	Potência (KW)	Estágio
São Gregório	PCH	MA	Rio das Balsas	14.290	Eixo Inventariado
Buji	CGH	PI	Rio Poti	650	Eixo Inventariado
Esperança	CGH	PI	Rio Poti	650	Eixo Inventariado

PB – Projeto Básico

EVTE – Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

DRS-PCH – Declaração de Adequabilidade do sumário Executivo do Projeto Básico

Obs.: Eixo Inventariado – disponível a interessados em desenvolver EVTE (no caso de UHEs) e PB (no caso de PCHs)

A CODEVASF atua através de investimentos públicos para a construção de obras de infraestrutura, particularmente para a implantação de projetos de irrigação e de aproveitamento racional dos recursos hídricos, através de investimentos em novas tecnologias, diversificação de culturas, recuperação de áreas ecologicamente degradadas, capacitação e treinamento de produtores rurais, realização de pesquisas e estudos socioeconômicos e ambientais, entre outras ações. As ações promovidas pela companhia têm demonstrado resultados positivos rumo a universalização do recurso principalmente nas áreas semiáridas do país incluindo a parte da BHRP. Entre as ações estão a instalação de poços e cisternas emergenciais, sistemas simplificados de captação e distribuição de água e Kits de irrigação, beneficiando aproximadamente 2 milhões de pessoas no país (BRASIL, 2017).

Dentre os programas executados pela companhia está o **Programa Água para Todos Piauí**, integrante do Plano Brasil Sem Miséria, instituído pelo governo federal em julho de 2011. O programa atua por meio da implantação de barramentos, cisternas de consumo e sistemas simplificados de abastecimento de água (SSAA), com a missão de universalizar o acesso a água e garantir o acesso no período de seca (Figura 100).





Figura 100. Programa água para todos CODEVASF.

Fonte: CODESVAF 2014.

Com base em dados disponibilizados pela Companhia, foram identificadas ações em 150 municípios, com 34.858 cisternas instaladas, 631 barreiros e 224 SSA implementados nos limites da BHRP. Os municípios contemplados pelas ações do Programa podem ser observados na Figura 101. Nesta figura verifica-se ainda que os municípios contemplados pelo Programa também estão entre aqueles mais prejudicados por secas e estiagens.

O detalhamento quanto as ações implementadas nos distintos municípios podem ser observadas na Tabela 33.

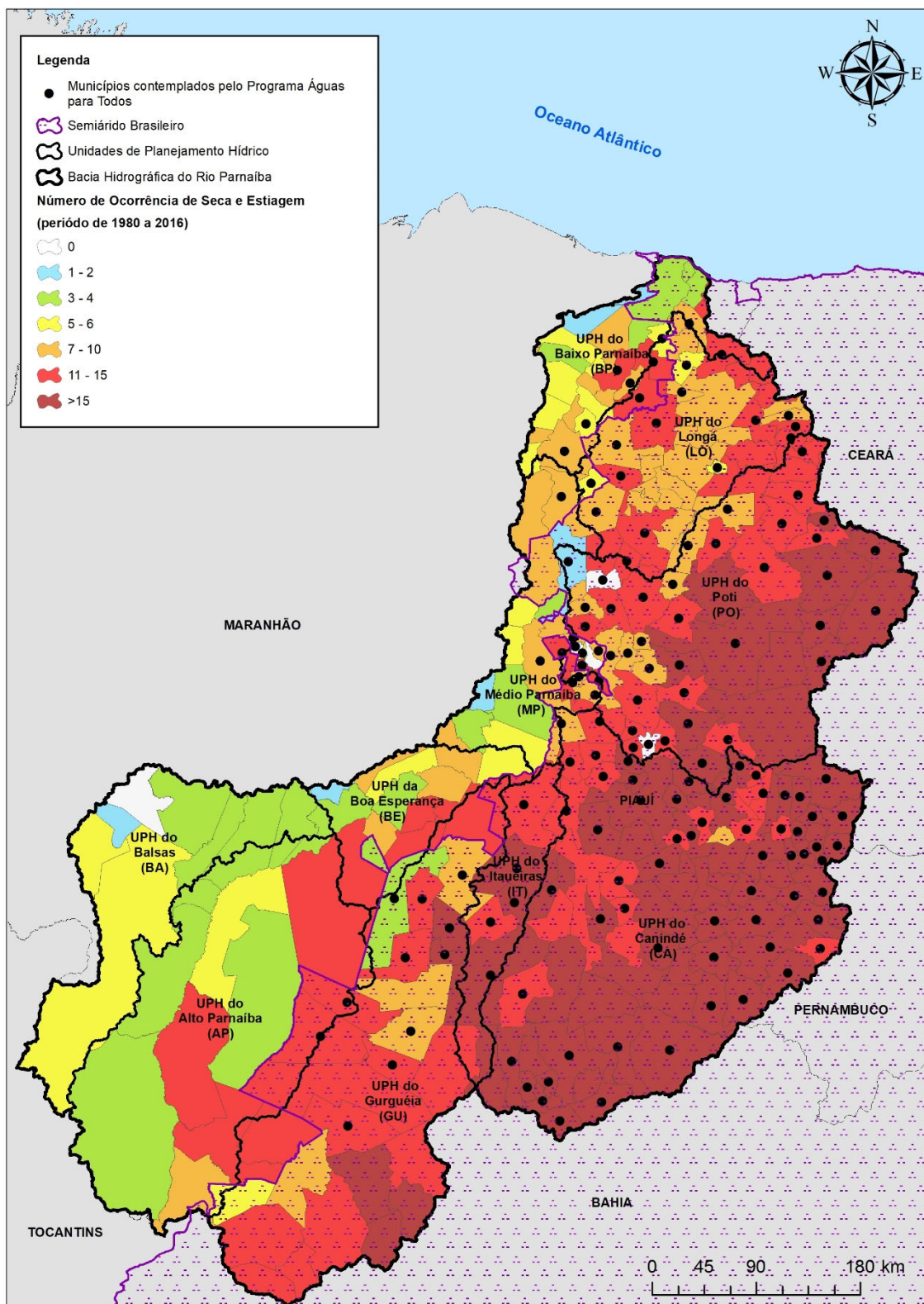


Figura 101. Municípios contemplados pelo programa Água para Todos- CODEVASF.
(Mapa 29 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Tabela 33. Detalhamento das ações nos municípios contemplados pelo Programa Água para Todos.

	Município	Cisternas	Barreiros	SSAA
1	Acauã	0	20	0
2	Agricolândia	6	0	0
3	Água Branca	6	0	0
4	Alagoinha Do Piauí	513	11	0
5	Alto Longá	304	0	0
6	Amarante	227	0	0
7	Anísio De Abreu	0	10	0
8	Ararendá	1	0	0
9	Aroazes	165	0	0
10	Arraial	15	0	0
11	Barra D'alcântara	22	0	0
12	Barras	1857	0	0
13	Barro Duro	31	0	0
14	Batalha	1271	0	0
15	Belém Do Piauí	124	20	0
16	Beneditinos	134	0	0
17	Bertolínia	125	0	0
18	Betânia Do Piauí	0	33	0
19	Bonfim Do Piauí	0	13	0
20	Buriti Dos Lopes	513	0	0
21	Buriti Dos Montes	81	0	0
22	Cabeceiras Do Piauí	1060	0	0
23	Cajazeiras Do Piauí	55	0	0
24	Caldeirão Grande Do Piauí	0	23	0
25	Campo Grande Do Piauí	0	21	27
26	Campo Maior	326	0	0
27	Canavieira	119	0	0
28	Canto Do Buriti	0	0	9
29	Caraúbas Do Piauí	1077	0	0
30	Caridade Do Piauí	0	20	0
31	Carnaubal	294	0	0
32	Cocal	1009	0	0
33	Coivaras	69	0	0
34	Colônia Do Gurguéia	388	0	0
35	Conceição Do Canindé	70	0	14
36	Coronel José Dias	0	0	40
37	Crateús	4167	0	0
38	Cristino Castro	275	0	0
39	Currais	296	0	0
40	Curral Novo Do Piauí	0	21	20

	Município	Cisternas	Barreiros	SSAA
41	Dirceu Arcoverde	0	22	0
42	Dom Inocêncio	0	10	0
43	Elesbão Veloso	89	0	0
44	Eliseu Martins	144	0	0
45	Esperantina	1428	0	0
46	Fartura Do Piauí	0	22	0
47	Flores Do Piauí	125	0	0
48	Floriano	273	0	0
49	Francinópolis	61	0	0
50	Francisco Ayres	52	0	0
51	Francisco Macedo	129	0	0
52	Fronteiras	380	10	0
53	Geminiano	522	0	0
54	Guaraciaba Do Norte	64	0	0
55	Hugo Napoleão	32	0	0
56	Ibiapina	2	0	0
57	Independência	9	0	0
58	Inhuma	0	0	26
59	Ipaporanga	8	0	0
60	Ipiranga Do Piauí	0	9	0
61	Ipueiras	3	0	0
62	Itaueira	315	0	0
63	Jacobina Do Piauí	0	21	0
64	Jaicós	0	20	0
65	Jardim Do Mulato	31	0	0
66	Joaquim Pires	484	0	0
67	José De Freitas	336	0	0
68	Juazeiro Do Piauí	432	0	0
69	Jurema	0	10	0
70	Lagoa Alegre	57	0	0
71	Lagoa De São Francisco	145	0	0
72	Lagoa Do Barro Do Piauí	0	20	0
73	Lagoa Do Piauí	26	0	0
74	Lagoa Do Sítio	565	0	0
75	Lagoinha Do Piauí	9	0	0
76	Luzilândia	1006	0	0
77	Manoel Emídio	59	0	0
78	Marcolândia	607	21	0
79	Miguel Alves	1192	0	0
80	Miguel Leão	14	0	0
81	Milton Brandão	60	0	0
82	Monsenhor Gil	136	0	0

	Município	Cisternas	Barreiros	SSAA
83	Monsenhor Hipólito	0	21	0
84	Morro Do Chapéu Do Piauí	456	0	0
85	Murici Dos Portelas	219	0	0
86	Nazaré Do Piauí	40	0	0
87	Nossa Senhora Dos Remédios	210	0	0
88	Nova Santa Rita	97	10	0
89	Novo Oriente	55	0	0
90	Novo Oriente Do Piauí	76	0	0
91	Novo Santo Antônio	8	0	0
92	Oeiras	0	37	19
93	Padre Marcos	0	10	0
94	Paes Landim	164	0	0
95	Palmeira Do Piauí	145	0	0
96	Palmeirais	113	0	0
97	Paquetá	240	0	0
98	Passagem Franca Do Piauí	81	0	0
99	Patos Do Piauí	470	0	0
100	Pau D'arco Do Piauí	109	0	0
101	Paulistana	1371	30	0
102	Pavussu	332	0	0
103	Pio IX	1	21	0
104	Poranga	64	0	0
105	Prata Do Piauí	29	0	0
106	Queimada Nova	0	20	0
107	Quiterianópolis	1873	0	0
108	Redenção Do Gurguéia	72	0	0
109	Regeneração	153	0	0
110	Rio Grande Do Piauí	165	0	0
111	Santa Cruz Do Piauí	0	0	24
112	Santa Cruz Dos Milagres	45	0	0
113	Santa Luz	108	0	0
114	Santa Rosa Do Piauí	25	0	9
115	Santana Do Piauí	35	0	0
116	Santo Antônio De Lisboa	0	0	17
117	Santo Antônio Dos Milagres	7	0	0
118	Santo Inácio Do Piauí	25	0	0
119	São Benedito	1397	0	0
120	São Félix Do Piauí	58	0	0
121	São Francisco De Assis Do Piauí	182	11	0
122	São Francisco Do Piauí	45	0	0
123	São Gonçalo Do Piauí	23	0	0
124	São João Da Canabrava	129	0	0

	Município	Cisternas	Barreiros	SSAA
125	São João Da Fronteira	62	0	0
126	São João Da Serra	140	0	0
127	São João Da Varjota	27	0	0
128	São José Do Divino	254	0	0
129	São Julião	191	10	0
130	São Luis Do Piauí	42	0	0
131	São Miguel Da Baixa Grande	33	0	0
132	São Miguel Do Fidalgo	121	0	0
133	São Miguel Do Tapuio	426	0	0
134	São Pedro Do Piauí	93	0	0
135	São Raimundo Nonato	0	20	0
136	Sebastião Leal	258	0	0
137	Sigefredo Pacheco	5	0	0
138	Simões	0	41	0
139	Socorro Do Piauí	81	0	0
140	Tamboril	6	0	0
141	Tamboril Do Piauí	180	0	0
142	Tanque Do Piauí	50	0	0
143	Teresina	1	0	0
144	União	690	0	0
145	Valença Do Piauí	150	0	0
146	Várzea Branca	0	23	0
147	Várzea Grande	13	0	0
148	Vila Nova Do Piauí	0	20	0
149	Wall Ferraz	18	0	9
BHRP		34.858	631	214

Fonte: Elaboração própria, 2019.

O Plano Nascente Parnaíba de Ações da CODESVAF é um importante instrumento na tomada de decisão frente a estratégias visando a preservação e recuperação da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. O plano apresenta uma caracterização abrangente da bacia, integrando aspectos técnicos, conceituais, bases legais e questões orçamentárias sobre a preservação e recuperação de nascentes por meio de ações de monitoramento da qualidade da água, efetividade das ações executadas, capacitação e educação ambiental.

Além dos dados de projetos da CODEVASF obteve-se informações através da companhia, de outros importantes programas e estudos relacionados aos recursos hídricos, como por exemplo o Diagnostico Ambiental das Nascentes da Área de Abrangência do Projeto no Clima da Caatinga realizado pela organização não governamental Associação Caatinga. O referido estudo por meio de quatro visitas técnicas à 18 nascentes, caracterizou estas quanto ao seu tipo, aspectos

geomorfológicos, persistência de fluxo e avaliação do estado de conservação hídrico e ambiental. O estudo resultou em um diagnóstico ambiental da atual situação com o intuito de subsidiar diferentes campos e ações da área de abrangência do projeto No Clima da Caatinga.

6.5.2.2. *Usuários*

Identificados com base nas outorgas de direito de uso da ANA, os usuários se subclassificam quanto ao uso de águas subterrâneas, superficiais e lançamento de efluentes, sendo que um usuário pode se enquadrar em mais de uma subclassificação. As perguntas voltaram-se para finalidade do uso, quantidade do recurso utilizada, conflitos e informações quanto à qualidade, visando complementar o item Figura 99.

O questionamento sobre possíveis conflitos para o uso da água, 100% dos respondentes afirmam não existir conflitos. Já quanto a problemas relacionados a qualidade das águas 18% afirmam a existência de problemas, entre os citados estão a insuficiência dos mananciais para abastecer todos os bairros na época da estiagem; capacidade de captação e tratamento; problema de dureza, falta tratamento, ausência de reservatórios, o bombeamento é direto do poço para a rede. As respostas quanto à qualidade (a) e conflitos (b) é ilustrado na Figura 102.

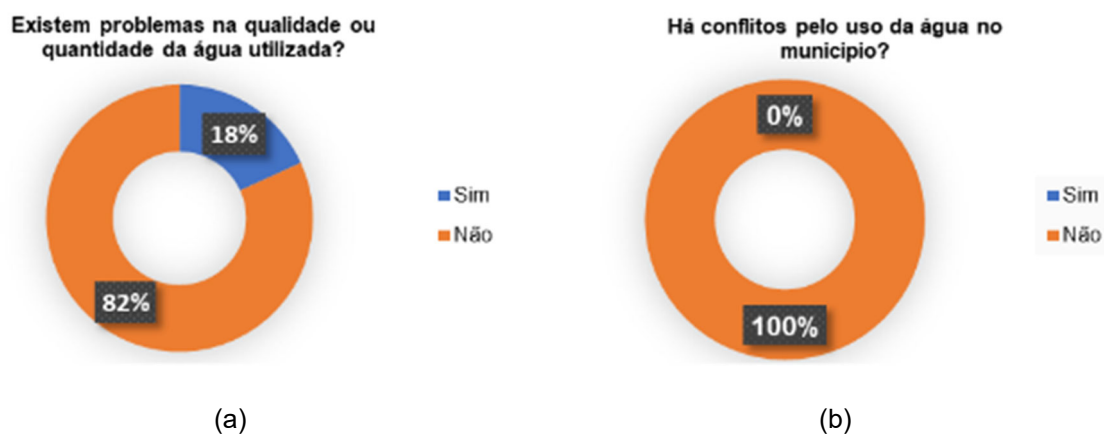


Figura 102. Respostas sobre a percepção sobre a existência de conflitos pelo uso da água e problemas de qualidade.

Garantir o suprimento do recurso é uma preocupação nos limites das BHRP, principalmente pelo impacto dos períodos de estiagem. Segundo um usuário de água superficial:

“A captação superficial abastece apenas 10 bairros dos 34 existentes.”

Do conjunto de doze usuários de águas superficiais, o abastecimento é o uso mais relatado com 6 registros, seguido da irrigação com 5 registros e um registro para piscicultura. A vazão destinada exclusivamente a irrigação é de 240.000 m³/d, outros 40.000 m³/d são utilizados de modo combinado para piscicultura, abastecimento e irrigação. O método de captação referidos nos formulários é Balsas e Bombeamento. Quanto a produção os produtos estão a banana, acerola, coco, arroz, açúcar e álcool.

A área irrigada totaliza 10.777 ha, desta 160 ha destina-se ao cultivo de pastos. Entre os métodos de irrigação, identificados na entrevista, está a inundação para o cultivo de arroz, aspersão para Banana, acerola, coco e cana de açúcar; pivô central para os pastos e Pivô Central, microaspersão, convencional e gotejamento para culturas diversas.

A vazão destinada exclusivamente ao abastecimento considerando as águas superficiais é de 124 m³/d, com abrangência de 383.497 habitantes distribuídos e 13 municípios. A Tabela 34 apresenta a caracterização detalhada quanto o uso destinado para o abastecimento relatada por quatro companhias.

Tabela 34. Caracterização quanto ao uso das águas superficiais para abastecimento.

Usuário	Vazão de Abastecimento (m ³ /d)	População Atendida (Habitantes)	Per Capita Média (L/Hab.d)
AGESPISA	75.119	253.497	100
CAEMA	26.830	90.000	145
CAGECE	11.404	-	-
Serviço Autônomo de Água e Esgoto	10.656	40.000	170

A captação das águas subterrâneas a vazão destinada para o abastecimento é de 15.792 m³/d, captada diariamente através de poços artesianos, com abrangência de 50.134 pessoas. O conjunto amostral de usuários de águas subterrâneas totalizam três, os quais dois relatam o uso cuja finalidade é a irrigação e um para o abastecimento. O uso das águas subterrâneas para irrigação é destinado ao cultivo de pastos, com 8 ha de área irrigada através do método de aspersão. A distribuição da vazão para as distintas finalidades é apresentada na Figura 103.

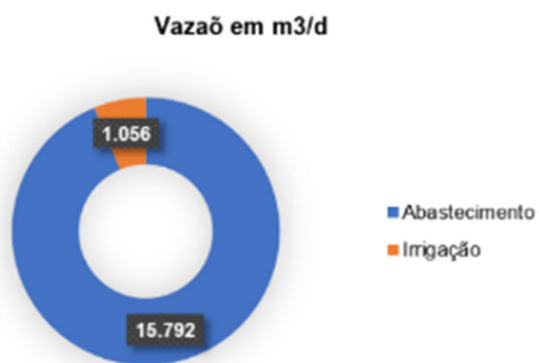


Figura 103. Distribuição da vazão quanto ao uso das águas subterrâneas.

Quanto ao uso das águas superficiais para o lançamento de efluentes, as entrevistas remetem a três pontos de lançamento, referente a um usuário, cuja as vazões de lançamento atuais e futuras são apresentadas na Figura 104.

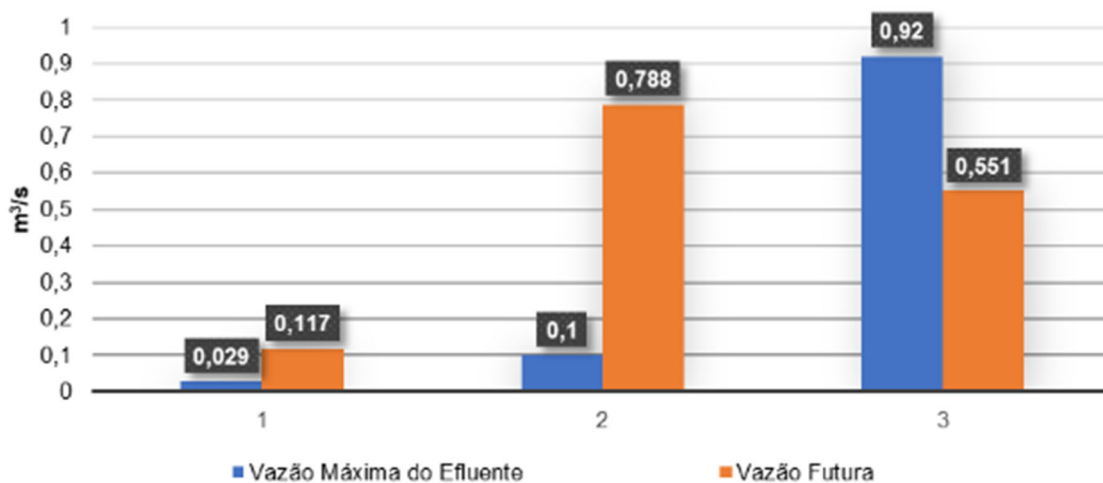


Figura 104. Vazões de lançamentos.

7. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

7.1. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

7.1.1. ÁGUAS SUPERFICIAIS

As disponibilidades hídricas superficiais da BHRP foram definidas a partir de um estudo de regionalização de vazões, que teve por objetivo determinar vazões em qualquer ponto da bacia. Embora a metodologia adotada alcance este intento, a base hidrográfica utilizada possui 33.135 trechos fluviais (ottobacias) e, portanto, as disponibilidades neste diagnóstico foram limitadas a estes trechos. As vazões de referência utilizadas para representar as disponibilidades hídricas superficiais foram:

- Vazão média de longo termo Q_{mlt} ;
- Vazão de 95% de permanência Q_{95} (mensal e diária);
- Vazão de 90% de permanência Q_{90} (mensal e diária).

Para se chegar ao objeto final deste capítulo (Figura 107, Figura 111, Figura 115, Figura 119 e Figura 123) foram executadas as seguintes etapas, sintetizadas abaixo e, ilustradas na Figura 105.

- Coleta e análise de dados hidrológicos;
- Estudos pluviométricos;
- Estudos fluviométricos;
- Análise de consistência;
- Preenchimento e extensão de séries fluviométricas;
- Definição dos pontos de interesse para a regionalização de vazões;
- Simulação hidrológica;
- Regionalização das vazões características naturais e disponibilidades reais;
- Espacialização das Disponibilidades Hídricas Superficiais nas ottobacias definidas pela ANA;
- Análise de Estacionariedade;

Os detalhes de cada etapa encontram-se no Relatório Parcial RP-04. Neste documento, no entanto, buscou-se trazer apenas os elementos fundamentais.

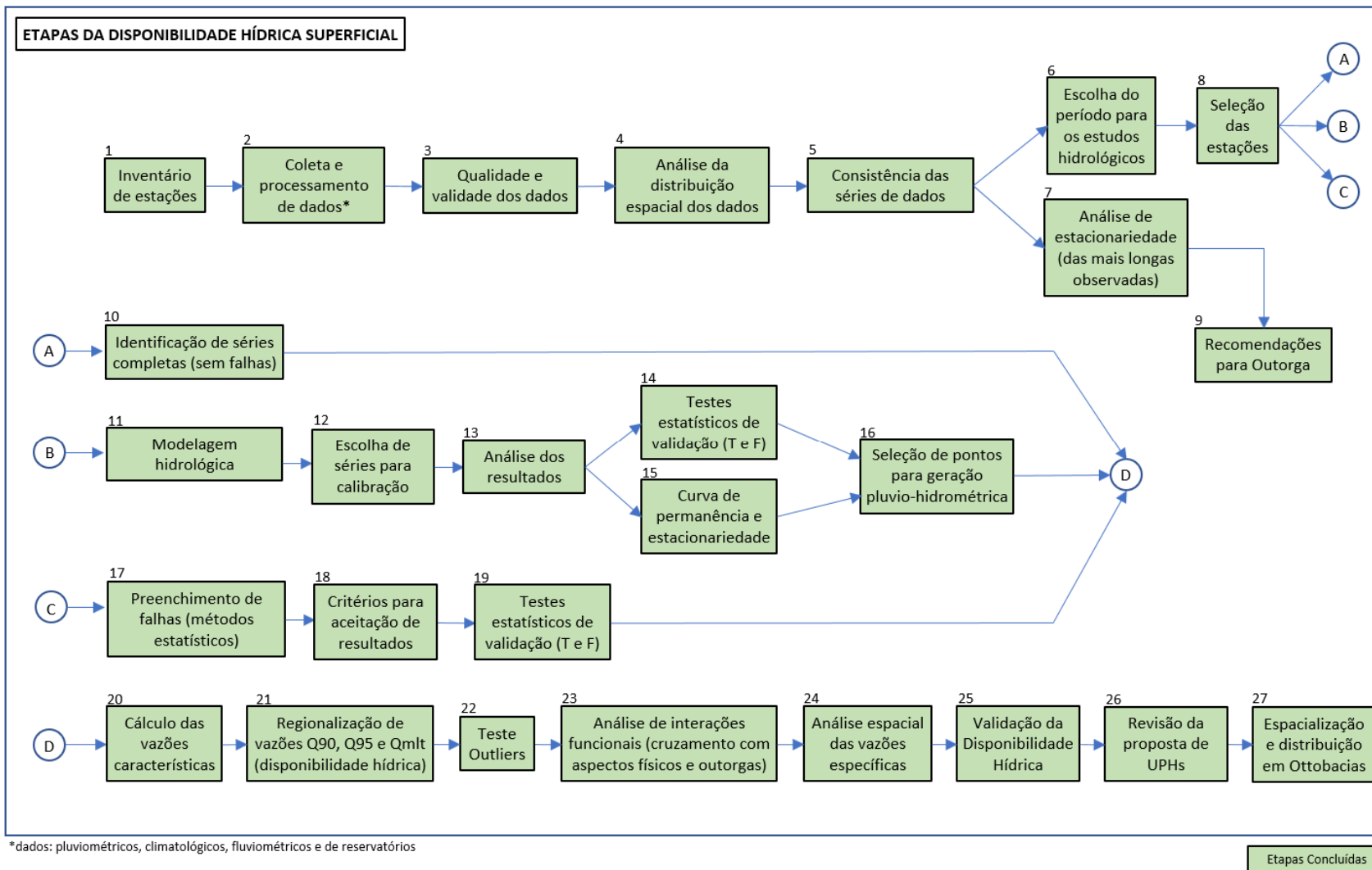


Figura 105. Fluxograma das etapas de determinação das disponibilidades hídricas superficiais.

Conforme se observa na Figura 105 acima, o ponto de partida foi a coleta de séries históricas de dados de vazão, chuva e evaporação. Tendo em vista a heterogeneidade das séries obtidas – tanto em termos temporais como qualitativos (quantidade de falhas) – tornou-se imprescindível a padronização das mesmas, possibilitando a comparação e relação entre os resultados extraídos das séries. Essa homogeneização de dados foi resultado de análises de consistência e preenchimento de falhas das séries, realizados por meio de métodos estatísticos.

Em suma, foram selecionados como pontos de interesse para a regionalização os locais de 38 estações fluviométricas, 23 barramentos e, 21 pontos adicionais, totalizando 82 pontos de interesse (Tabela 35 e Figura 106). Deste conjunto, 32 séries fluviométricas foram obtidas por meio de simulação hidrológica, uma vez que havia a necessidade de preencher vazios espaciais ou o impedimento de uso das séries existentes (seja por estarem influenciadas por reservatórios ou resultarem em valores duvidosos).

De posse das séries fluviométricas consistidas e preenchidas, ou reconstituídas foram, então, calculadas as vazões características Q95, Q90 e Qmlt. Definiu-se como período de estudo os anos entre 1985 e 2015, buscando-se aproveitar, pelo menos, os últimos 30 de dados possíveis. Paralelamente, foram delimitadas as áreas incrementais de drenagem dos 82 pontos de interesse, as quais foram tratadas como regiões homogêneas em termos de produtividade hídrica.

Este conceito de regiões homogêneas foi a base do método de regionalização empregado, o qual se expressa matematicamente pela seguinte expressão:

$$q_{inc} = \frac{Q_{jus} - \sum Q_{mont}}{A_{jus} - \sum A_{mont}}$$

Onde:

q_{inc} : vazão específica incremental [vazão por unidade de área];

Q_{jus} : vazão do posto de jusante;

Q_{mont} : vazão(es) do(s) posto(s) imediatamente a montante;

A_{jus} : área de contribuição dos postos de jusante;

A_{mont} : área(s) de contribuição do(s) posto(s) de montante.

A Tabela 35 abaixo e, a **Figura 106** em seguida apresentam os pontos de interesse utilizados para a regionalização. Vale destacar que os números indicados na referida figura correspondem àqueles das linhas na Tabela 35.

Tabela 35. Pontos de interesse definidos para a regionalização das vazões.

#Linha	UPH	NOME PONTO	RIO	Área de Drenagem [Km ²]	Área Incremental de Drenagem [Km ²]
1	BA	34130000	Balsas	9.040	9.040
2	BA	G-34140000	Maravilha	1.870	1.870
3	BA	G-34142000	Pequeno	1.710	1.710
4	BA	34160000	Balsas	22.200	9.580
5	BA	34170000	Balsas	24.700	2.500
6	BA	Pa01	Balsas	25.607	907
7	AP	34020000	Parnaíba	12.900	12.900
8	AP	34030000	Medonho	2.680	2.680
9	AP	34040500	Parnaíba	25.500	9.920
10	AP	34060000	Parnaíba	31.300	5.800
11	AP	34070000	Parnaíba	35.300	4.000
12	AP	Pa02	Parnaíba	35.754	454
13	AP	G4	Uruçuí Preto	6.256	6.256
14	AP	G12	Uruçuí Preto	12.293	6.037
15	AP	34090000	Uruçuí Preto	15.600	3.307
16	AP	Pa03	Uruçuí Preto	15.978	378
17	AP	Pa04	Parnaíba	51.750	18
18	BE	Boa Esperança	Parnaíba	84.746	7.389
19	BE	G-34311000	Parnaíba	140.000	5.337
20	GU	34230000	Contrato	750	750
21	GU	G-Algodões II	Curimatá	1.208	1.208
22	GU	34251000	Gurguéia	31.000	29.042
23	GU	34270000	Gurguéia	47.000	16.000
24	GU	Pa05	Gurguéia	48.312	1.312
25	GU	Pa12	Riacho Corrente	1.605	1.605
26	IT	Pa-34340000	Itaueira	9.910	9.910
27	IT	Pa06	Itaueira	10.240	330
28	MP	Pa07	Parnaíba	140.176	176
29	MP	Pa08	Parnaíba	151.842	1.426
30	MP	G-34660000	Parnaíba	235.000	8.028
31	MP	G-34690000	Parnaíba	237.000	2.000
32	MP	Pa09	Parnaíba	237.416	416
33	MP	G-34820000	Parnaíba	294.000	4.417
34	CA	G-Nonato	Cacimbas	205	205
35	CA	G-Petrônio Portela	Piauí	6.475	6.475
36	CA	G-Jenipapo	Piauí	14.957	8.277
37	CA	34571000	Piauí	34.400	19.443
38	CA	G-Ingazeiras	Canindé	1.280	1.280
39	CA	G-Pedra Redonda	Canindé	4.713	3.434
40	CA	34480000	Canindé	29.100	6.687
41	CA	G-Estreito	Padre	185	185
42	CA	34450000	Itaim	7.180	6.995
43	CA	G-Barreiras	Catolé	189	189
44	CA	G-Cajazeiras	Condado	404	404

#Linha	UPH	NOME PONTO	RIO	Área de Drenagem [Km ²]	Área Incremental de Drenagem [Km ²]
45	CA	G-Piaus	Marçal	2.292	1.699
46	CA	G-Bocaína	Guaribas	1.063	1.063
47	CA	34465000	Guaribas	6.390	3.036
48	CA	34471000	Itaim	17.700	4.130
49	CA	G-Salinas	Das Salinas	3.103	3.103
50	CA	Pa13	Mucaitá	2.122	2.122
51	CA	34600000	Canindé	73.700	4.975
52	CA	Pa10	Canindé	75.130	1.430
53	PO	Sucesso	Pinheiro	350	350
54	PO	Barra Velha	B. Princípio	842	842
55	PO	Jaburu II	Curiú	907	907
56	PO	Realejo	Dos Cavalos	224	224
57	PO	Flor do Campo	Poti	633	633
58	PO	Carnaubal	Poti	2.069	1.437
59	PO	34620000	Berengas	2.950	2.950
60	PO	Pa-34730000	Macambira	1.030	1.030
61	PO	Pa-34741000	Poti	10.700	6.307
62	PO	G5	Dos Canudos	1.420	1.420
63	PO	34750000	Poti	19.200	7.470
64	PO	Pa-34751000	São Nicolau	5.100	5.100
65	PO	34760000	Sambito	11.000	11.000
66	PO	34770000	Poti	43.535	6.815
67	PO	34789000	Poti	51.400	4.915
68	PO	Pa11	Poti	52.167	767
69	LO	G-Joana	Corrente	41	41
70	LO	G-Caldeirão	Caldeirão	221	221
71	LO	34930000	Longá	4.910	4.910
72	LO	G7	Corrente	1.587	1.546
73	LO	34940000	Longá	11.200	4.703
74	LO	G-Jaburu I	Jaburu	314	314
75	LO	G-Piracuruca	Piracuruca	5.031	4.718
76	LO	G-34948000	Dos Matos	1.450	1.229
77	LO	34980000	Longá	21.800	4.119
78	LO	G11	Longá	24.180	2.380
79	BP	G-34879500	Parnaíba	298.000	4.000
80	BP	G6	Pirangi	1.412	1.412
81	BP	G9	Parnaíba	301.674	3.674
82	BP	G10	Parnaíba	332.500	5.234

* G: série de vazões mensais reconstituída ou gerada por simulação hidrológica.

* Pa: Pontos de Apoio.

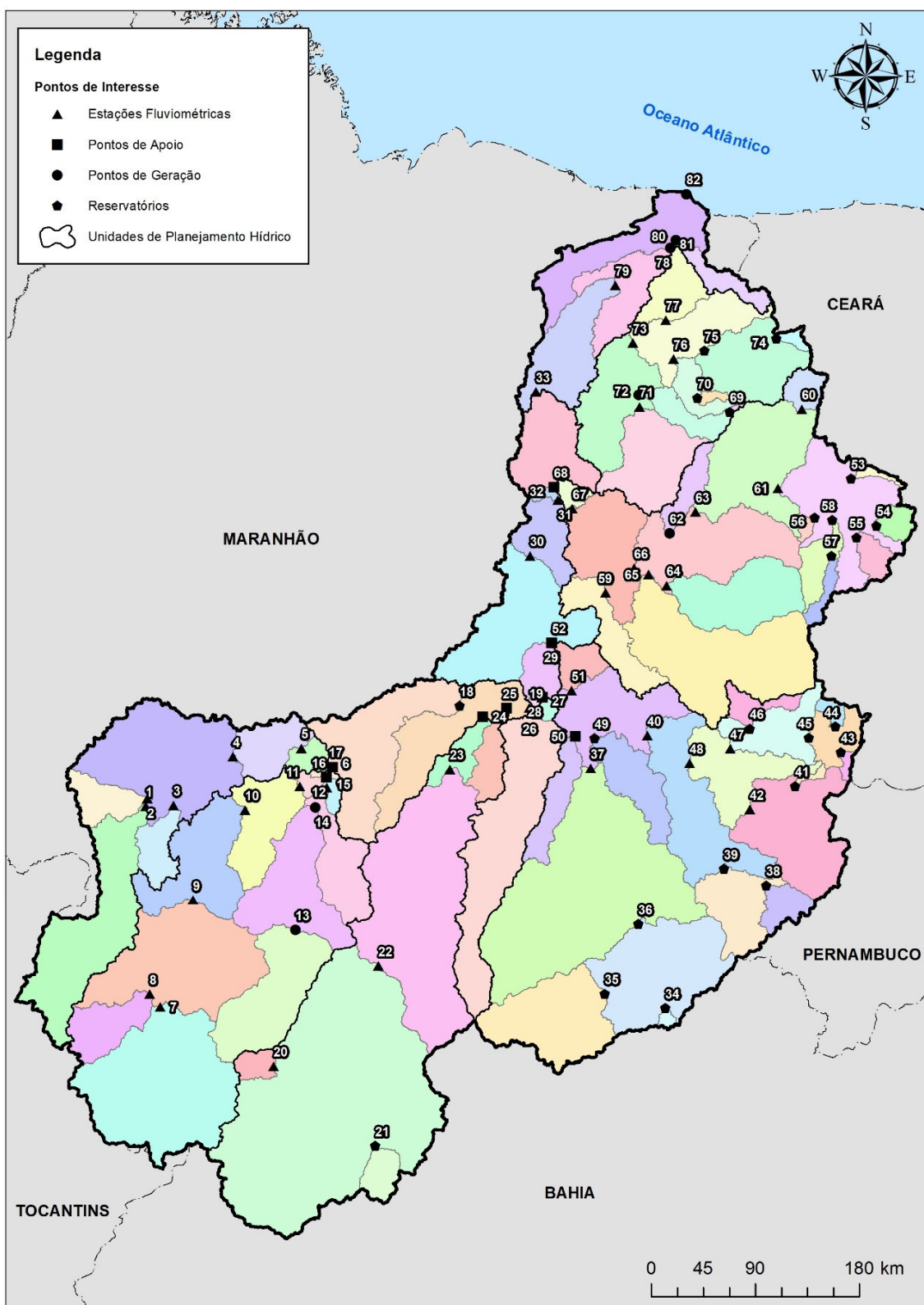


Figura 106. Rede de pontos fluviais definidos para a regionalização de vazões e correspondentes áreas incrementais.

(Mapa 30 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Definidos os pontos de interesse para inclusão ou geração de vazões, a regionalização destas resultou de um demorado processo que, em cada passo, implicava na análise da consistência espacial dos resultados. Os resultados das calibrações do modelo hidrológico e geração de vazões nos pontos de interesse não deviam atender somente a uma condição pontual, mas a uma coerência espacial na bacia toda. Da mesma forma, os resultados das séries preenchidas por correlação. Vazões incrementais negativas, vazões específicas muito diferentes entre sub bacias de um mesmo curso de água; e diferenças muito pronunciadas entre áreas incrementais vizinhas, embora não sendo de um mesmo curso fluvial, foram exaustivamente analisadas. Esta análise teve em conta a hidrometeorologia, as características fisiográficas, solos e hidrogeologia, descartando-se como não aceitáveis os resultados que apresentassem anomalias ou disparidades sem explicação hidrológica conforme as referidas características da bacia.

Devido à condição de intermitência das vazões no semiárido e procura de maior confiabilidade no preenchimento e geração de vazões, os estudos hidrológicos até aqui descritos foram desenvolvidos sobre a base das séries de dados mensais. Entretanto, atendendo solicitação dos técnicos da ANA e, conforme metodologia acertada com eles, também foi feita uma regionalização das vazões diárias. A metodologia consistiu em estabelecer fatores de conversão das vazões Q90 e Q95 mensais para as correspondentes diárias. Estes fatores de conversão foram obtidos a partir da comparação entre as ditas vazões resultantes das séries históricas de vazões diárias e mensais, ponderando os resultados conforme extensão dos períodos de dados disponíveis em cada estação fluviométrica.

O resultado da regionalização, que posteriormente resultou nos mapas de disponibilidade hídrica (Q95, Q90 e Qmt), são apresentadas nas tabelas abaixo, sendo Tabela 36 em nível mensal e, a Tabela 37 em nível diário.

Concluída a regionalização das vazões naturais, restou distribuir espacialmente as vazões regionalizadas em cada trecho fluvial (33.135 ottobacias), e calcular as disponibilidades reais neles. Para isto, além da disponibilidade natural é necessário incluir, nos trechos que corresponda as vazões efluentes dos açudes de regularização, conforme metodologia estabelecida pela ANA (ANA, 2016e).

Tabela 36. Regionalização de vazões mensais: absolutas (Q), específicas (q) e, específicas incrementais (qinc) daquelas que representam a disponibilidade hídrica na Bacia do Parnaíba, quais sejam, a média e, a de 90% e 95% de permanência.

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km ²]	Área Incremental [km ²]	Q95m [m ³ /s]	qe95m [L/s.km ²]	Q95inc_m [m ³ /s]	qe95inc_m [L/s.km ²]	Q90m [m ³ /s]	qe90m [L/s.km ²]	Q90inc_m [m ³ /s]	qe90inc_m [L/s.km ²]	QMLT [m ³ /s]	qemlt [L/s.km ²]	QMLT_inc [m ³ /s]	qemlt_inc [L/s.km ²]
1	BA	34130000	Balsas	9.040	9.040	59,40	6,57	59,40	6,57	62,26	6,89	62,26	6,89	97,35	10,77	97,35	10,77
2	BA	G-34140000	Maravilha	1.870	1.870	6,04	3,23	6,04	3,23	6,90	3,69	6,90	3,69	14,76	7,89	14,76	7,89
3	BA	G-34142000	Pequeno	1.710	1.710	5,69	3,33	5,69	3,33	6,31	3,69	6,31	3,69	14,02	8,20	14,02	8,20
4	BA	34160000	Balsas	22.200	9.580	87,70	3,95	16,57	1,73	93,02	4,19	17,55	1,83	173,67	7,82	47,55	4,96
5	BA	34170000	Balsas	24.700	2.500	88,62	3,59	0,92	0,37	93,94	3,80	0,92	0,37	185,07	7,49	11,40	4,56
6	BA	Pa01	Balsas	25.607	907	88,95	3,47	0,33	0,37	94,27	3,68	0,33	0,37	189,20	7,39	4,14	4,56
7	AP	34020000	Parnaíba	12.900	12.900	67,64	5,24	67,64	5,24	70,46	5,46	70,46	5,46	107,02	8,30	107,02	8,30
8	AP	34030000	Medonho	2.680	2.680	14,90	5,56	14,90	5,56	15,70	5,86	15,70	5,86	28,17	10,51	28,17	10,51
9	AP	34040500	Parnaíba	25.500	9.920	118,60	4,65	36,06	3,64	124,20	4,87	38,04	3,83	189,79	7,44	54,59	5,50
10	AP	34060000	Parnaíba	31.300	5.800	129,00	4,12	10,40	1,79	135,20	4,32	11,00	1,90	212,22	6,78	22,43	3,87
11	AP	34070000	Parnaíba	35.300	4.000	131,60	3,73	2,60	0,65	139,20	3,94	4,00	1,00	219,27	6,21	7,05	1,76
12	AP	Pa02	Parnaíba	35.754	454	131,90	3,69	0,30	0,65	139,65	3,91	0,45	1,00	220,07	6,16	0,80	1,76
13	AP	G4	Uruçuí Preto	6.256	6.256	8,87	1,42	8,87	1,42	9,49	1,52	9,49	1,52	13,67	2,19	13,67	2,19
14	AP	G12	Uruçuí Preto	12.293	6.037	15,92	1,30	7,05	1,17	17,76	1,44	8,27	1,37	26,34	2,14	12,67	2,10
15	AP	34090000	Uruçuí Preto	15.600	3.307	21,66	1,39	5,74	1,74	23,20	1,49	5,44	1,64	34,20	2,19	7,86	2,38
16	AP	Pa03	Uruçuí Preto	15.978	378	22,32	1,40	0,66	1,74	23,82	1,49	0,62	1,64	35,01	2,19	0,81	2,15
17	AP	Pa04	Parnaíba	51.750	18	154,23	2,98	0,01	0,81	163,50	3,16	0,02	1,09	255,12	4,93	0,03	1,82
18	BE	Boa Esperança	Parnaíba	84.746	7.389	261,60	3,09	18,42	2,49	285,54	3,37	27,77	3,76	458,90	5,42	14,58	1,97
19	BE	G-34311000	Parnaíba	140.000	5.337	274,29	1,96	10,90	2,04	303,53	2,17	15,39	2,88	505,89	3,61	17,40	3,26

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km²]	Área Incremental [km²]	Q95m [m³/s]	qe95m [L/s.km²]	Q95inc_m [m³/s]	qe95inc_m [L/s.km²]	Q90m [m³/s]	qe90m [L/s.km²]	Q90inc_m [m³/s]	qe90inc_m [L/s.km²]	QMLT [m³/s]	qemlt [L/s.km²]	QMLT_inc [m³/s]	qemlt_inc [L/s.km²]
20	GU	34230000	Contrato	750	750	0,03	0,04	0,03	0,04	0,09	0,12	0,09	0,12	1,99	2,65	1,99	2,65
21	GU	G-Algodões II	Curimatá	1.208	1.208	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,11	0,09	0,55	0,45	0,55	0,45
22	GU	34251000	Gurguéia	31.000	29.042	1,27	0,04	1,24	0,04	1,98	0,06	1,78	0,06	18,08	0,58	15,54	0,53
23	GU	34270000	Gurguéia	47.000	16.000	1,71	0,04	0,44	0,03	2,49	0,05	0,51	0,03	27,92	0,59	9,85	0,62
24	GU	Pa05	Gurguéia	48.312	1.312	1,75	0,04	0,04	0,03	2,53	0,05	0,04	0,03	28,73	0,59	0,81	0,62
25	GU	Pa12	Riacho Da Corrente	1.605	1.605	0,05	0,03	0,05	0,03	0,07	0,04	0,07	0,04	0,86	0,53	0,86	0,53
26	IT	Pa-34340000	Itaueira	9.910	9.910	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48	0,25	2,48	0,25
27	IT	Pa06	Itaueira	10.240	330	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56	0,25	0,08	0,25
28	MP	Pa07	Parnaíba	140.176	176	274,65	1,96	0,36	2,04	304,04	2,17	0,51	2,88	506,46	3,61	0,57	3,26
29	MP	Pa08	Parnaíba	151.842	1.426	277,57	1,83	2,91	2,04	308,15	2,03	4,11	2,88	513,65	3,38	4,63	3,25
30	MP	G-34660000	Parnaíba	235.000	8.028	303,39	1,29	25,83	3,22	331,45	1,41	23,30	2,90	585,13	2,49	38,10	4,75
31	MP	G-34690000	Parnaíba	237.000	2.000	309,92	1,31	6,52	3,26	338,80	1,43	7,35	3,67	595,63	2,51	10,50	5,25
32	MP	Pa09	Parnaíba	237.416	416	311,28	1,31	1,36	3,26	340,33	1,43	1,53	3,67	597,82	2,52	2,18	5,25
33	MP	G-34820000	Parnaíba	294.000	4.417	326,07	1,11	13,22	2,99	359,14	1,22	16,41	3,72	731,86	2,49	18,52	4,19
34	CA	G-Nonato	Cacimbas	205	205	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,02	0,10
35	CA	G-Petrônio Portela	Piauí	6.475	6.475	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,61	0,25	1,61	0,25
36	CA	G-Jenipapo	Piauí	14.957	8.277	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,38	0,23	1,75	0,21
37	CA	34571000	Piauí	34.400	19.443	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,53	0,13	1,15	0,06
38	CA	G-Ingazeiras	Canindé	1.280	1.280	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,19	0,24	0,19
39	CA	G-Pedra Redonda	Canindé	4.713	3.434	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	0,23	0,83	0,24
40	CA	34480000	Canindé	29.100	6.687	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,37	0,49	5,16	0,77
41	CA	G-Estreito	Padre	185	185	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,27	0,05	0,27

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km²]	Área Incremental [km²]	Q95m [m³/s]	qe95m [L/s.km²]	Q95inc_m [m³/s]	qe95inc_m [L/s.km²]	Q90m [m³/s]	qe90m [L/s.km²]	Q90inc_m [m³/s]	qe90inc_m [L/s.km²]	QMLT [m³/s]	qemlt [L/s.km²]	QMLT_inc [m³/s]	qemlt_inc [L/s.km²]
42	CA	34450000	Itaim	7.180	6.995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,15	0,58	4,10	0,59
43	CA	G-Barreiras	Catolé	189	189	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,26	0,05	0,26
44	CA	G-Cajazeiras	Condado	404	404	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,32	0,13	0,32
45	CA	G-Piaus	Marçal	2.292	1.699	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,29	0,49	0,29
46	CA	G-Bocaína	Guaribas	1.063	1.063	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,32	0,34	0,32
47	CA	34465000	Guaribas	6.390	3.036	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,94	0,46	1,93	0,64
48	CA	34471000	Itaim	17.700	4.130	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,14	0,46	1,06	0,26
49	CA	G-Salinas	Das Salinas	3.103	3.103	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	0,76	2,36	0,76
50	CA	Pa13	Mucaitá	2.122	2.122	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,16	0,34	0,16
51	CA	34600000	Canindé	73.700	4.975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,75	0,42	9,15	1,84
52	CA	Pa10	Canindé	75.130	1.430	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,38	0,44	2,63	1,84
53	PO	Sucesso	Pinheiro	350	350	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	1,66	0,58	1,66
54	PO	Barra Velha	Bom Princípio	842	842	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	1,57	1,32	1,57
55	PO	Jaburu II	Curiú	907	907	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	1,21	1,10	1,21
56	PO	Realejo	Dos Cavalos	224	224	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	4,69	1,05	4,69
57	PO	Flor do Campo	Poti	633	633	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	2,13	1,35	2,13
58	PO	Carnaubal	Poti	2.069	1.437	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,12	2,47	3,77	2,62
59	PO	34620000	Berlengas	2.950	2.950	0,15	0,05	0,15	0,05	0,22	0,07	0,22	0,07	6,27	2,13	6,27	2,13
60	PO	Pa-34730000	Macambira	1.030	1.030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,75	3,64	3,75	3,64
61	PO	Pa-34741000	Poti	10.700	6.307	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,09	1,32	4,92	0,78
62	PO	G5	Dos Canudos	1.420	1.420	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01				
63	PO	34750000	Poti	19.200	7.470	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,98	1,46	10,14	1,36

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km²]	Área Incremental [km²]	Q95m [m³/s]	qe95m [L/s.km²]	Q95inc_m [m³/s]	qe95inc_m [L/s.km²]	Q90m [m³/s]	qe90m [L/s.km²]	Q90inc_m [m³/s]	qe90inc_m [L/s.km²]	QMLT [m³/s]	qemlt [L/s.km²]	QMLT_inc [m³/s]	qemlt_inc [L/s.km²]
64	PO	Pa-34751000	São Nicolau	5.100	5.100	0,11	0,02	0,11	0,02	0,20	0,04	0,20	0,04	8,47	1,66	8,47	1,66
65	PO	34760000	Sambito	11.000	11.000	0,41	0,04	0,41	0,04	0,58	0,05	0,58	0,05	30,69	2,79	30,69	2,79
66	PO	34770000	Poti	43.535	6.815	0,62	0,01	0,10	0,01	0,95	0,02	0,15	0,02	75,03	1,72	7,89	0,96
67	PO	34789000	Poti	51.400	4.915	1,47	0,03	0,70	0,14	2,23	0,04	1,06	0,22	110,91	2,16	29,61	6,02
68	PO	Pa11	Poti	52.167	767	1,58	0,03	0,11	0,14	2,40	0,05	0,17	0,22	115,53	2,21	4,62	6,02
69	LO	G-Joana	Corrente	41	41	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,13	3,17	0,130	3,17
70	LO	G-Caldeirão	Caldeirão	221	221	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,02	0,09	0,95	4,30	0,95	4,30
71	LO	34930000	Longá	4.910	4.910	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,09	0,02	34,53	7,03	34,53	7,03
72	LO	G7	Corrente	1.587	1.546	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,040	0,03	12,17	7,67	12,04	7,79
73	LO	34940000	Longá	11.200	4.703	0,28	0,03	0,27	0,06	0,47	0,04	0,34	0,07	89,59	8,00	42,89	9,12
74	LO	G-Jaburu I	Jaburu	314	314	0,03	0,10	0,03	0,10	0,04	0,13	0,04	0,13	2,34	7,46	2,34	7,46
75	LO	G-Piracuruca	Piracuruca	5.031	4.718	0,11	0,02	0,08	0,02	0,42	0,08	0,38	0,08	19,66	3,91	17,32	3,67
76	LO	G-34948000	Dos Matos	1.450	1.229	0,12	0,08	0,12	0,10	0,16	0,11	0,14	0,11	9,82	6,77	8,87	7,22
77	LO	34980000	Longá	21.800	4.119	2,42	0,11	1,91	0,46	5,15	0,24	4,10	1,00	130,93	6,01	11,86	2,88
78	LO	G11	Longá	24.180	2.380	3,58	0,15	1,16	0,49	5,26	0,22	0,11	0,05	136,21	5,63	5,28	2,22
79	BP	G-34879500	Parnaíba	298.000	4.000	326,07	1,09	0,00	0,00	359,14	1,21	0,00	0,00	748,46	2,51	16,60	4,15
80	BP	G6	Pirangi	1.412	1.412	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,64	6,83	9,64	6,83
81	BP	G9	Parnaíba	301.674	3.674	326,07	1,08	0,00	0,00	359,15	1,19	0,01	0,00	765,06	2,54	16,60	4,52
82	BP	G10	Parnaíba	332.500	5.234	329,65	0,99	0,00	0,00	364,41	1,10	0,00	0,00	940,81	2,83	29,90	5,71

* G: série de vazões mensais reconstituída ou gerada por simulação hidro-pluviométrica.

* Pa: Pontos de Apoio.

Tabela 37. Fator de conversão de vazões mensais em diárias e, regionalização de vazões diárias características: absolutas Q [m³/s] e específicas q [L/s.km²] na Bacia do Parnaíba, quais sejam, a de 90% e 95% de permanência.

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km²]	Área Incremental [km²]	Fator Convers. Q95 mensal em diária	Q95d [m³/s]	qe95d [L/s.km²]	Q95inc_d [m³/s]	qe95inc_d [L/s.km²]	Fator Convers. Q90 mensal em diária	Q90d [m³/s]	qe90d [L/s.km²]	Q90inc_d [m³/s]	qe90inc_d [L/s.km²]
1	BA	34130000	Balsas	9.040	9.040	0,98	58,21	6,44	58,21	6,44	1,00	62,26	6,89	62,26	6,89
2	BA	G-34140000	Maravilha	1.870	1.870	0,98	5,92	3,17	5,92	3,17	1,00	6,90	3,69	6,90	3,69
3	BA	G-34142000	Pequeno	1.710	1.710	0,98	5,58	3,26	5,58	3,26	1,00	6,31	3,69	6,31	3,69
4	BA	34160000	Balsas	22.200	9.580	0,98	85,94	3,87	16,24	1,69	0,98	91,16	4,11	15,69	1,64
5	BA	34170000	Balsas	24.700	2.500	0,98	86,85	3,52	0,90	0,36	0,98	92,06	3,73	0,90	0,36
6	BA	Pa01	Balsas	25.607	907		87,18	3,40	0,33	0,36		92,39	3,61	0,33	0,36
7	AP	34020000	Parnaíba	12.900	12.900	0,99	66,96	5,19	66,96	5,19	0,99	69,76	5,41	69,76	5,41
8	AP	34030000	Medonho	2.680	2.680	0,99	14,75	5,50	14,75	5,50	0,97	15,23	5,68	15,23	5,68
9	AP	34040500	Parnaíba	25.500	9.920	0,99	117,41	4,60	35,70	3,60	0,98	121,72	4,77	36,73	3,70
10	AP	34060000	Parnaíba	31.300	5.800	0,99	127,71	4,08	10,30	1,78	0,98	132,50	4,23	10,78	1,86
11	AP	34070000	Parnaíba	35.300	4.000	0,98	128,97	3,65	1,26	0,31	0,98	136,42	3,86	3,92	0,98
12	AP	Pa02	Parnaíba	35.754	454		129,11	3,61	0,14	0,31		136,86	3,83	0,44	0,98
13	AP	G4	Uruçuí Preto	6.256	6.256	0,98	8,69	1,39	8,69	1,39	0,98	9,30	1,49	9,30	1,49
14	AP	G12	Uruçuí Preto	12.293	6.037	0,98	15,60	1,27	6,91	1,14	0,98	17,40	1,42	8,10	1,34
15	AP	34090000	Uruçuí Preto	15.600	3.307	0,98	21,23	1,36	5,63	1,70	0,98	22,74	1,46	5,33	1,61
16	AP	Pa03	Uruçuí Preto	15.978	378		21,87	1,37	0,64	1,70		23,35	1,46	0,61	1,61
17	AP	Pa04	Parnaíba	51.750	18		150,99	2,92	0,01	0,52		160,23	3,10	0,02	1,07
18	BE	Boa Esperança	Parnaíba	84.746	7.389	0,97	253,75	2,99	15,59	2,11	0,97	276,97	3,27	24,36	3,30
19	BE	G-34311000	Parnaíba	140.000	5.337	0,95	260,58	1,86	5,32	1,00	0,95	288,36	2,06	9,09	1,70

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km²]	Área Incremental [km²]	Fator Convers. Q95 mensal em diária	Q95d [m³/s]	qe95d [L/s.km²]	Q95inc_d [m³/s]	qe95inc_d [L/s.km²]	Fator Convers. Q90 mensal em diária	Q90d [m³/s]	qe90d [L/s.km²]	Q90inc_d [m³/s]	qe90inc_d [L/s.km²]
20	GU	34230000	Contrato	750	750	0,83	0,02	0,03	0,02	0,03	0,85	0,08	0,10	0,08	0,10
21	GU	G-Algodoes II	Curimatá	1.208	1.208	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,10	0,00	0,10	0,08
22	GU	34251000	Gurguéia	31.000	29.042	0,93	1,18	0,04	1,16	0,04	0,96	1,91	0,06	1,73	0,06
23	GU	34270000	Gurguéia	47.000	16.000	0,84	1,44	0,03	0,26	0,02	0,88	2,20	0,05	0,29	0,02
24	GU	Pa05	Gurguéia	48.312	1.312		1,46	0,03	0,02	0,02		2,22	0,05	0,02	0,02
25	GU	Pa12	Riacho Da Corrente	1.605	1.605	1,00	0,05	0,03	0,05	0,03	1,00	0,07	0,04	0,07	0,04
26	IT	Pa-34340000	Itaueira	9.910	9.910	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	IT	Pa06	Itaueira	10.240	330		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
28	MP	Pa07	Parnaíba	140.176	176		260,76	1,86	0,18	1,00		288,66	2,06	0,30	1,70
29	MP	Pa08	Parnaíba	151.842	1.426		262,18	1,73	1,42	1,00		291,08	1,92	2,43	1,70
30	MP	G-34660000	Parnaíba	235.000	8.028	0,94	285,19	1,21	23,01	2,87	0,94	311,56	1,33	20,48	2,55
31	MP	G-34690000	Parnaíba	237.000	2.000	0,94	291,32	1,23	6,13	3,07	0,94	318,47	1,34	6,91	3,45
32	MP	Pa09	Parnaíba	237.416	416		292,60	1,23	1,28	3,07		319,91	1,35	1,44	3,45
33	MP	G-34820000	Parnaíba	294.000	4.417	0,94	306,51	1,04	12,63	2,86	0,94	337,59	1,15	15,40	3,49
34	CA	G-Nonato	Cacimbas	205	205	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	CA	G-Petrônio Portela	Piauí	6.475	6.475	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	CA	G-Jenipapo	Piauí	14.957	8.277	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	CA	34571000	Piauí	34.400	19.443	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	CA	G-Ingazeiras	Canindé	1.280	1.280	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39	CA	G-Pedra Redonda	Canindé	4.713	3.434	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	CA	34480000	Canindé	29.100	6.687	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km²]	Área Incremental [km²]	Fator Convers. Q95 mensal em diária	Q95d [m³/s]	qe95d [L/s.km²]	Q95inc_d [m³/s]	qe95inc_d [L/s.km²]	Fator Convers. Q90 mensal em diária	Q90d [m³/s]	qe90d [L/s.km²]	Q90inc_d [m³/s]	qe90inc_d [L/s.km²]
41	CA	G-Estreito	Padre	185	185	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	CA	34450000	Itaim	7.180	6.995	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	CA	G-Barreiras	Catolé	189	189	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44	CA	G-Cajazeiras	Condado	404	404	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	CA	G-Piaus	Marçal	2.292	1.699	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
46	CA	G-Bocaína	Guaribas	1.063	1.063	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
47	CA	34465000	Guaribas	6.390	3.036	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
48	CA	34471000	Itaim	17.700	4.130	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
49	CA	G-Salinas	Das Salinas	3.103	3.103	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
50	CA	Pa13	Mucaitá	2.122	2.122	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	CA	34600000	Canindé	73.700	4.975	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
52	CA	Pa10	Canindé	75.130	1.430		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
53	PO	Sucesso	Pinheiro	350	350	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
54	PO	Barra Velha	Bom Princípio	842	842	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
55	PO	Jaburu II	Curiú	907	907	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
56	PO	Realejo	Dos Cavalos	224	224	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57	PO	Flor do Campo	Poti	633	633	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
58	PO	Carnaubal	Poti	2.069	1.437	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59	PO	34620000	Berlengas	2.950	2.950	0,70	0,11	0,04	0,11	0,04	0,87	0,19	0,06	0,19	0,06
60	PO	Pa-34730000	Macambira	1.030	1.030	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
61	PO	Pa-34741000	Poti	10.700	6.307	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#Ln	UPH	Nome	Rio	Área Drenagem [km²]	Área Incremental [km²]	Fator Convers. Q95 mensal em diária	Q95d [m³/s]	qe95d [L/s.km²]	Q95inc_d [m³/s]	qe95inc_d [L/s.km²]	Fator Convers. Q90 mensal em diária	Q90d [m³/s]	qe90d [L/s.km²]	Q90inc_d [m³/s]	qe90inc_d [L/s.km²]
62	PO	G5	Dos Canudos	1.420	1.420	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,01	0,01	0,01	0,01
63	PO	34750000	Poti	19.200	7.470	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64	PO	Pa-34751000	São Nicolau	5.100	5.100	0,89	0,10	0,02	0,10	0,02	0,99	0,19	0,04	0,19	0,04
65	PO	34760000	Sambito	11.000	11.000	0,85	0,35	0,03	0,35	0,03	0,89	0,52	0,05	0,52	0,05
66	PO	34770000	Poti	43.535	6.815	0,86	0,53	0,01	0,09	0,01	0,94	0,89	0,02	0,16	0,02
67	PO	34789000	Poti	51.400	4.915	0,81	1,19	0,02	0,55	0,11	0,95	2,12	0,04	1,04	0,21
68	PO	Pa11	Poti	52.167	767		1,28	0,02	0,09	0,11		2,28	0,04	0,16	0,21
69	LO	G-Joana	Corrente	41	41	1,00	0,00	0,00	0,000	0,00	1,00	0,00	0,00	0,000	0,00
70	LO	G-Caldeirão	Caldeirão	221	221	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,02	0,09	0,02	0,09
71	LO	34930000	Longá	4.910	4.910	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,05	0,01	0,05	0,01
72	LO	G7	Corrente	1.587	1.546	0,90	0,01	0,01	0,01	0,01	0,90	0,04	0,02	0,04	0,02
73	LO	34940000	Longá	11.200	4.703	0,73	0,20	0,02	0,20	0,04	0,83	0,39	0,03	0,31	0,07
74	LO	G-Jaburu I	Jaburu	314	314	0,90	0,03	0,09	0,03	0,09	0,90	0,04	0,11	0,04	0,11
75	LO	G-Piracuruca	Piracuruca	5.031	4.718	0,90	0,08	0,02	0,05	0,01	0,90	0,38	0,08	0,34	0,07
76	LO	G-34948000	Dos Matos	1.450	1.229	1,00	0,12	0,08	0,12	0,10	1,00	0,16	0,11	0,14	0,11
77	LO	34980000	Longá	21.800	4.119	0,79	1,91	0,09	1,51	0,37	0,96	4,94	0,23	4,02	0,98
78	LO	G11	Longá	24.180	2.380	0,79	2,83	0,12	0,92	0,39	0,96	5,05	0,21	0,11	0,04
79	BP	G-34879500	Parnaíba	298.000	4.000	0,94	306,51	1,03	0,00	0,00	0,94	337,59	1,13	0,00	0,00
80	BP	G6	Pirangi	1.412	1.412	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00
81	BP	G9	Parnaíba	301.674	3.674	0,94	306,51	1,02	0,00	0,00	0,94	337,60	1,12	0,01	0,00
82	BP	G10	Parnaíba	332.500	5.234	0,94	309,34	0,93	0,00	0,00	0,94	342,65	1,03	0,00	0,00

As tabelas acima (Tabela 36 e Tabela 37) apresentaram a disponibilidade hídrica superficial em termos de vazões específicas incrementais dentro de cada região homogênea (82 regiões). No entanto, para se obter a disponibilidade hídrica superficial total em cada trecho fluvial da Bacia do Parnaíba (33.135 ottobacias) é necessário multiplicar cada vazão específica incremental pela sua respectiva área incremental e, somar com as vazões de montante do referido trecho. Além disto, em pontos onde existem reservatórios devem ser consideradas suas respectivas vazões regularizadas e efluentes (Tabela 38).

Conforme metodologia adotada pela ANA (2016e), para considerar a influência de reservatórios, a disponibilidade hídrica nos trechos a jusante dos barramentos é definida como a vazão mínima efluente estabelecida na regra operativa do reservatório, somada ao incremento de vazão de referência destes trechos. Nos trechos de rio inseridos nos lagos dos reservatórios, a vazão disponível é a vazão regularizada reduzida da vazão efluente mínima; exceto em reservatórios do setor elétrico, onde se considera como disponível a vazão com 95% de permanência no tempo (Q95) que ocorreria no local do barramento, caso este não existisse, como é o caso da usina Boa Esperança.

A Tabela 38 abaixo apresenta a relação dos reservatórios considerados na disponibilidade hídrica superficial, bem como suas vazões regularizadas e efluentes. Adiante, as figuras a seguir (Figura 107 a Figura 123) ilustram os mapas finais da disponibilidade hídrica superficial bem como suas análises.

Todo o processo de espacialização por ottobacias descrito acima foi efetuado por meio de rotina computacional (algoritmo em ambiente SIG) disponibilizado pela ANA. Esse processamento serviu para transformar as vazões específicas incrementais das 82 regiões homogêneas em vazões absolutas acumuladas nos 33.135 trechos fluviais (ottobacias) da Bacia do Parnaíba, ao mesmo tempo em que considerava a influência dos reservatórios.

Observação

No presente estudo, as disponibilidades naturais foram obtidas através do processo de regionalização de vazões, pautado na escolha de unidades homogêneas em termos de produtividade hídrica. Esta metodologia é adequada para fins de planejamento, pois os balanços das demandas com as vazões características assim definidas, permitem a identificação de áreas de prováveis conflitos no contexto da bacia toda. Entretanto, é importante ter em conta que toda regionalização hidrológica implica em erros de aproximação, inerentes ao método. No caso, a produtividade média numa área grande, pode mascarar situações singulares em áreas pequenas no seu interior. Neste sentido, para o caso de áreas de menos de 100 Km², recomenda-se fazer estudos específicos antes de tomar decisões baseadas somente nos resultados da regionalização ora entregue. A mesma recomendação é feita para dimensionamento de obras ou tomada de decisões nos projetos executivos, especialmente na região do semiárido.

Tabela 38. Vazões garantidas e efluentes nos açudes e UHE.

UPH	Açude	Vazão regularizada			Vazão efluente	
		(m ³ /s)	Garantia %	Fonte	(m ³ /s)	Fonte
Canindé	Barreiras	0,02	95	1	0	4
Canindé	Bocaína	0,75	95	2	0,44	2
Canindé	Cajazeiras	0	95	1	0	4
Canindé	Estreito	0	95	1	0	4
Canindé	Ingazeiras	0,07	95	1	0	4
Canindé	Jenipapo	3,27	95	1	0	4
Canindé	Nonato	0,09	95	1	0	4
Canindé	Pedra Redonda	1,28	95	1	0	4
Canindé	Petrônio Portela	2,35	95	1	0	4
Canindé	Piaus	0,53	95	2	0,39	2
Canindé	Poço do Marruá	3,36	90	8	0	7
Canindé	Salinas	0	95	1	0	4
Gurgueia	Algodões II	2,94	90	8	0	4
Itaueiras	Poços	0,75	90	8	0	7
Longá	Bezerro	0,12	90	8	0	7
Longá	Caldeirão	2,16	90	8	0	4
Longá	Corredores	0,45	90	8	0	7
Longá	Jaburu I	2,4	95	1	0,25	3
Longá	Joana	0,16	95	1	0	4
Longá	Mesa de Pedra	0,91	90	8	0	7
Longá	Piracuruca	12,66	95	1	0,5	6
Poti	Barra Velha	0,48	95	1	0	4
Poti	Carnaubal	1,21	95	1	0	4
Poti	Flor do Campo	0,43	95	1	0	4
Poti	Jaburu II	0,37	95	1	0	4
Poti	Realejo	0,15	95	1	0	4
Poti	Sucesso	0,02	95	1	0	4
BE	UHE BE	261,6	95	9	240	5

- (1) ANA (2017f).
- (2) ANA /Coord. de Marco Regulatório (2018).
- (3) ANA / SCBH açudes.
- (4) ANA (Comunicação em 19/10/2018).
- (5) ONS. Inventário das restrições operativas hidráulicas dos AHE (2016).
- (6) ANA/MPB (Decisão conjunta em 10/01/2019).
- (7) MPB, conforme critérios ANA (informados em 11/06/2018).
- (8) PERH/PI (2010).
- (9) Consórcio Nascente à Foz (2019): simulação hidrológica.

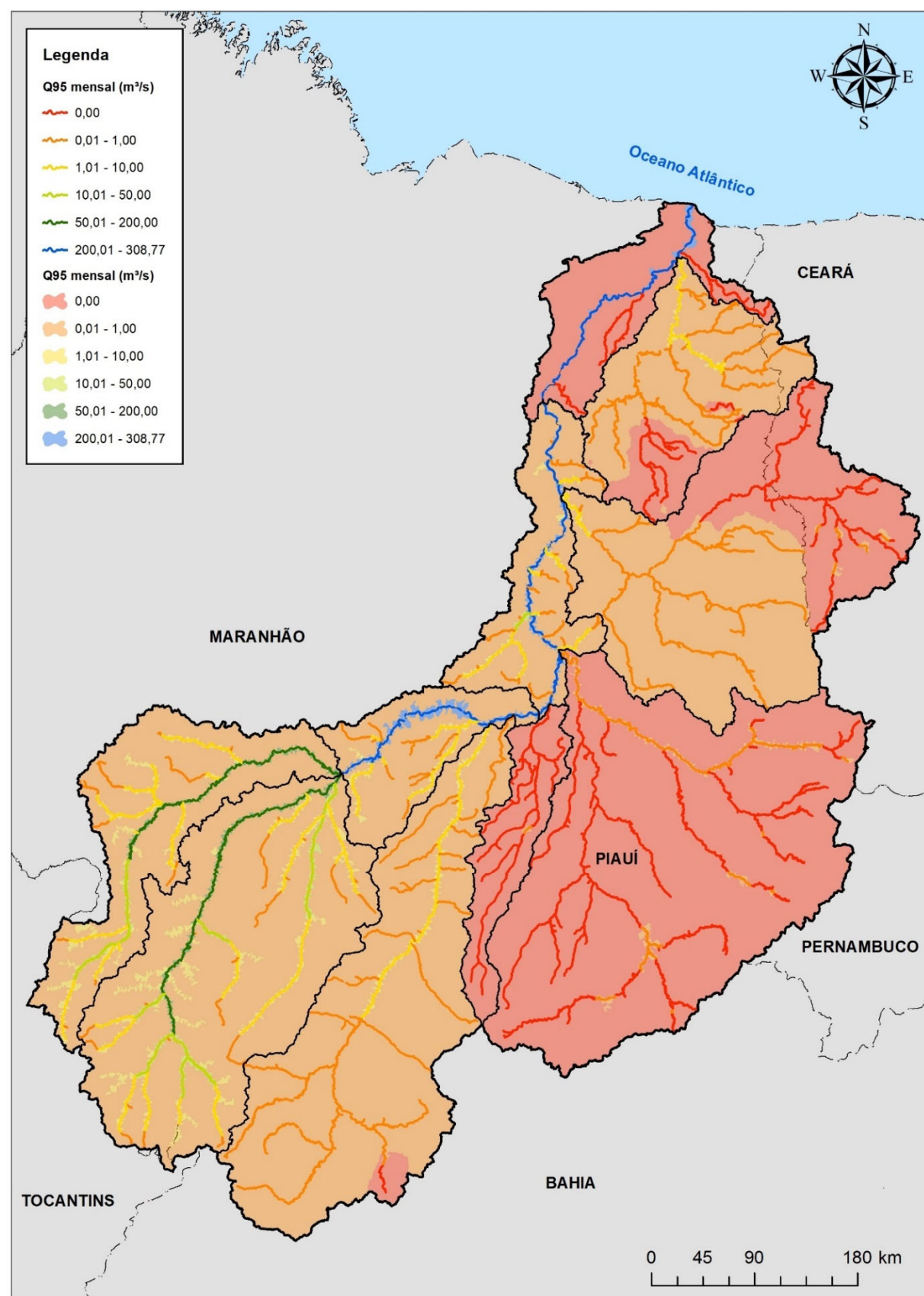


Figura 107. Disponibilidade hídrica Q95 (m³/s) mensal.
(Mapa 31 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

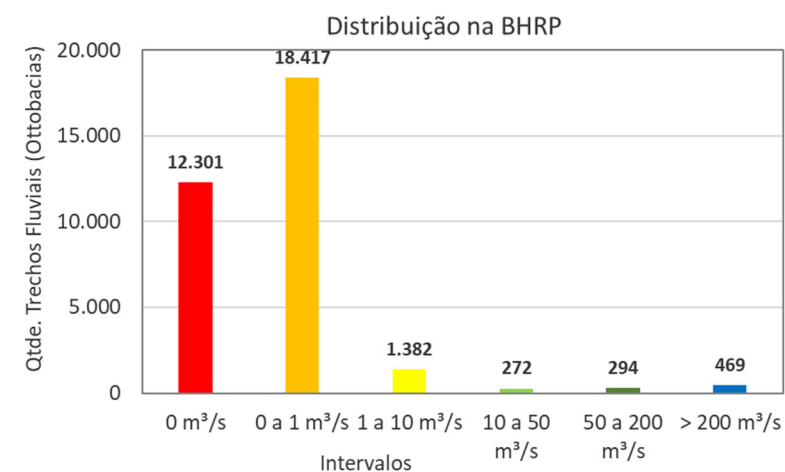


Figura 108. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.

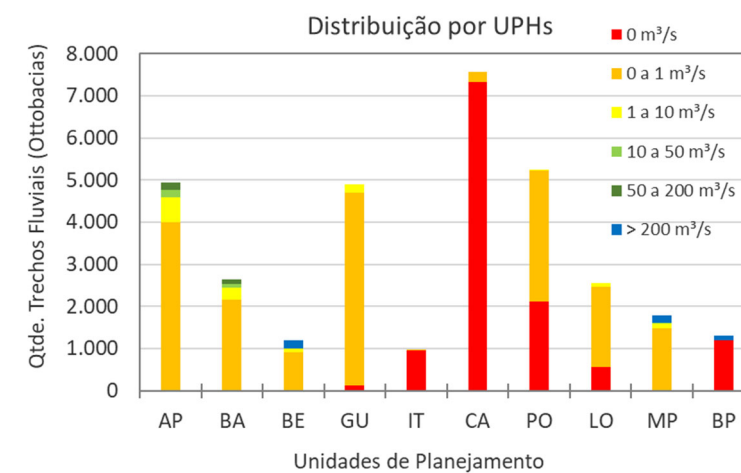


Figura 109. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 mensais considerando as UPHs.

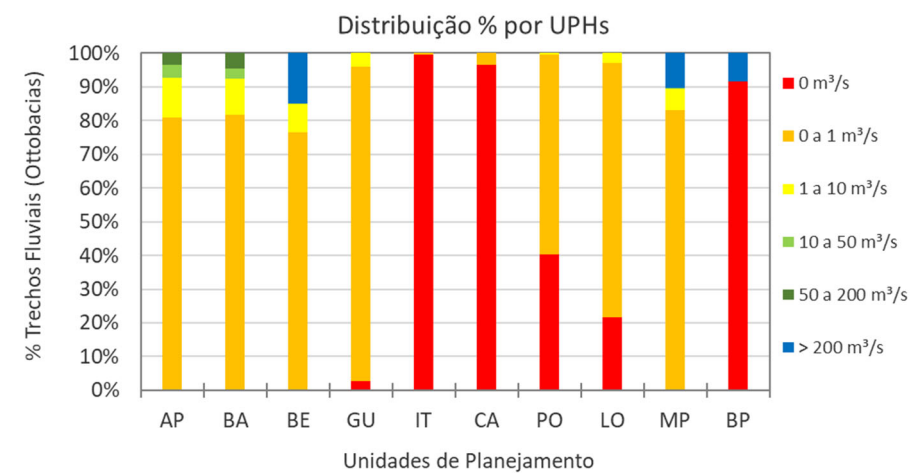


Figura 110. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 mensais considerando as UPHs.

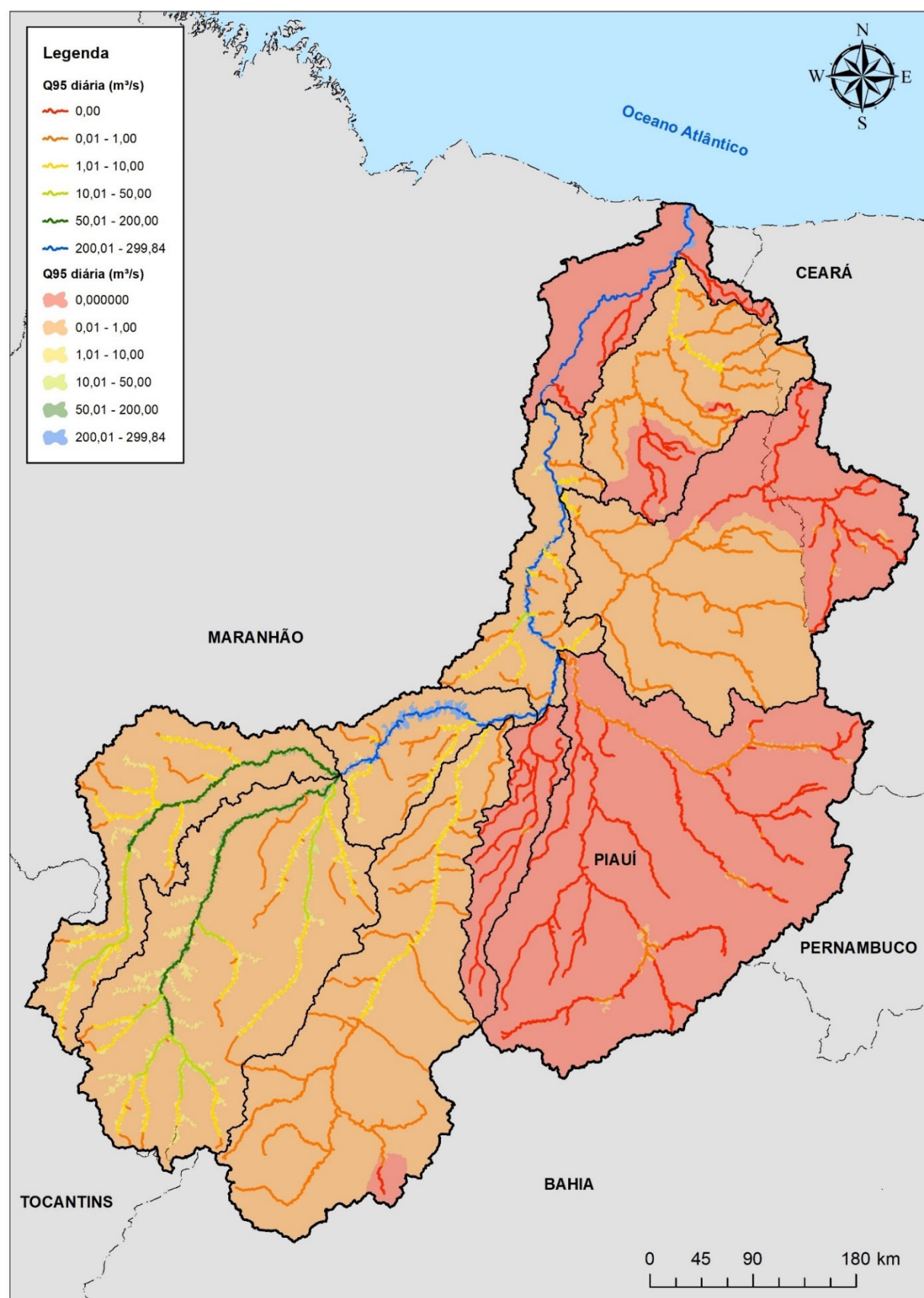


Figura 111. Disponibilidade hídrica Q95 (m³/s) diária.
(Mapa 32 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

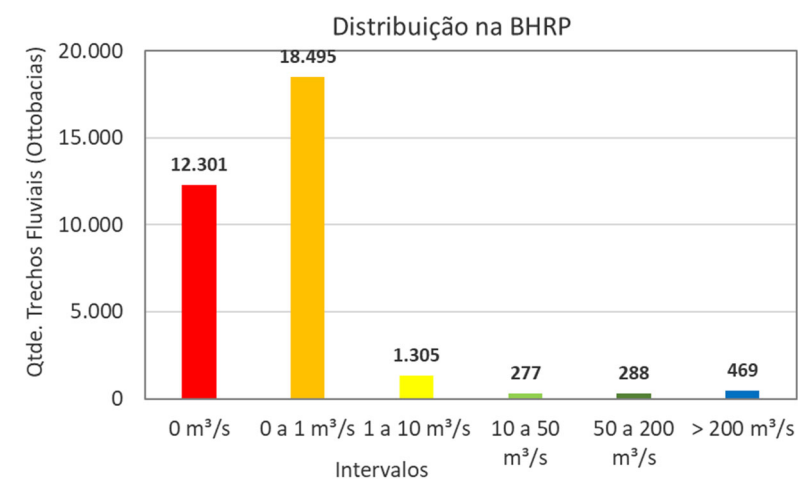


Figura 112. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.

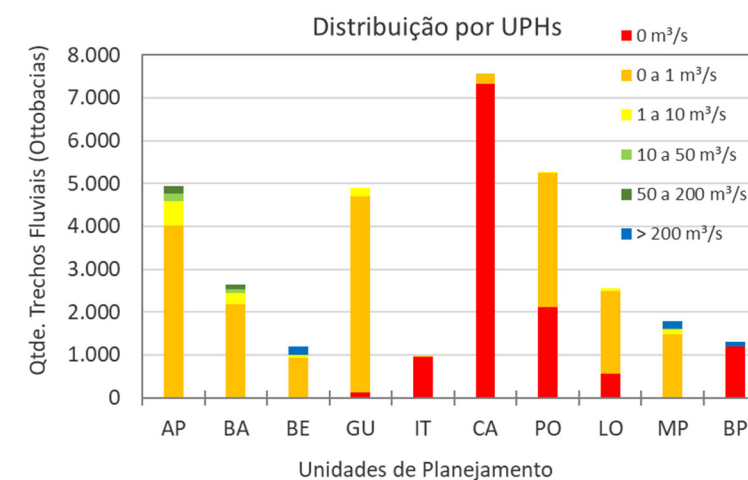


Figura 113. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 diárias considerando as UPHs.

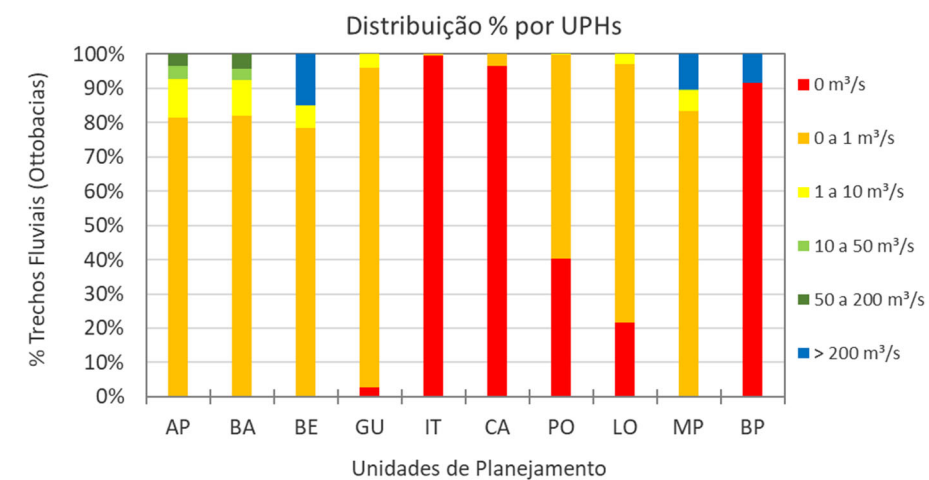


Figura 114. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q95 diárias considerando as UPHs.

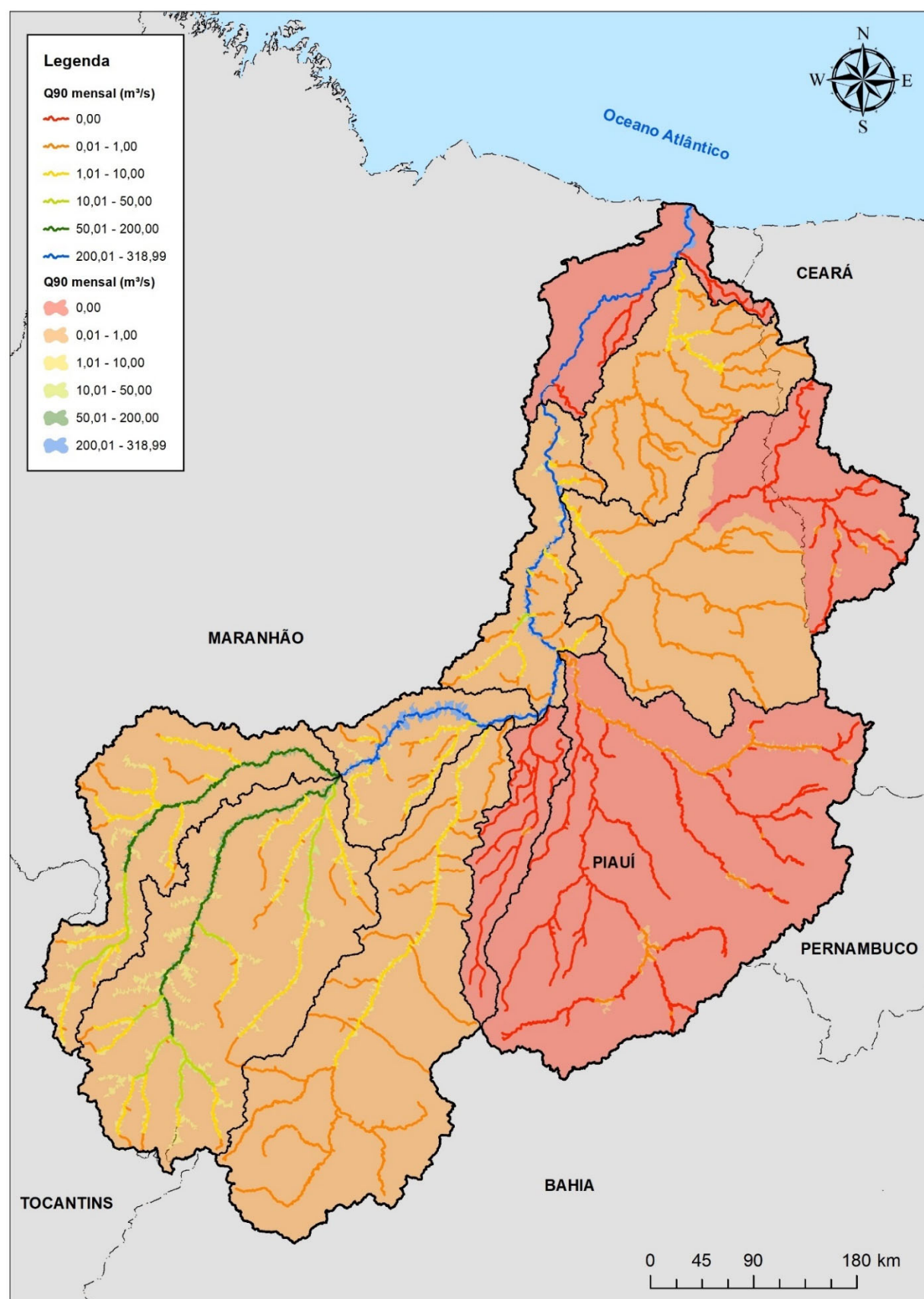


Figura 115. Disponibilidade hídrica Q90 (m³/s) mensal.
(Mapa 33 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

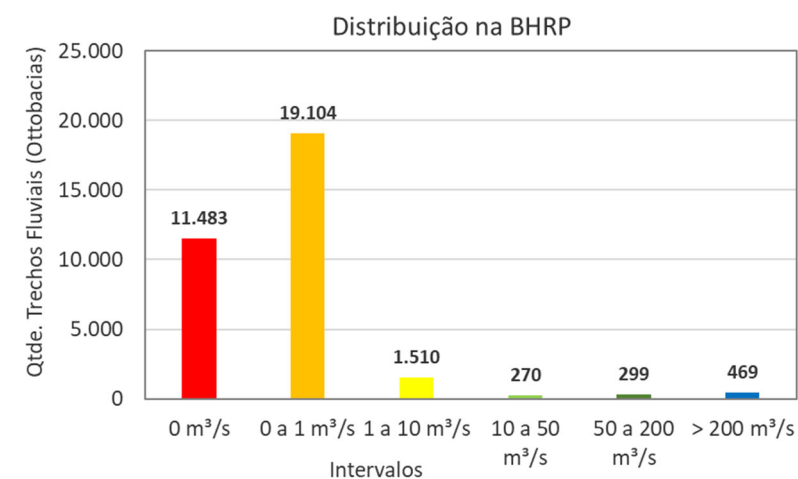


Figura 116. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 mensais considerando a BHRP como um todo.

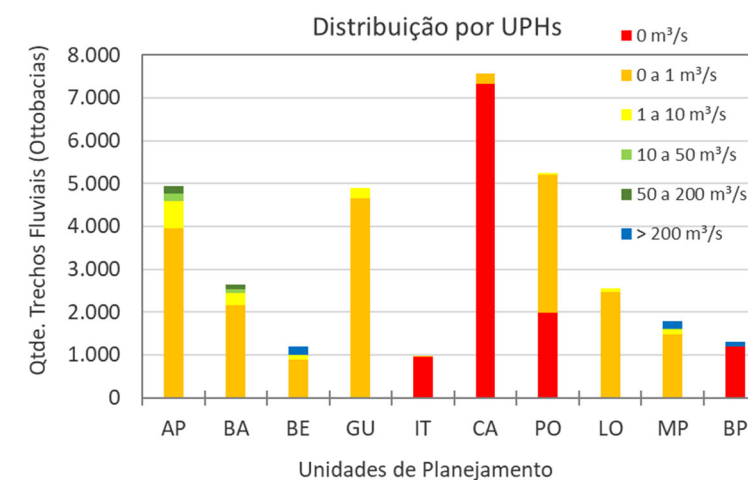


Figura 117. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 mensais considerando as UPHs.

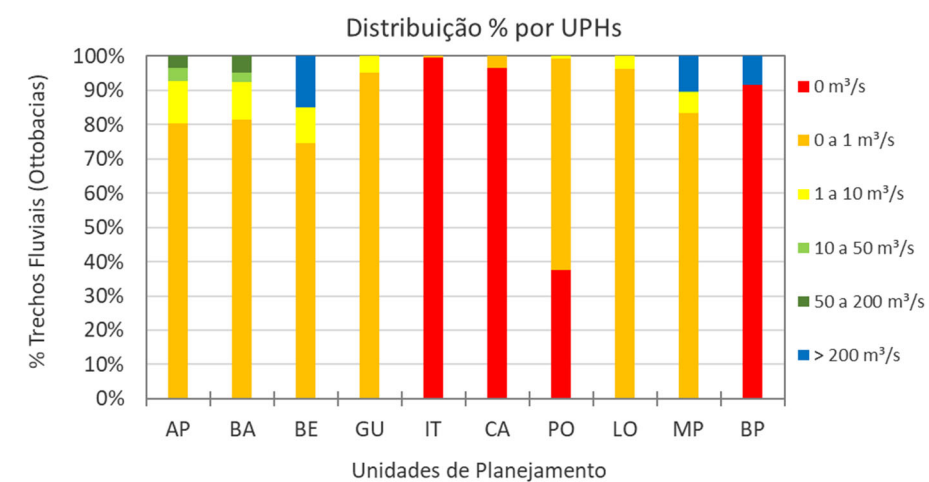


Figura 118. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 mensais considerando as UPHs.

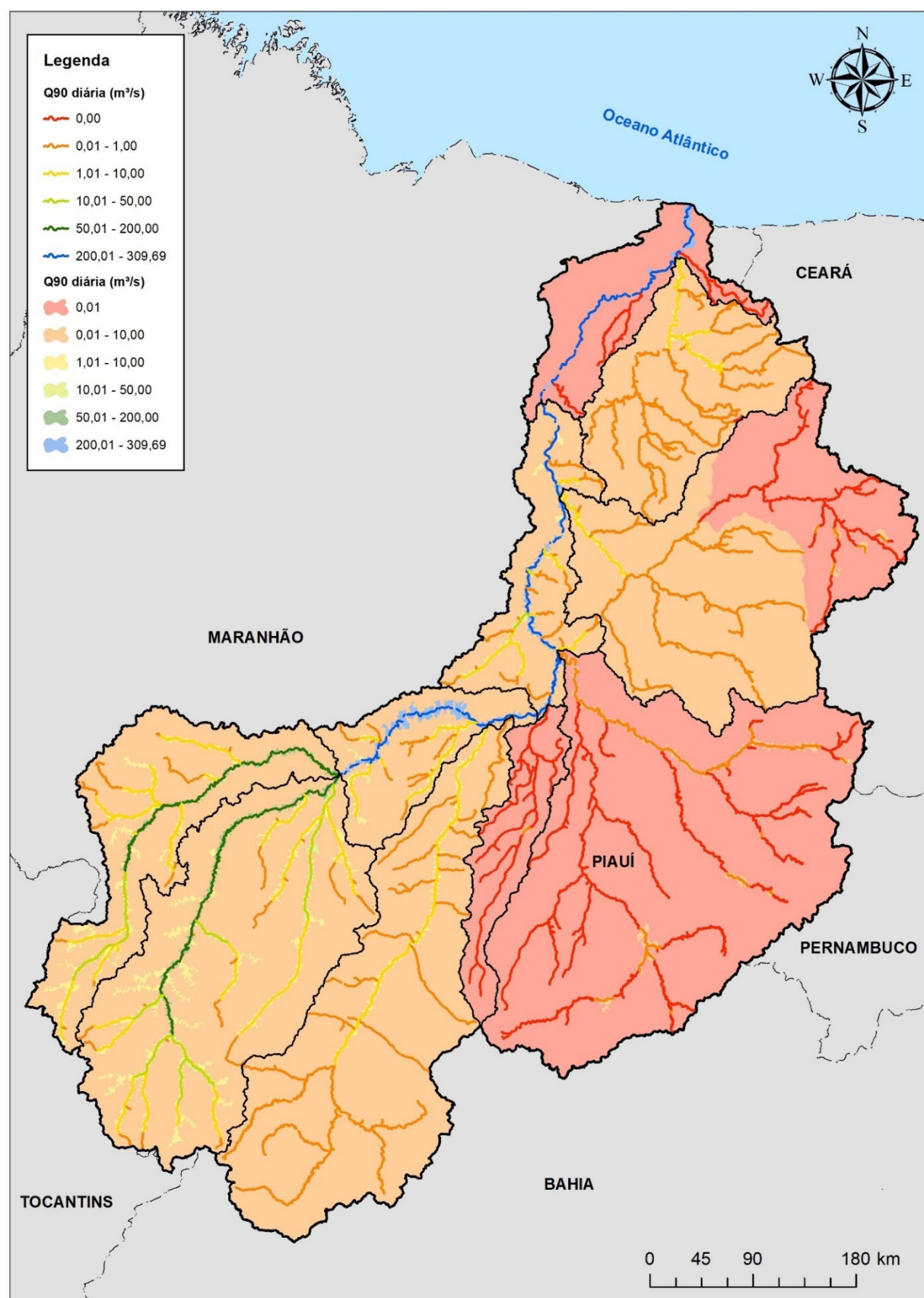


Figura 119. Disponibilidade hídrica Q90 (m³/s) diária.
(Mapa 34 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

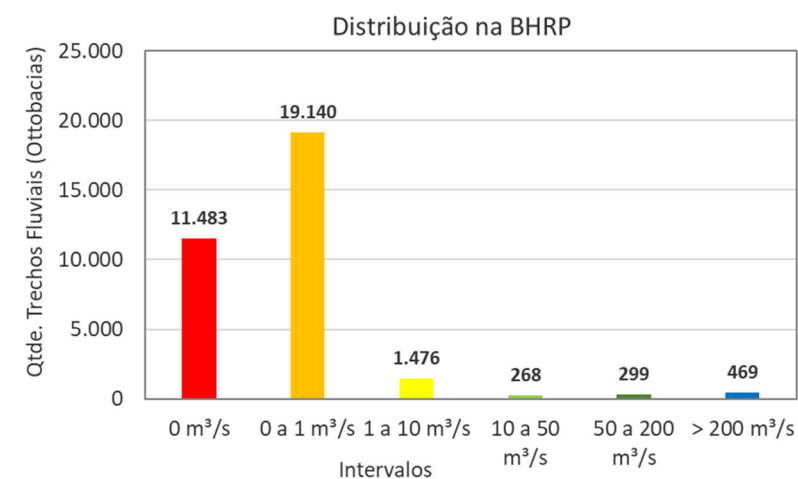


Figura 120. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 diárias considerando a BHRP como um todo.

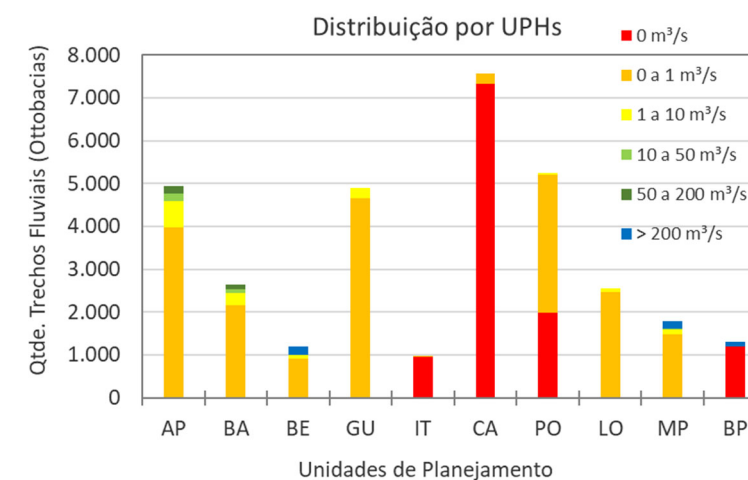


Figura 121. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 diárias considerando as UPHs.

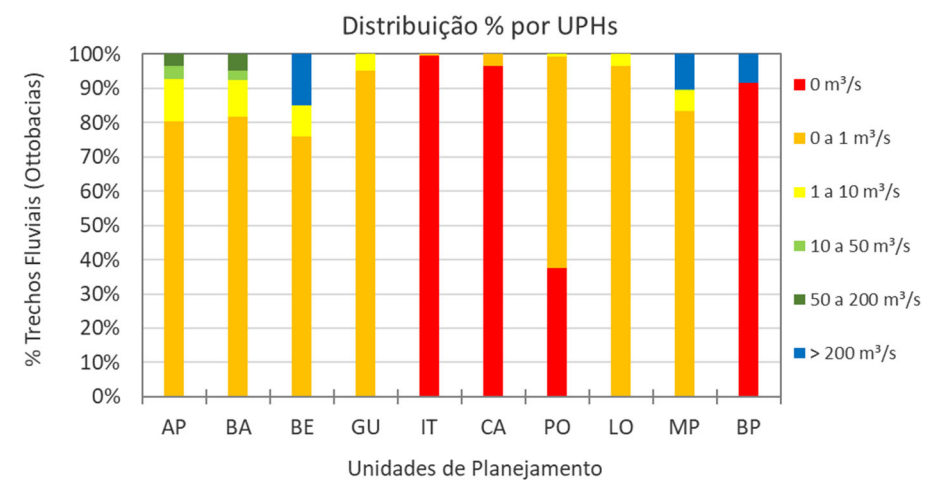


Figura 122. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões Q90 diárias considerando as UPHs.

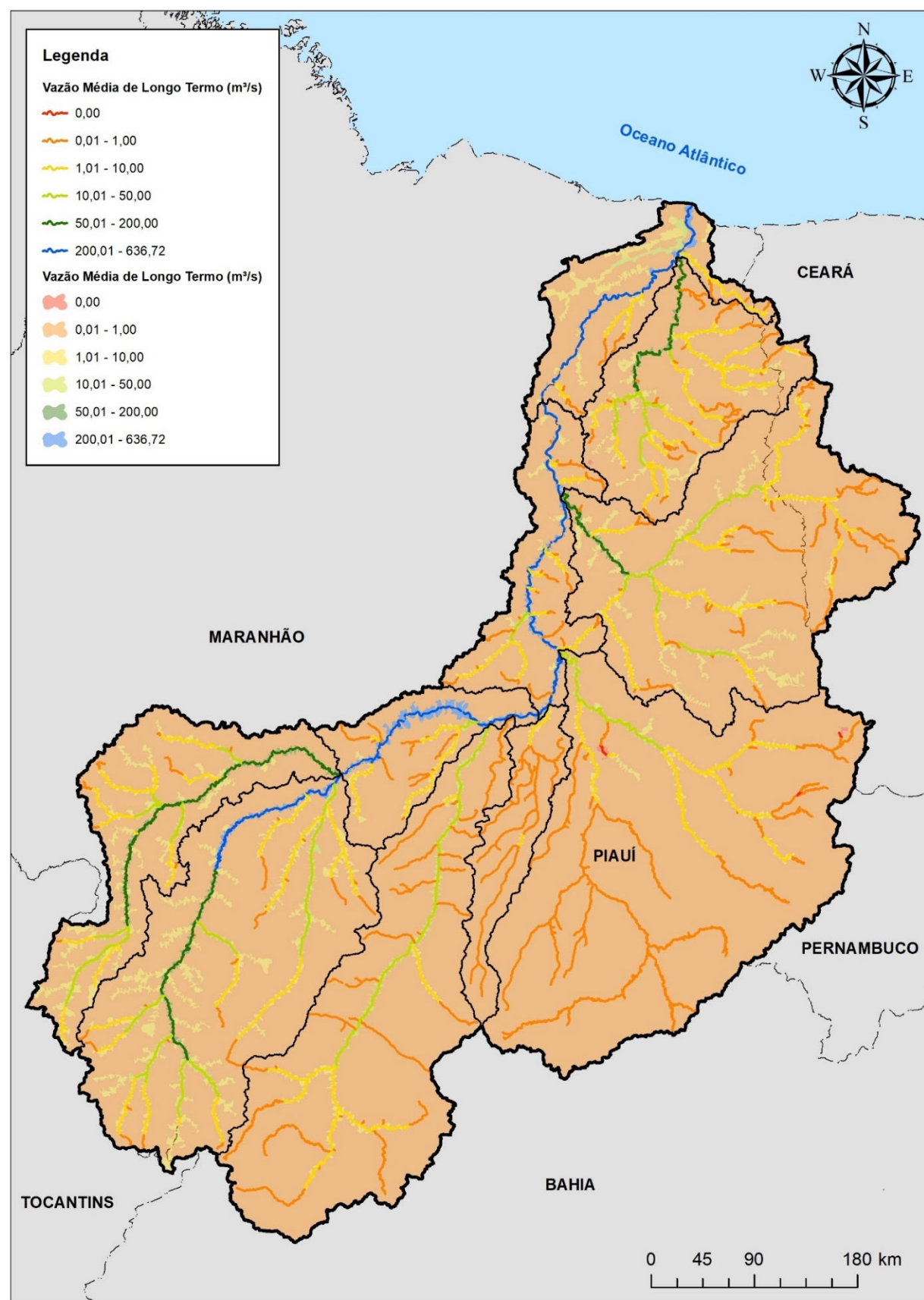


Figura 123. Disponibilidade hídrica QmIt (m³/s).
(Mapa 35 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

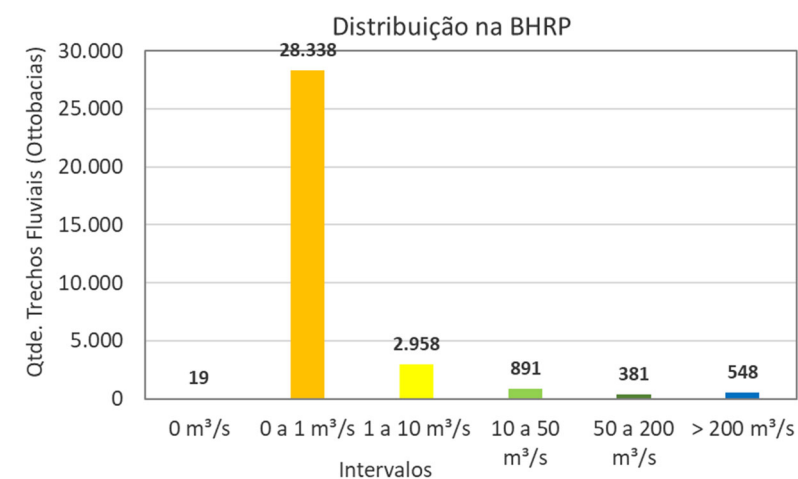


Figura 124. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões médias de longo termo considerando a BHRP como um todo.

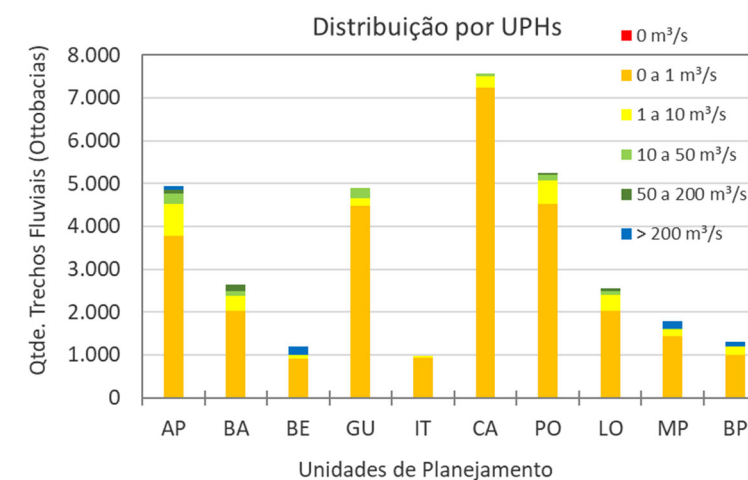


Figura 125. Número de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões médias de longo termo considerando as UPHs.

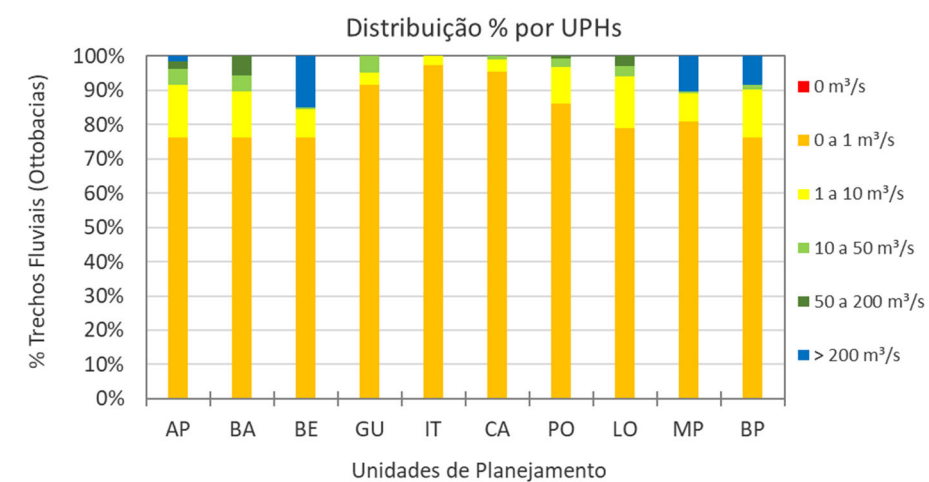


Figura 126. Percentual de trechos fluviais por intervalo de disponibilidade hídrica superficial com base em vazões médias de longo termo considerando as UPHs

7.1.2. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As águas subterrâneas são formadas pelo excedente das águas de chuvas que percorrem camadas abaixo da superfície do solo e preenchem os espaços vazios entre as rochas (ANA, [2018c]). O manancial subterrâneo é uma das mais importantes reservas para o suprimento de água (SILVA et al., 2017).

Para caracterização da disponibilidade hídrica subterrânea foram consideradas as principais particularidades dos aquíferos obtidas através da coleta de dados em órgãos oficiais e/ou estudos acadêmicos feitos em campo, ao longo da BHRP. As bases e estudos considerados, compreendem investigações relativas à geologia da rocha armazenadora como estratigrafia, dimensões, características hidrogeológicas, investigações com relação aos poços existentes e da água subterrânea – fatores de fluxo, características físicas, químicas, reservas e recursos (explotabilidade e disponibilidade).

As principais bases utilizadas foram o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), a Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS), o Mapa Hidrogeológico CPRM (2014), o mapa de Sistemas de Aquíferos ANA (2016b) e estudos complementares que foram devidamente referenciados no decorrer das discussões. No entanto, devemos deixar registrado que em trabalhos de grandes áreas, o levantamento de dados é genérico e mais esparso, com concentrações desiguais de dados. Portanto, investigações minuciosas de áreas menores, devem ser feitas em outras etapas, com coleta de dados mais criteriosa e representativa das condições hidrogeológicas, posteriormente extrapoladas para as áreas adjacentes.

Para projetos que necessitem de dados mais concretos, recomenda-se levantamentos mais detalhados, visto que para este trabalho foram utilizados dados existentes e levantamentos hidrogeológicos disponíveis em levantamentos oficiais, sem que possamos confirmar se os dados se baseiam em investigações de campo.

7.1.2.1. Dados da produção poços SIAGAS

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) tem inventariado 22.082 poços na BHRP, classificados em doze categorias quanto a situação (Figura 127).

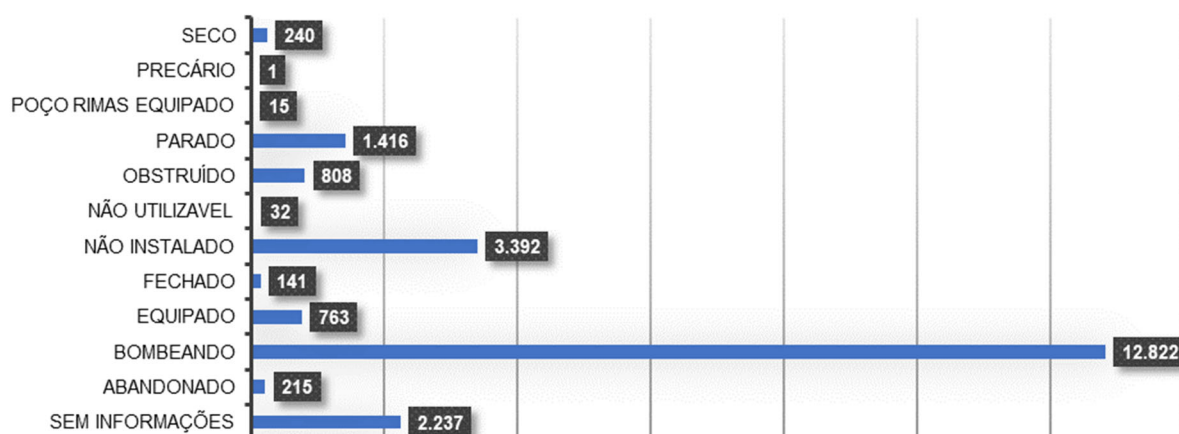


Figura 127. Quantidade de poços por classe inventariados na BHRP.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS (2018).

Os poços em operação⁹ representam 62% do total inventariado, correspondendo a 13.600 unidades. Através do cruzamento entre os dados SIAGAS e o *shape* de sistemas aquífero ANA (2016d) (ANEXO D), foi possível realizar uma análise de densidade exposto na Tabela 39. Nesta é apresentada, a relação entre o número de poços em operação e a área do sistema aquífero. Nos sistemas Longá, Cabeças, Serra Grande e Fraturado Centro-Sul é observada uma densidade superior à média da BHRP de 0,041 poços/km², ou seja, 41 poços a cada 1000 Km².

Tabela 39. Número de poços em relação ao sistema aquífero.

Sistema Aquífero	Nº de poços	Área Total (km ²)	Densidade (Poços /Km ²)
Barreiras	548	7.255	0,076
Cabeças	2.380	42.938	0,055
Corda	250	7.416	0,034
Fraturado Centro-Sul	455	9.023	0,050
Fraturado Semiárido	1.010	42.448	0,024
Itapecuru	2	81	0,025
Litorâneo Nordeste-Sudeste	125	3.609	0,035
Longá	2.323	20.168	0,115
Motuca	206	7.311	0,028
Pastos Bons	72	1.536	0,047
Pedra de Fogo	850	36.818	0,023

⁹ Foram considerados poços em operação os classificados na tabela SIAGAS como Bombeando, Equipado e RIMA Equipado. As discussões subsequentes, apresentadas neste relatório são pautadas nos poços em operação.

Sistema Aquífero	Nº de poços	Área Total (km ²)	Densidade (Poços /Km ²)
Pimenteiras	1.006	14.201	0,071
Poti-Piauí	2.741	96.369	0,028
Sambaíba	7	5.915	0,001
Santana	1	167	0,006
Serra Grande	1.593	29.151	0,055
Urucuia-Areado	31	7.545	0,004
BHRP	13.600	331.951	0,041

*ND – Não disponível

A distribuição espacial dos poços, ao longo, da bacia é apresentada na Figura 128, categorizados quanto a natureza. Para facilitar a compreensão a Figura 129 apresenta a distribuição quantitativa da classificação quanto a natureza, onde é possível observar que os poços tubulares representam 96% do conjunto amostral. Na segunda posição aparece a categoria sem informações e em sequência os poços escavados (Cacimba, Cisterna e Amazonas) aparecem na terceira colocação com 153 unidades.

Os poços escavados, segundo a EMBRAPA (2004), são muito utilizados em regiões semiáridas, como uma forma de garantir o recurso em períodos de seca, aproveitando a água mais superficial, devido à facilidade construtiva. Podem ser construídos com o auxílio de enxadas, enxadecos, pás e picaretas, pois não precisam de máquina para cavar. Entretanto, é importante salientar, mais uma vez, que, conforme registrado nas figuras abaixo (Figura 128 e Figura 129), a grande maioria dos poços na BHRP (96%) corresponde a poços tubulares.

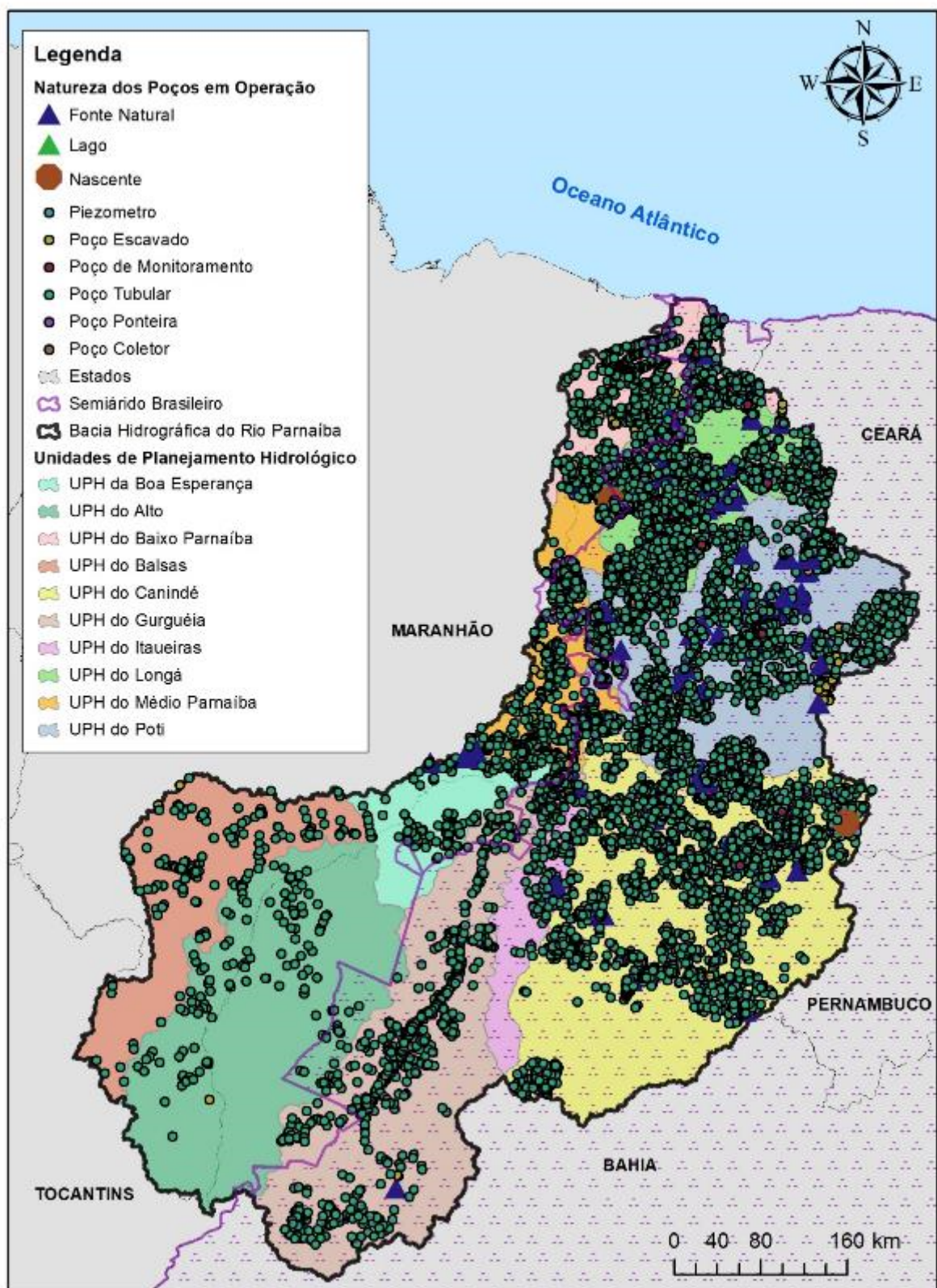


Figura 128. Poços em operação classificados quanto a natureza.
(Mapa 36 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

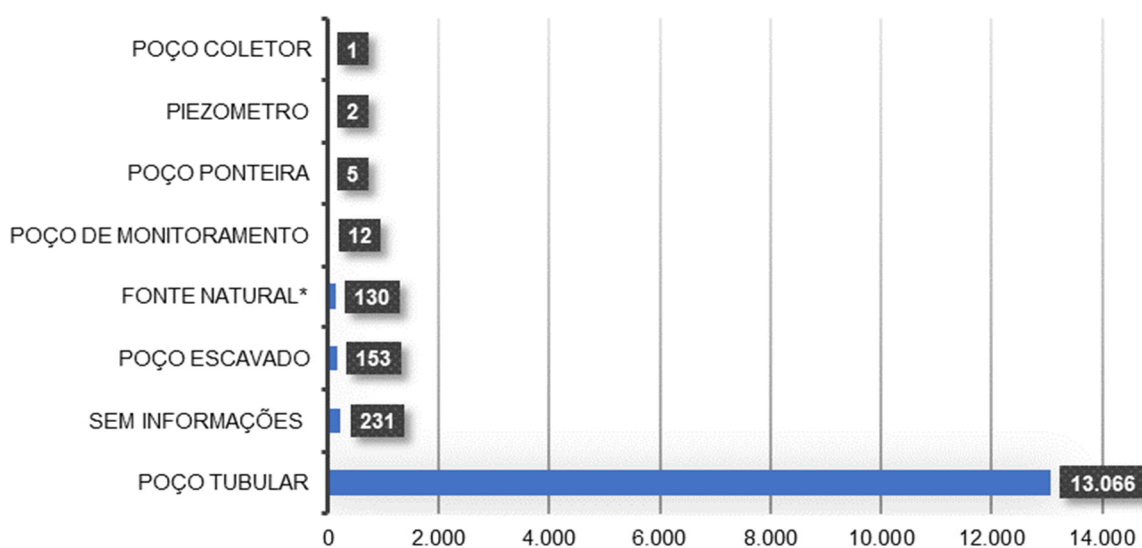


Figura 129. Quantidade de poços quanto a natureza.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS (2018).

Observa-se maior concentração de poços nas UPHs integrantes da região semiárida (Figura 130) como, por exemplo, as UPHs Longá, Poti e Canindé que somadas concentram 74% do total de poços existentes na BHRP. Segundo o levantamento apresentando no RP-02¹⁰, aproximadamente 73% das sedes urbanas são abastecidas por sistemas com captação, exclusivamente em poços, predominando, portanto, os sistemas isolados, presentes em quase todas as sedes urbanas.

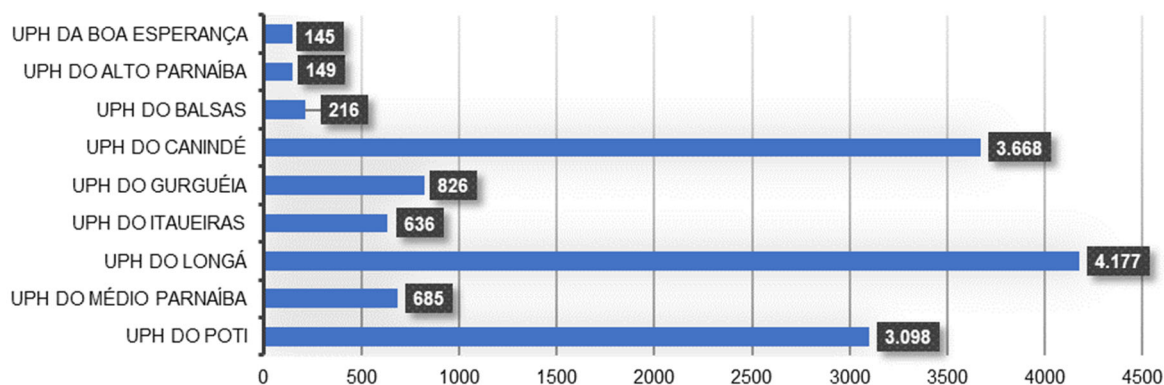


Figura 130. Quantidade de poços por UPH.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS (2018).

¹⁰ Subseção 3.5 Hidrogeologia.

Os poços tubulares inventariados que dispõem de informação sobre a profundidade totalizam 10.337 unidades. As profundidades extremas e médias destes poços estão apresentadas na Tabela 40. Pode observar-se que a menor profundidade média é registrada no sistema aquífero Litorâneo Nordeste Sudeste com 37,91m e a maior no Sistema Corda com 124,38m.

Tabela 40. Profundidades mínimas, máximas e médias dos poços tubulares inventariados SIAGAS.

Sistema Aquífero	Profundidade Média (m)		
	Mínimo	Máximo	Média
Barreiras	0,60	246,00	73,01
Cabeças	9,00	860,00	98,55
Corda	27,00	579,00	124,38
Faturado Centro-Sul	8,00	600,00	86,17
Faturado Semiárido	2,85	574,00	69,94
Itapecuru	68,00	100,00	84,00
Litorâneo Nordeste-Sudeste	6,00	93,00	37,91
Longá	12,00	1.000,00	105,10
Motuca	10,00	177,00	84,86
Pastos Bons	48,00	200,00	111,50
Pedra de Fogo	9,36	400,00	111,58
Pimenteiras	14,00	350,00	119,53
Poti-Piauí	4,00	1.241,00	101,68
Sambaíba	80,00	130,00	110,25
Santana	-	-	-
Serra Grande	6,00	300,00	106,38
Urucuia-Areado	37,00	196,00	100,63
BHRP	0,60	1.241,00	100,03

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS (2018).

Dos 13.600 poços em operação, 1.095 unidades dispõem de classificação quanto a condição de captação i) Livre; ii) Semilivre iii) Semiconfinado; e iv) Confinados. Com base na Figura 131, os poços de captação confinado, concentram-se em sua maior parte na região semiárida da bacia. A Figura 132 relaciona o número de poços nas diferentes classificações e sua distribuição pelos sistemas aquíferos.

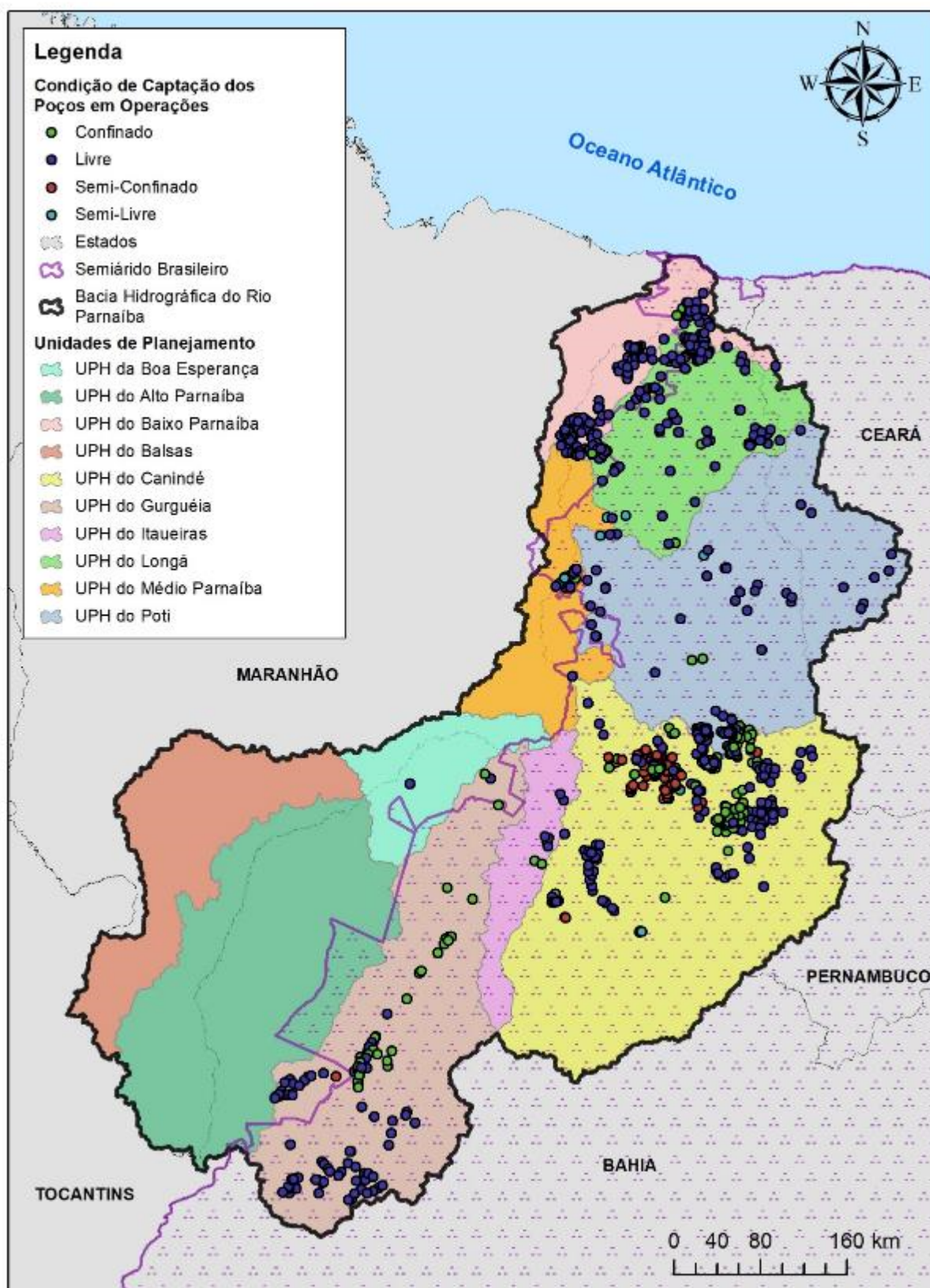


Figura 131. Distribuição dos poços classificados quanto a condição de armazenamento.
(Mapa 37 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

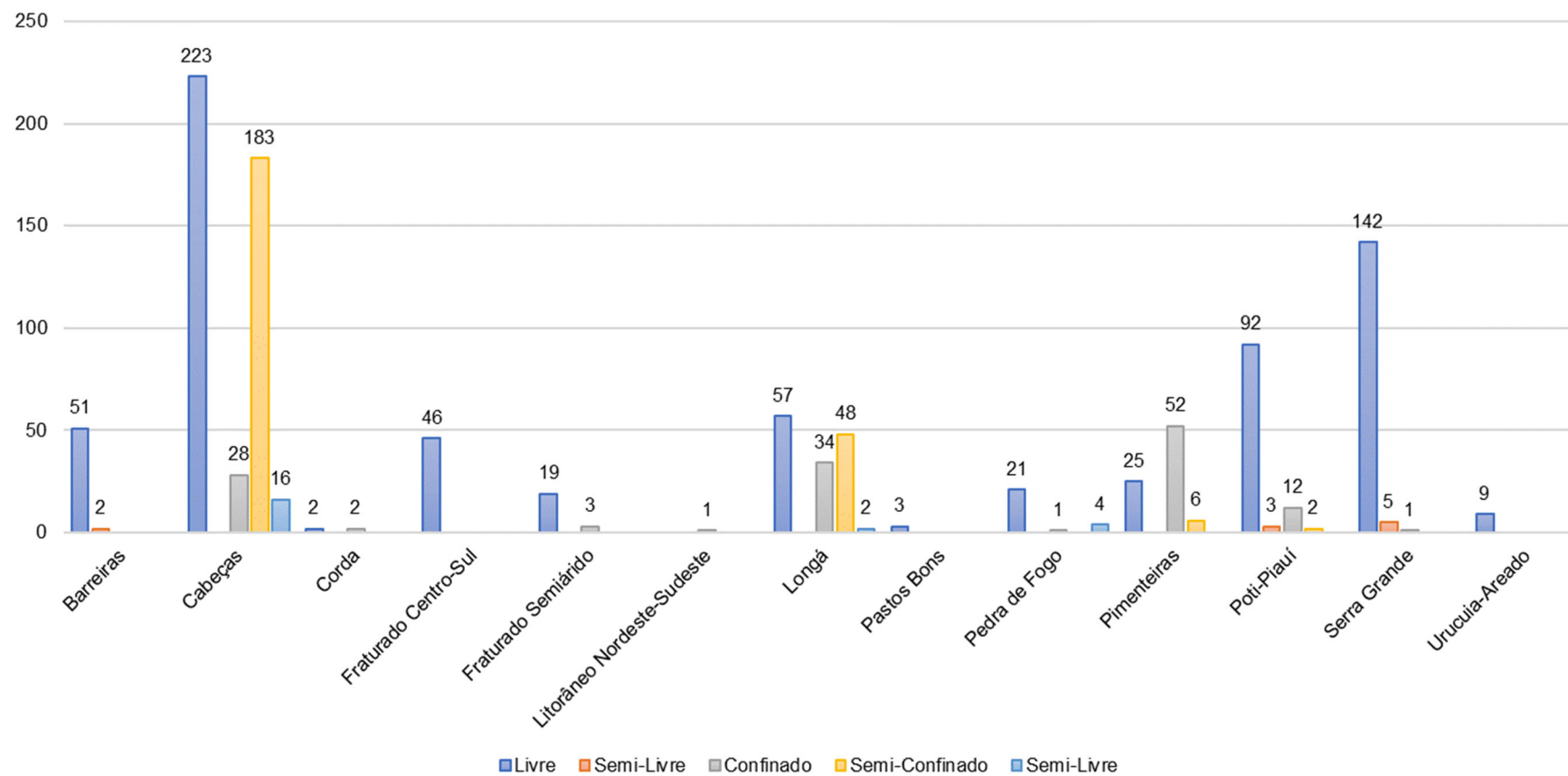


Figura 132. Quantidade de poços segundo a condição de armazenamento por Sistema Aquífero.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS (2018).

A análise das profundidades registradas associadas as condições de armazenamento são apresentadas na Tabela 41. A maior profundidade, 1.241 m, é registrada sistema aquífero Poti-Piauí, com captação através de poço confinado no município de Alvorada do Gurgueia situado na UPH Gurgueia. A menor profundidade é registrada no sistema aquífero Serra Grande para o poço tubular na condição livre situado no município Jaicós.

Tabela 41. Profundidade média dos poços tubulares inventariados SIAGAS por condições de armazenamento.

Condição de Armazenamento	Profundidade (m)		
	Mínimo	Máximo	Médio
Confinado	40,00	1.241,00	218,10
Livre	6,00	701,00	94,85
Semi-Confinado	15,00	250,00	110,98
Semi-Livre	27,00	200,00	94,72

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS (2018).

De forma isolada ou combinada, o abastecimento doméstico é a finalidade predominante dos poços, com 89% destes destinados para tal fim, seguido do uso para irrigação com 2%. Os poços sem uso ou sem informações representam 7% da amostra (SIAGAS, 2018). A Figura 133 apresenta a distribuição quanto a classificação referente aos diferentes usos.

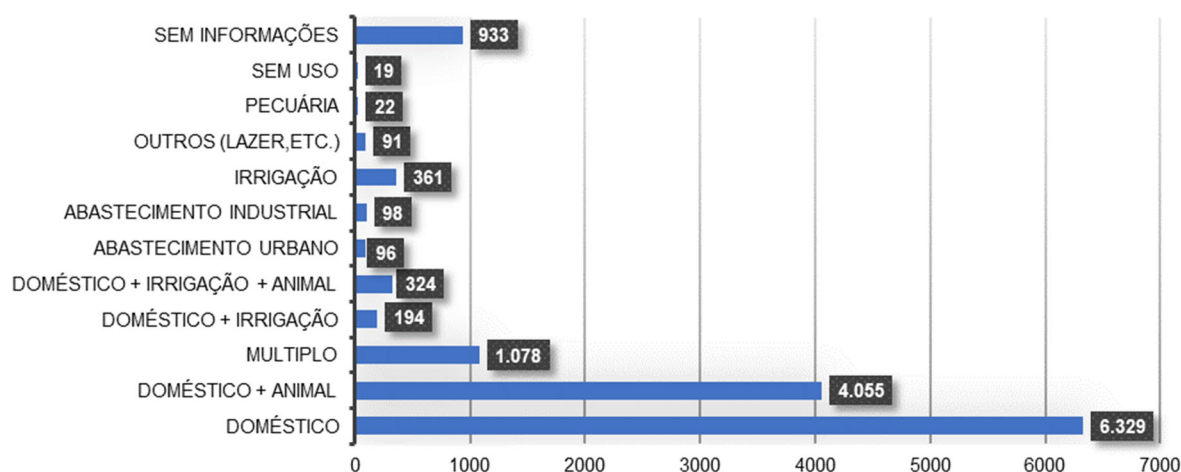


Figura 133. Quantidade de poços quanto à classe de uso.

Fonte: Adaptado SIAGAS (2018).

Considerando as outorgas de águas subterrâneas na bacia há 255 vigentes com vazão outorgada total de 229.651m³/d, equivalente a uma vazão média de 2,66 m³/s. Quanto ao número de outorgas 60% destina-se ao abastecimento humano. Já a análise de vazão outorgada mostra que o uso predominante é a irrigação com 51%

do volume total, seguido do uso industrial com 30%. As vazões para os diferentes usos são representadas na Figura 134.

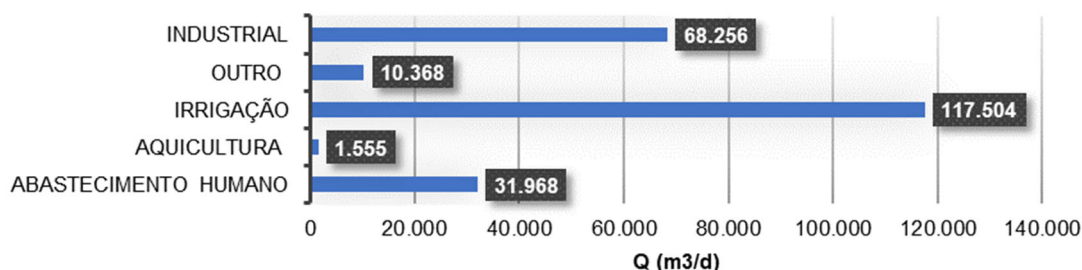


Figura 134. Representação dos usos da água subterrânea em vazão outorgada (m³/d).

Fonte: Elaboração própria; Adaptado ANA, (2016c); ANA (2019).

A capacidade específica é um dos principais parâmetros para avaliar a produtividade de um poço, sendo este utilizado inclusive para comparação da produtividade em aquíferos distintos ou entre subsistemas de um mesmo aquífero (CORRÊA, 2011). Para Corrêa (2011) a análise da capacidade específica minimiza os problemas relacionados às diferenças construtivas dos poços e traz alguma representatividade do comportamento do aquífero, podendo este ser utilizado para definir as vazões outorgáveis de forma que se possa vincular a vazão para cada usuário à profundidade dos poços e ao rebaixamento provocado pela vazão de bombeamento.

Também conhecida como vazão específica (Q_{esp}) de um poço é a relação entre a vazão (Q) e a carga hidráulica (s) para um determinado tempo (t) (QUEIROZ et al., 2018), dada pela equação:

Equação 1:

$$Q_{esp} = \frac{Q}{s}$$

Onde: Q representa a vazão do ensaio de bombeamento e s o rebaixamento obtido pela subtração do nível estático pelo nível dinâmico (NE-ND).

Com base na equação as variáveis indispensáveis para a determinação de vazões de exploração de poços são:

- i) Nível Estático (NE) – É a profundidade da água dentro do poço em repouso. É medida, em metros, a partir do solo;
- ii) Nível Dinâmico (ND) – Corresponde ao nível da água quando o poço está sendo bombeado. É medida em metros a partir do solo. Sempre corresponde a uma determinada vazão;
- iii) Vazão de ensaio (Q) – É aquela obtida no final do teste de bombeamento

Neste sentido as variáveis hidráulicas dos poços tubulares foram tratados estatisticamente, onde na Tabela 42 estão organizados pelos diferentes aquíferos, enquanto na Tabela 43, estão organizados por UPH. Os valores apresentados provem de uma análise preliminar de consistência dos dados da tabela SIAGAS, onde os dados considerados inconsistentes não passíveis de validação, foram desconsiderados para garantir a confiabilidade da análise.

A capacidade específica dos poços da Bacia do Rio Parnaíba, possuem em média 1,30 m³/h/m (SIAGAS, 2018). O poço com maior registro quanto à capacidade específica está inserido no sistema aquífero Poti Piauí, no município de Miguel Alves, UPH Baixo Parnaíba. O menor registro é observado no poço inserido no sistema aquífero Fraturado Semiárido no município Independência na UPH Poti. Quanto aos valores médios dos sistemas aquíferos, o maior registro é observado no Urucuia-Areado com 4,09 m³/h/m e o menor valor observado no sistema Motuca com registro de 0,22 m³/h/m.

Com base na informação de 1.362 poços que dispunham de dados quanto a capacidade específica, adotando a classificação proposta no Manual de Cartografia Hidrogeologia (CPRM, 2014), 60,2% tem sua produtividade classificada como muita baixa, 23,6% capacidade baixa, 15,8% capacidade média e 0,4% possuem alta produtividade (Figura 135). As diferentes classificações quanto à capacidade específica ao longo da BHRP estão espacializadas, por meio de interpolação, na Figura 136, onde é possível observar um maior potencial na margem esquerda da bacia.

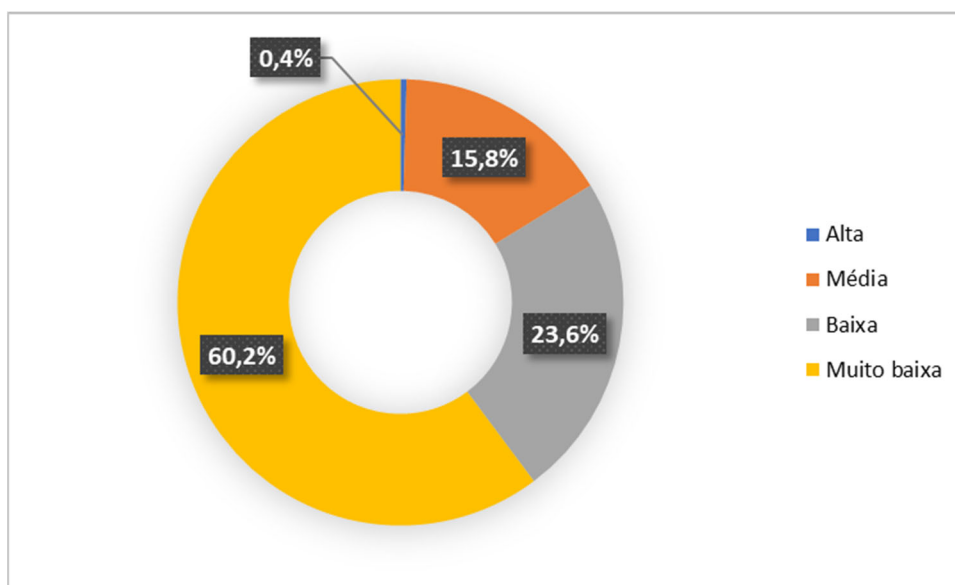


Figura 135. Classificação da produtividade dos poços com base nos valores de capacidade específica.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS. 2018.

Tabela 42. Variáveis hidráulicas dos poços tubulares por Sistema Aquífero.

Aquíferos	Profundidade (m)			Nível Dinâmico (m)			Nível Estático (m)			Capacidade Específica (m³/h/m)			Vazão de Ensaio (m³/h)			Nº de Pontos
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	
Barreiras	0,60	246,00	73,01	3,00	134,00	7,34	0,10	63,91	7,75	0,011	7,00	0,94	0,10	60,00	8,80	519
Cabeças	9,00	860,00	98,55	1,00	356,30	5,20	0,10	315,88	14,16	0,010	50,00	1,52	0,10	180,00	9,64	2301
Corda	27,00	579,00	124,38	8,50	178,15	11,79	3,80	280,00	19,93	0,046	8,51	1,82	0,02	70,00	13,16	244
Faturado Centro-Sul	8,00	600,00	86,17	5,00	120,00	9,76	0,38	170,00	11,68	0,008	1,83	0,39	0,40	100,00	10,36	439
Faturado Semiárido	2,85	574,00	69,94	6,55	256,45	8,89	1,00	251,00	7,29	0,002	2,94	0,28	0,10	56,00	4,03	892
Itapecuru*	68,00	100,00	84,00													2
Litorâneo Nordeste-Sudeste	6,00	93,00	37,91	3,50	6,40	0,16	1,60	52,00	3,95	3,000	4,17	3,59	1,00	20,00	5,21	124
Longá	12,00	1000,00	105,10	1,00	218,00	5,91	0,15	176,00	12,93	0,010	20,30	1,17	0,20	500,00	16,36	2271
Motuca	10,00	177,00	84,86	32,00	120,00	1,48	0,87	90,00	2,81	0,109	0,27	0,22	2,50	10,00	6,58	195
Pastos Bons	48,00	200,00	111,50	24,00	54,00	3,16	2,85	100,00	11,73	0,140	0,43	0,25	3,00	40,00	12,24	67
Pedra de Fogo	9,36	400,00	111,58	8,26	186,50	4,92	0,70	200,00	11,94	0,016	35,00	2,34	0,45	50,00	9,97	783
Pimenteiras	14,00	350,00	119,53	0,80	152,00	5,46	0,10	150,00	13,75	0,009	23,64	2,36	0,10	100,00	10,16	984
Poti-Piauí	4,00	1241,00	101,68	1,00	210,00	4,81	0,02	240,00	11,09	0,006	56,00	1,81	0,12	426,00	11,46	2683
Sambaíba*	80,00	130,00	110,25													7
Santana*																1
Serra Grande	6,00	300,00	106,38	1,70	270,00	7,38	0,05	244,00	16,46	0,003	44,51	1,21	0,14	102,00	7,23	1524
Urucuia-Areado	37,00	196,00	100,63	37,36	37,36	1,25	16,60	73,00	9,46	4,090	4,09	4,09	0,66	16,00	5,15	30

* Poços sem informações completas.

Fonte: Adaptado SIAGAS, 2018.

Tabela 43. Variáveis hidráulicas dos poços tubulares por UPH.

UPH	Profundidade (m)			Nível Dinâmico (m)			Nível Estático (m)			Capacidade Específica (m³/h/m)			Vazão de Estabilização (m³/h)			Nº de Pontos
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	
Alto Parnaíba	40,00	300,00	157,96	17,05	146,5	81,40	0,5	235	71,81	0,100	5,12	1,32	1,00	70,00	12,06	147
Baixo Parnaíba	0,60	300,00	67,33	3	172	45,24	0,53	110	12,56	0,003	56,00	1,10	0,30	60,00	7,31	858
Balsas	9,36	310,00	104,83	8,8	120	53,84	0,87	280	27,34	0,109	2,98	0,62	0,02	30,00	9,79	208
Boa Esperança	4,00	250,00	102,62	4	186,5	40,73	1	184	21,20	0,128	1,27	0,53	0,50	50,00	10,19	331
Canindé	2,85	860,00	123,11	0,8	297	51,39	0,1	294	30,76	0,003	50,00	1,69	0,10	180,00	10,51	3537
Gurguéia	24,00	1241,00	132,84	3	114	45,97	0,48	240	27,53	0,007	20,30	2,98	0,12	500,00	28,76	829
Itaueiras	16,00	427,00	122,47	12	210	77,45	0,4	168,38	26,98	0,016	4,55	0,75	0,60	168,00	8,91	307
Longá	8,00	350,00	76,29	1	170	35,33	0,02	80	12,09	0,009	21,18	0,96	0,10	130,00	8,77	2926
Médio Parnaíba	10,00	600,00	101,05	5	175,61	48,56	0,37	129	31,22	0,016	52,94	3,29	0,50	100,00	13,72	969
Poti	8,00	800,00	93,39	4,89	356,3	52,49	0,05	315,88	22,90	0,002	44,51	0,62	0,10	100,00	8,27	2954

Fonte: Adaptado SIAGAS, 2018.

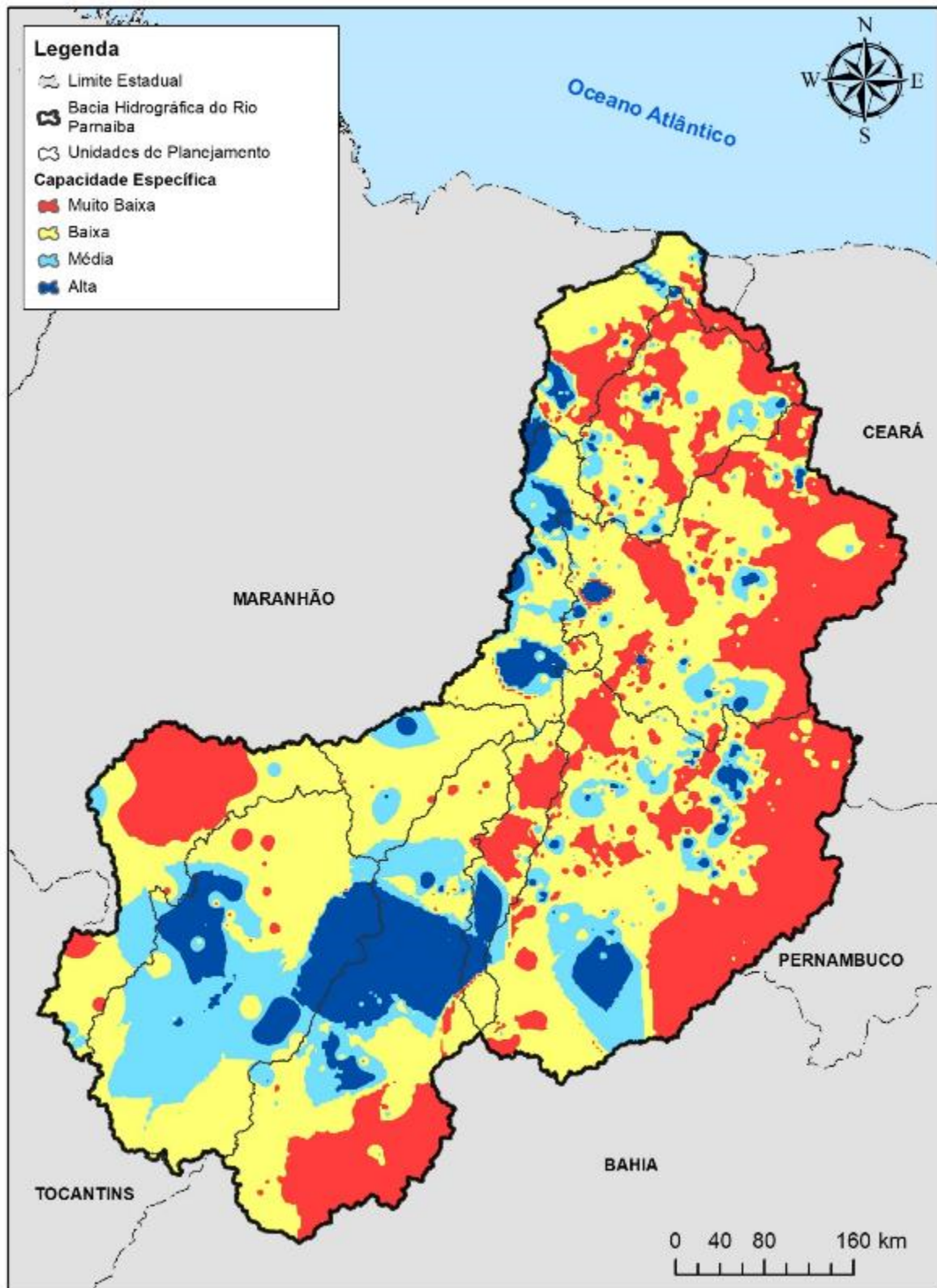
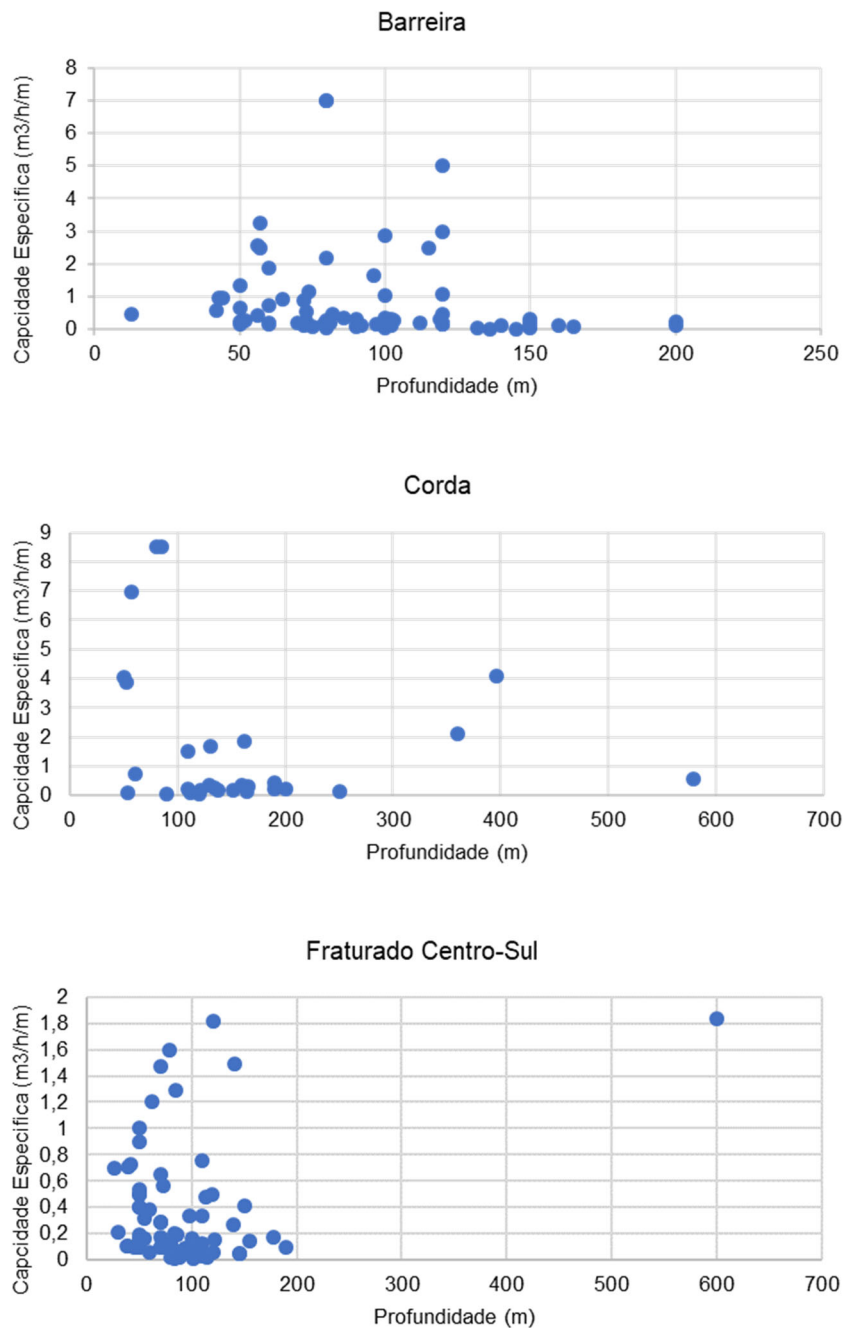
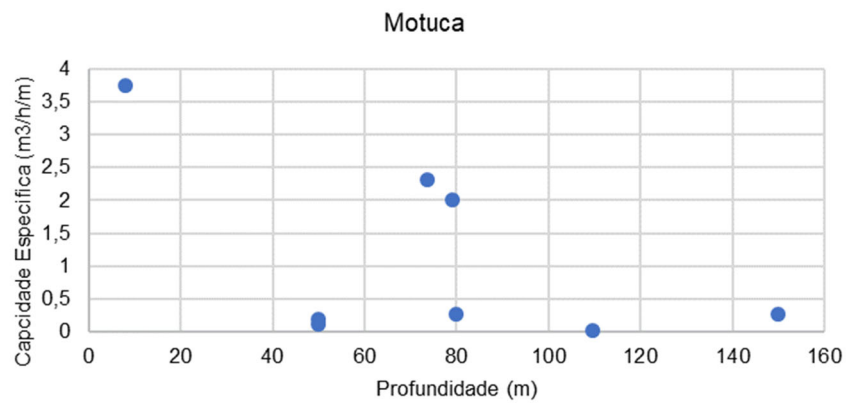
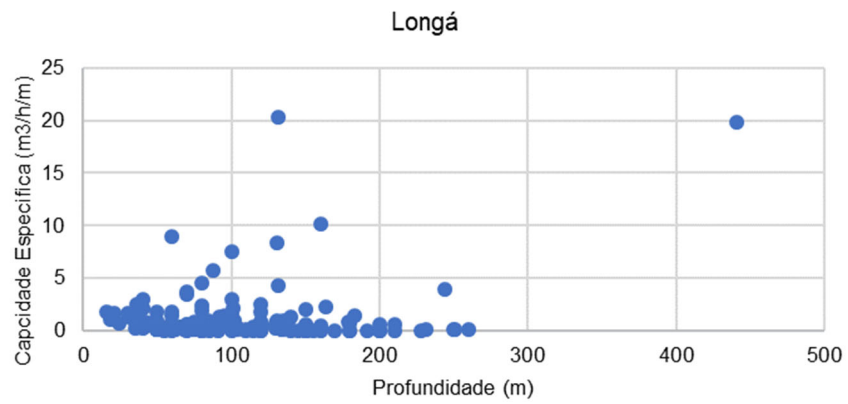
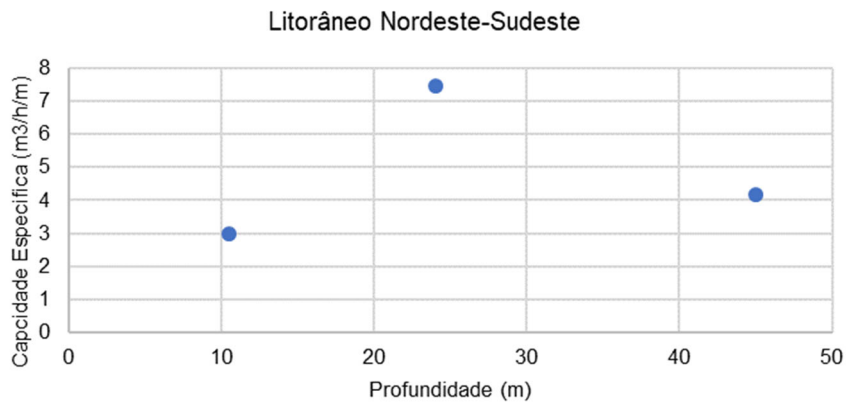
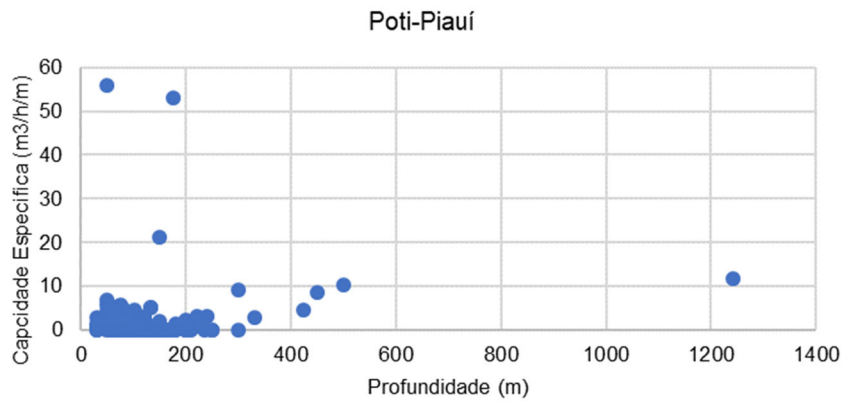
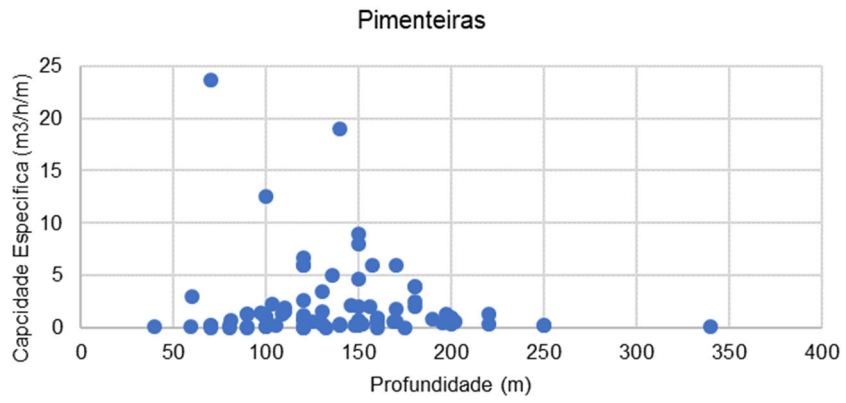
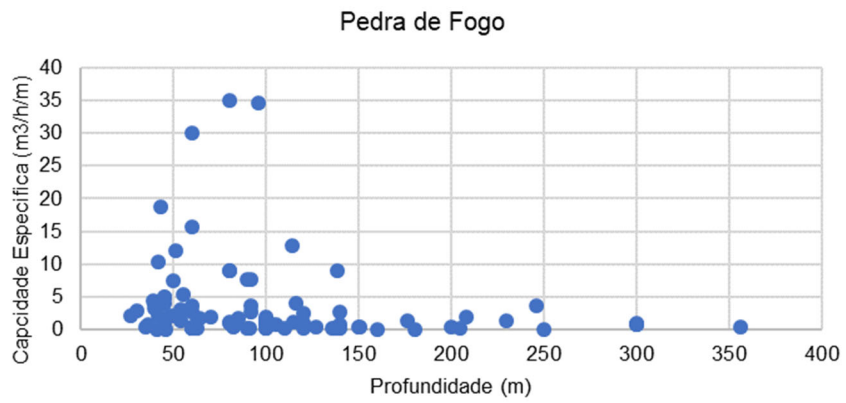
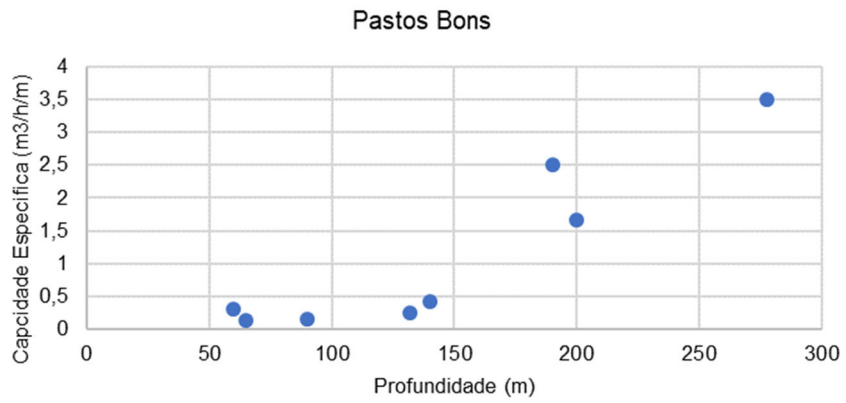


Figura 136. Especialização da Capacidade Específica dos poços.
(Mapa 38 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Na Figura 137 são apresentadas a relação entre a capacidade específica dos poços tubulares e a profundidade nos diferentes sistemas aquíferos. Não foi possível estabelecer uma correlação entre a profundidade e a vazão específica. No entanto observa-se, em geral, que as maiores vazões são registradas em poços com profundidades inferiores a 100m. Apenas no aquífero Pastos Bons observa-se uma tendência crescente em relação a profundidade e a capacidade específica dos poços.







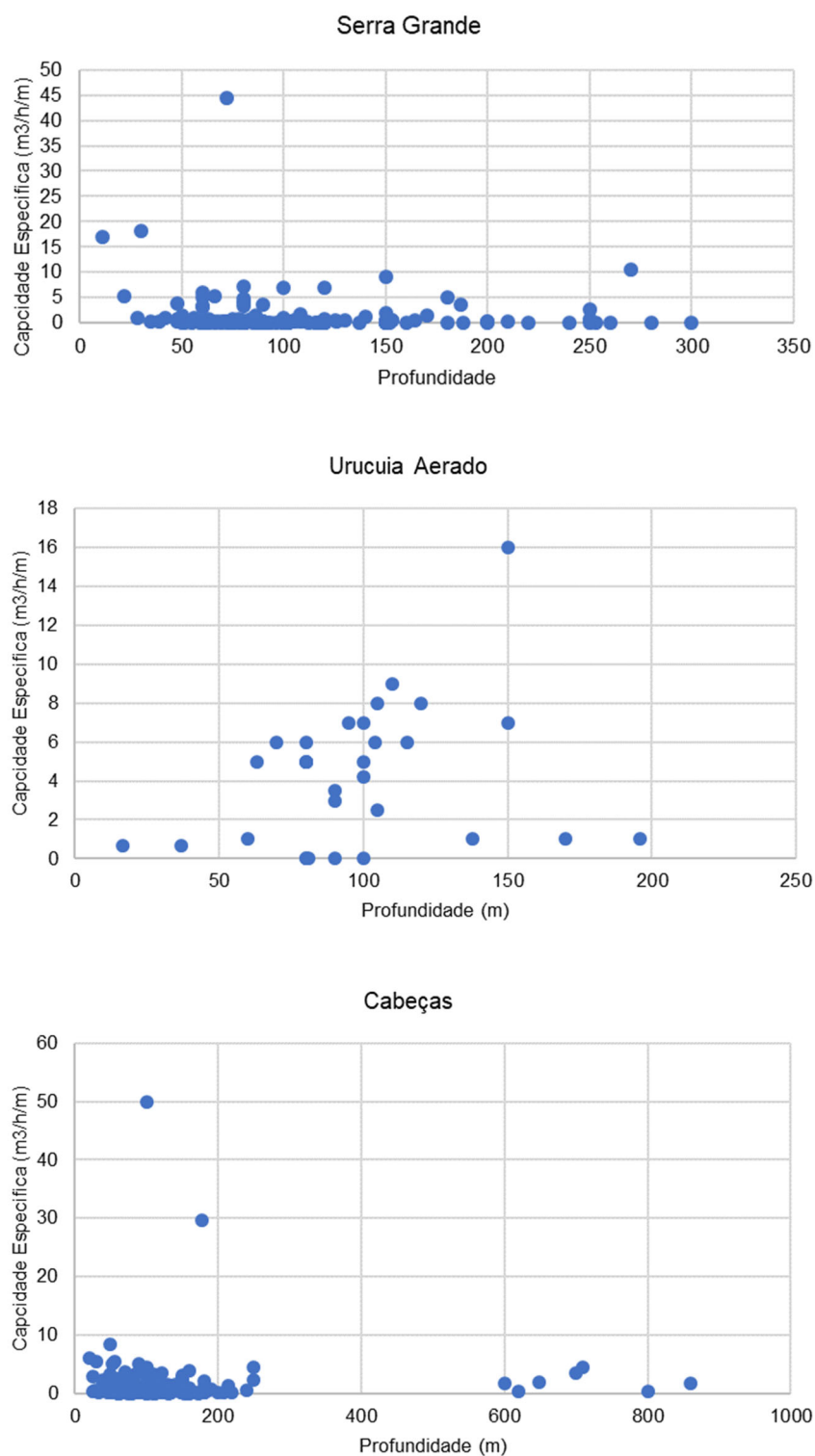


Figura 137. Capacidade Específica dos poços em função das profundidades nos diferentes sistemas aquíferos.

Fonte: Elaboração própria; SIAGAS (2018); ANA (2016d).

7.1.2.2. Estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea

A disponibilidade hídrica subterrânea pode ser entendida, como o volume de água que pode ser explorado sem o risco de exaurimento do aquífero (COSTA, 1997).

No Quadro 7, do item 0, mais adiante, é apresentada uma súmula dos dados hidrogeológicos obtidos a respeito dos principais aquíferos na BHRP. O Quadro inclui estimativas das disponibilidades hídricas destes aquíferos. Visando auxiliar na interpretação dos valores que aí constam, nos subcapítulos a seguir são apresentados os principais conceitos necessários para isso.

Disponibilidade hídrica instalada

A disponibilidade hídrica instalada é aquela relacionada ao volume de água que pode ser retirada de poços já em atividade e em produção. É dada pela Equação 2:

Equação 2:

$$De = Q.n.t$$

Onde:

De = Disponibilidade hídrica efetiva (m³/ano)

Q = vazão média dos poços (m³/h)

n = Número de poços em operação

t = tempo em horas de bombeamento (horas/dia x 365 dias)

Nos principais aquíferos estudados encontramos valores entre 7,2 x 10³ m³/ano (Aquífero Pedra de Fogo) a 11,45 x 10³ m³/ano (aquífero Serra Grande), mostrando que existem aquíferos que ainda são pouco explorados em relação a outros aquíferos.

Esta relação de equilíbrio de exploração deve ser sempre acompanhada do processo de urbanização e interiorização para que não haja superexploração de um único aquífero.

Disponibilidade Hídrica Efetiva

A disponibilidade hídrica efetiva é a vazão regularizável associada a uma garantia de abastecimento considerando a operação nos períodos de seca. Em regiões onde ocorrem climas bimodais, essa informação é importante para ter em conta a disponibilidade hídrica em períodos onde praticamente não há recarga do aquífero.

A informação é importante para evitar riscos futuros de colapso dos aquíferos sujeitos a longos processos de secas (climas áridos e semiáridos), e sem prejudicar os usuários desses recursos (usar moderadamente para poder manter um fluxo constante de uso).

Os dados de disponibilidade hídrica efetiva só foram encontrados nos aquíferos Cabeças ($0,10 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$), aquífero Serra Grande ($1,58 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$) e aquífero Urucuia/aerado ($0,69 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$). Nesses três aquíferos apesar dos valores de disponibilidade efetiva não serem muito altos, não significa que não possuem uma disponibilidade hídrica suficiente para abastecimento. Essa baixa densidade populacional é boa para evitar pressões desnecessárias sobre os aquíferos subterrâneos e com isso garantir por mais tempo a demanda por abastecimento público.

Disponibilidade Hídrica Explotável

A Disponibilidade Hídrica Explotável estabelece a proporção da Reserva Hídrica Explotável Total que ainda está disponível para ser explorada, após ter sido descontado o volume total de água já efetivamente explorado na bacia hidrográfica em apreciação.

Resumindo, seria estabelecer o quanto de água ainda resta disponível para os diversos usos em relação à Reserva Hídrica Explotável Total. Nos aquíferos estudados encontramos valores que variam de $125,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (aquífero Pedra de Fogo) até $5.247,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (aquífero Urucuia/Aerado).

Essa diferença significativa está relacionada ao tamanho da reserva. Como existem poucos estudos sobre esses aquíferos e a cada dia novos estudos são produzidos, esses valores tendem a aumentar significativamente ao longo dos anos, conforme os levantamentos hidrogeológicos avancem na região da Bacia do Rio Parnaíba.

Disponibilidade Hídrica Sustentável

Corresponde a todo o volume disponível para exploração, excluindo as reservas ecológicas, todos os volumes atualmente captados (De) somados aos volumes passíveis de exploração por novos poços (Dex).

Semelhante ao que encontramos na disponibilidade hídrica explotável, nos aquíferos estudados encontramos valores que variam de $125,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (aquífero Pedra de Fogo) até $5.248,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (aquífero Urucuia/Aerado). Essa diferença significativa também está relacionada ao tamanho da reserva. Como existem poucos estudos sobre esses aquíferos e a cada dia novos estudos são produzidos, esses valores tendem a aumentar significativamente ao longo dos anos, conforme os levantamentos hidrogeológicos avancem na região da Bacia do Rio Parnaíba.

Reserva Permanente/Seculares/ Geológicas

As reservas Permanentes, também conhecidas como geológicas ou seculares são definidas como as águas que foram armazenadas por um longo período do tempo geológico (em geral de vários séculos a milhares de séculos), das quais é possível dispor de uma certa quantidade regularizada, durante um período de tempo por um volume reservado conhecido.

No Brasil, por influência do pesquisador Plotnikov (1962), essas reservas ficaram mais conhecidas como reservas permanentes.

Como as reservas permanentes correspondem as águas subterrâneas, localizadas na zona saturada, abaixo da posição mínima do nível de oscilação sazonal da superfície potenciométrica do aquífero livre, elas independem do clima e das condições de estiagem ou seca da superfície. No entanto as reservas permanentes podem ser afetadas, caso exista exploração acentuada dos aquíferos em períodos de seca, o que desequilibra o balanço entre recarga e volume reservado.

Na bacia do Parnaíba os volumes de reserva permanente foram calculados na ordem de milhões de metros cúbicos de água, o que com certeza garantirá séculos de exploração equilibrada, desde que sejam respeitadas as condições de recarga e volume explotado.

As reservas reguladoras, também chamadas de reservas renováveis ou reservas ativas, são definidas como a reserva associada ao balanço hídrico das águas subterrâneas acumuladas em função da porosidade efetiva em relação a recarga por águas superficiais e o escoamento subterrâneo (BOGOMOLOV; PLOTNIKOV, 1956).

Embora a magnitude dessas reservas possa mudar conforme o ciclo hidrológico, podemos dizer que essas reservas reguladoras permanecem como a representação do comportamento hidrogeológico dos aquíferos em relação ao balanço hídrico.

Seria um estado de equilíbrio dinâmico entre a recarga e a descarga (vazão de escoamento natural) do sistema aquífero, indicativo de que não existe variação no armazenamento. Portanto, como reserva, ela representa um volume regulador secular que pode ser somado ao volume da reserva permanente constituindo a reserva total de (PLOTNIKOV, 1962).

Não há consenso, mas supostamente o aquífero deve se renovar a cada ano (teoricamente com risco de 50%), ele pode ser encarado como descarga passível de exploração.

Diferente das reservas permanentes, as reservas reguladoras podem sofrer influência em regimes climáticos bimodais, como é o caso das regiões áridas e semiáridas, por isso elas são menores que as reservas permanentes.

Síntese da Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Nos cinco principais aquíferos da bacia do Parnaíba, que são os mais explorados, destacam-se os aquíferos Poti/Piauí, Cabeças, Pedra de Fogo, Serra Grande e Uruçuia/Aerados, responsáveis pela maior parte do abastecimento hídrico subterrâneo na Bacia do Parnaíba. Nestes aquíferos encontramos uma Reserva reguladora média de $1.218,4 \times 10^6 \text{ m}^3$, da qual tiramos uma reserva explorável de $243,68 \times 10^6 \text{ m}^3$. Esses volumes, no entanto, são bastante conservadores, podendo variar em volume para mais ou para menos em estudos mais criteriosos. Outros aquíferos existentes na Bacia do Parnaíba não foram devidamente citados porque representam porcentagem muito baixa de utilização ou porque, devido à baixa utilização, a existência de dados ou trabalhos técnicos que possam caracterizá-los hidrogeologicamente são muito escassos.

Os dados levantados, quanto aos parâmetros dos principais aquíferos da Bacia hidrográfica do Rio Parnaíba foram compilados no Quadro 7. Os dados expostos são produto dos cruzamentos das principais características dos aquíferos identificados em trabalhos desenvolvidos na área, SIAGAS e documentos oficiais.

As reservas reguladoras indicadas neste trabalho demonstram que a quantidade de água é suficiente para o abastecimento de milhões de pessoas/dia conforme determinação da ONU (2018) que recomenda um abastecimento de água que possa fornecer 20 litros por pessoa por dia a uma distância não superior a mil metros do domicílio da pessoa.

Quadro 7. Dados Hidrogeológicos dos principais aquíferos.

AQUÍFEROS	POTI/PIAUI	CABEÇAS	PEDRA DE FOGO	SERRA GRANDE	URUCUIA-AREADO	FRATURADO SEMIÁRIDO	FRATURADO CENTRO-SUL
PARÂMETROS MÉDIOS							
Tipo do Aquífero	Poroso SAPP	Poroso	Poroso	Poroso	Poroso	Fraturado	Fraturado
Hidroestratigrafia	Piauí (2) C2pi / (3) C2pi Poti (2) Clpo / (3) Clpo	(1) D2c (3) D2c	SAU (5) P12pf	(1) Ssg (5) Ssg	SAU (1) K2u	(5) Fr	(5) Fr
Condição de armazenamento	Predominantemente Livre	Predominantemente Livre (ocorre confinamento regionalmente entre o aquífero Pimenteiras, na base, e o aquífero Longá, no topo)	Predominantemente Livre, descontínuo	Predominantemente Livre (ocorre confinamento regionalmente entre o aquífero Pimenteiras)	Predominantemente Livre, descontínuo	Predominantemente Livre, descontínuo, percolação entre fraturas	Predominantemente Livre, descontínuo, percolação entre fraturas
Vulnerabilidade	Média a Alta	Média a Alta	Média a baixa	Média a Alta	Média a Alta	Média a Baixa	Média a Baixa
Litologia predominante	arenitos finos a médios, intercalações de siltitos e folhelhos, conglomerados	arenitos médios a grosseiros, micáceos, conglomeráticos, mal classificados	arenitos finos, argilosos e siltosos	arenitos médios a grosseiros	Arenitos	Rochas do embasamento cristalino	Rochas do embasamento cristalino
Recarga do aquífero	A recarga é processada, em quase sua totalidade, pela infiltração a partir das precipitações, existindo ainda alguma contribuição do Rio Gurguéia e seus principais afluentes.	Infiltração direta de águas pluviais que vai do sul do Piauí, município de Parnaíba, até próximo ao município de Parnaíba, no extremo norte do estado, em uma faixa de cerca de 950 km de extensão e largura de 67km em sua porção central, próximo ao município de Picos.	A recarga é processada, em quase sua totalidade, pela infiltração a partir das precipitações com contribuições de outros aquíferos associados	Infiltração direta de águas pluviais na direção NE-SW em uma linha de cuesta e infiltração de parte do rio Piauí que é influente.	A recarga ocorre por infiltração da água das chuvas nas áreas de chapada, com relevo plano e elevado, onde ocorrem espessos latossolos de textura média e arenosa e onde as alturas pluviométricas médias apresentam os maiores valores	Ocorre ao longo de toda a área de exposição de ocorrência dessas litologias	Ocorre ao longo de toda a área de exposição de ocorrência dessas litologias
Área estimada de recarga	117.012 km ²	34.318 km ²	Sem dados	30.450 km ²	35.000 km ²	Sem dados	Sem dados
Contribuição de outros aquíferos	sistema aquífero Cabeças	sistema aquífero Poti/Piauí	Sem dados	contribuição por filtração vertical do Aquífero Cabeças	Poti-Piauí/Serra Grande/Cabeças e Cristalino	Sem dados	Sem dados
Espessura média do aquífero	250 m	150 m	130 m	100 m	200 m	Sem dados	Sem dados
Profundidade de captação (livre)	140 m	100 m	100 m	150 m	100 m	100 m	100 m
Profundidade de captação (confinado)	220 m	280 m	140 m	170 m	70 m	Sem dados	Sem dados
Porosidade Primária	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Sem dados	Sem dados
Porosidade efetiva (η)	Sem dados	3%	Sem dados	5%	20%	Sem dados	Sem dados
Permeabilidade	Alta	Alta	Alta	Alta	Média a Baixa	Média a Baixa	Média a Baixa
Disponibilidade hídrica Instalada	31,13 x 10 ³ m ³ /ano	0,66 x 10 ⁶ m ³ /ano	7,20 x 10 ³ m ³ /ano	11,45 x 10 ⁶ m ³ /ano	3,02 x 10 ⁶ m ³ /ano	Sem dados	Sem dados
Disponibilidade hídrica Efetiva	Sem dados	0,10 x 10 ⁶ m ³ /ano	Sem dados	1,58 x 10 ⁶ m ³ /ano	0,69 x 10 ⁶ m ³ /ano	Sem dados	Sem dados
Disponibilidade hídrica Explotável	1.270,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	2,095,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	125,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	2.518,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	5.247,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	Sem dados	Sem dados
Disponibilidade hídrica Sustentável	1.270,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	2.095,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	125,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	2.520,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	5.248,0 x 10 ⁶ m ³ /ano	Sem dados	Sem dados
Capacidade específica	1,67 m ³ /h/m	1,77 m ³ /h/m	Sem dados	2,41 m ³ /h/m	9,48 m ³ /h/m	Sem dados	Sem dados
Transmissividade (T)	1,7 x 10 ⁻³ m ² /s	6,39 x 10 ⁻³ m ² /s	1,8 x 10 ⁻³ m ² /s	7,0 x 10 ⁻³ m ² /s	1,0 x 10 ⁻⁴ m ² /s	< 1,0 x 10 ⁻⁶	< 1,0 x 10 ⁻⁶
Condutividade Hidráulica (K)	1,7 x 10 ⁻⁵ m/s	5,32 x 10 ⁻⁵ m/s	8,4 x 10 ⁻⁶ m/s	2,8 x 10 ⁻⁵ m/s	1,0 x 10 ⁻⁶ m/s	< 1,0 x 10 ⁻⁸	< 1,0 x 10 ⁻⁸
Coefficiente de Armazenamento (S)	2,0 x 10 ⁻³	5,9 x 10 ⁻⁴	Sem dados	4,9 x 10 ⁻⁴	1,0 x 10 ⁻⁴	Sem dados	Sem dados
Armazenamento Específico	9,29 x 10 ⁻⁴	2,0 x 10 ⁻⁵	Sem dados	6,0 x 10 ⁻⁴	1,0 x 10 ⁻⁴	Sem dados	Sem dados
Vazão livre (Q)	20,0 m ³ /h/m	15,0 m ³ /h/m	3,0 m ³ /h/m	5,0 m ³ /h/m	50,0 m ³ /h/m	3,0 m ³ /h/m	3,0 m ³ /h/m
Vazão Confinado (Q)	40,0 m ³ /h/m	50,0 m ³ /h/m	10,0 m ³ /h/m	15,0 m ³ /h/m	400,0 m ³ /h/m	Sem dados	Sem dados
Reserva permanente/seculares	468,0 x 10 ⁹ m ³	898,0 x 10 ⁹ m ³	46,0 x 10 ⁹ m ³	1.066,0 x 10 ⁹ m ³	3,77 x 10 ¹² m ³	Sem dados	Sem dados
Reserva reguladora/renovável/ativas	476,0 x 10 ⁶ m ³	427,0 x 10 ⁶ m ³	51,0 x 10 ⁶ m ³	367,0 x 10 ⁶ m ³	4.771,0 x 10 ⁶ m ³	Sem dados	Sem dados
Potencialidade	1.413,0 x 10 ⁶ m ³	2.223,0 x 10 ⁶ m ³	143,0 x 10 ⁶ m ³	2.630,0 x 10 ⁶ m ³	6.680,0 x 10 ⁶ m ³	Sem dados	Sem dados

Fonte: Elaboração própria; Adaptado de SIAGAS (2018); MONTEIRO et. al. (2010); FILHO et. al. (2010); MME (2006); LEAL (1977); SILVA, SILVA-FILHO, GOMES, BIDONE, CASTILHOS (2014).

Quanto à disponibilidade hídrica nas UPHs da BHRP foram elaboradas duas tabelas com valores indicativos.

Na Tabela 44 apresenta-se uma estimativa da capacidade de extração de água dos poços em operação, em cada uma das UPH, elaborada a partir de informações do SIAGAS (2018), conforme relatado nos itens anteriores.

Os resultados mostram, como era de esperar-se, que as cinco UPH na região do semiárido, acumulam a maior capacidade de extração em operação, com 89,8% do total na BHRP. Destacam-se as UPH Poti, com 33,3%; UPH Canindé, com 22,7%; UPH Longá, com 16,8%; e UPH Gurgueia, com 15,4%.

Tabela 44. Capacidade de extração dos poços em operação, por UPH.

UPH	Aquífero	Número Poços Operando	Capacidade média dos poços (m ³ /h)	Capacidade Instalada total (m ³ /h)	Capacidade Instalada total (m ³ /s)	Soma total por UPH (m ³ /s)
Boa Esperança	Corda	0	0,00	0,00	0,00	0,464
	Faturado Centro-Sul	0	0,00	0,00	0,00	
	Motuca	0	0,00	0,00	0,00	
	Pastos Bons	0	0,00	0,00	0,00	
	Pedra de Fogo	14	7,40	103,62	0,029	
	Poti-Piauí	144	10,87	1.565,13	0,435	
Alto Parnaíba	Faturado Centro-Sul	0	0,00	0,00	0,00	0,226
	Motuca	0	0,00	0,00	0,00	
	Sambaíba	0	0,00	0,00	0,00	
	Pedra de Fogo	18	7,91	142,44	0,040	
	Poti-Piauí	58	11,58	671,87	0,187	
	Urucuia-Areado	0	0,00	0,00	0,00	
Baixo Parnaíba	Barreiras	158	9,05	1.429,43	0,397	1,184
	Faturado Centro-Sul	7	7,63	53,40	0,015	
	Faturado Semiárido	1	2,10	2,10	0,001	
	Itapecuru	0	0,00	0,00	0,00	
	Litorâneo Nordeste-Sudeste	8	10,94	87,50	0,024	
	Longá	101	8,01	808,85	0,225	
	Motuca	0	0,00	0,00	0,00	
	Pimenteiras	9	7,16	64,40	0,018	
	Cabeças	0	0,00	0,00	0,00	
	Pedra de Fogo	29	15,96	462,80	0,129	
	Poti-Piauí	81	9,14	740,27	0,206	
	Serra Grande	116	5,29	613,42	0,170	

UPH	Aquífero	Número Poços Operando	Capacidade média dos poços (m³/h)	Capacidade Instalada total (m³/h)	Capacidade Instalada total (m³/s)	Soma total por UPH (m³/s)
Balsas	Corda	4	11,38	45,52	0,013	0,047
	Faturado Centro-Sul	0	0,00	0,00	0,00	
	Motuca	8	5,85	46,80	0,013	
	Sambaíba	0	0,00	0,00	0,00	
	Pedra de Fogo	7	6,70	46,91	0,013	
	Poti-Piauí	2	15,00	30,00	0,008	
Canindé	Corda	6	9,40	56,40	0,016	6,968
	Dois Irmãos	0	0,00	0,00	0,00	
	Faturado Centro-Sul	1	16,00	16,00	0,004	
	Faturado Semiárido	323	4,21	1.359,68	0,378	
	Longá	472	12,28	5.795,67	1,610	
	Pimenteiras	419	10,06	4.213,15	1,170	
	Santana	0	0,00	0,00	0,00	
	Superior da Bacia do Araripe	0	0,00	0,00	0,00	
	Cabeças	747	12,60	9.408,79	2,614	
	Pedra de Fogo	8	6,16	49,30	0,014	
	Poti-Piauí	99	7,96	788,04	0,219	
	Serra Grande	499	6,81	3.397,34	0,944	
Gurguéia	Faturado Centro-Sul	60	4,23	253,85	0,071	4,739
	Faturado Semiárido	10	3,89	38,90	0,011	
	Longá	233	48,65	11.335,02	3,149	
	Pimenteiras	7	10,36	72,50	0,020	
	Cabeças	22	8,08	177,70	0,049	
	Pedra de Fogo	0	0,00	0,00	0,00	
	Poti-Piauí	252	19,73	4.971,00	1,381	
	Serra Grande	16	3,92	62,75	0,017	
	Urucuia-Areado	30	4,99	149,56	0,042	
Itaueiras	Corda	16	7,92	126,70	0,035	0,479
	Faturado Centro-Sul	7	4,79	33,50	0,009	
	Faturado Semiárido	15	7,90	118,50	0,033	
	Longá	16	5,50	88,00	0,024	
	Cabeças	0	0,00	0,00	0,00	
	Poti-Piauí	146	9,31	1.359,02	0,378	
Longá	Barreiras	153	8,89	1.360,42	0,378	5,165
	Faturado Centro-Sul	115	9,81	1.127,75	0,313	
	Faturado Semiárido	1	18,00	18,00	0,005	
	Litorâneo Nordeste-Sudeste	0	0,00	0,00	0,00	

UPH	Aquífero	Número Poços Operando	Capacidade média dos poços (m ³ /h)	Capacidade Instalada total (m ³ /h)	Capacidade Instalada total (m ³ /s)	Soma total por UPH (m ³ /s)
	Longá	580	9,97	5.782,17	1,606	
	Pimenteiras	98	9,25	906,93	0,252	
	Cabeças	500	7,65	3.825,70	1,063	
	Pedra de Fogo	15	6,63	99,50	0,028	
	Poti-Piauí	429	9,77	4.189,24	1,164	
	Serra Grande	204	6,30	1.285,04	0,357	
Médio Parnaíba	Barreiras	6	11,20	67,20	0,019	1,148
	Corda	12	23,44	281,30	0,078	
	Faturado Centro-Sul	46	18,64	857,39	0,238	
	Motuca	2	7,50	15,00	0,004	
	Pastos Bons	7	4,86	34,00	0,009	
	Pedra de Fogo	144	11,64	1.676,64	0,466	
	Poti-Piauí	101	11,88	1.200,04	0,333	
Poti	Corda	107	12,56	1.343,51	0,373	10,227
	Faturado Centro-Sul	124	132,07	16.376,78	4,549	
	Faturado Semiárido	321	9,29	2.982,86	0,829	
	Litorâneo Nordeste-Sudeste	1	3,00	3,00	0,001	
	Longá	222	9,29	2.062,85	0,573	
	Pastos Bons	40	13,91	556,44	0,155	
	Pimenteiras	141	10,39	1.465,54	0,407	
	Cabeças	570	7,52	4.284,74	1,190	
	Pedra de Fogo	143	10,02	1.432,55	0,398	
	Poti-Piauí	443	9,55	4.229,99	1,175	
	Serra Grande	241	8,63	2.079,53	0,578	

Fonte: Elaboração própria; adaptado de SIAGAS (2018).

Por outro lado, na ausência de dados suficientemente adequados em relação as características dos aquíferos no nível de detalhamento requerido em cada uma das UPHs, foi elaborada uma tabela que apresenta valores indicativos a respeito das respectivas disponibilidades. No caso dos aquíferos para os quais se dispõe de estimativas da disponibilidade hídrica sustentável (Quadro 7), a equivalente a cada UPH foi estimada conforme proporcionalidade de áreas dos aquíferos nas UPHs e do percentual que estes representam em relação a área total da UPH, obtendo-se, assim, uma média ponderada que, no caso, serve como indicador da disponibilidade hídrica sustentável na UPH. Já no caso onde não há informações sobre a disponibilidade hídrica do aquífero, é fornecida, como indicador, a capacidade de extração de água subterrânea pelos poços em operação na respectiva UPH.

A conjugação dos valores apresentados no Quadro 18 (disponibilidade sustentável), permitiu elaborar a Tabela 45 que conclui em indicadores da disponibilidade subterrânea nas UPHs. Conforme registrado em parágrafo anterior, o indicador apresentado para os aquíferos sem dados de disponibilidade sustentável no Quadro 18, corresponde à capacidade de extração dos poços tubulares em operação.

Em síntese, quanto à caracterização da disponibilidade hídrica abordada neste relatório, salienta-se que a mesma é limitada pela disponibilidade de dados, mas apesar disto é possível com os dados existentes, traçar um panorama mínimo, permitindo um “*start*” nas análises da disponibilidade hídrica dos aquíferos na região da BHRP. Isso pode ser corroborado conforme ANA (2004), que afirma que a análise da disponibilidade hídrica admite diferentes interpretações e está ligada às finalidades de planejamento e gerenciamento das bacias.

Tabela 45. Indicadores de disponibilidade de águas subterrâneas nas UPHs.

UPH	Área da UPH (km ²)	Aquífero	Área Total do Aquífero (km ²)	Disp. do Aquífero (m ³ /s)	Área do Aquífero na UPH (km ²)	% do Aquífero na UPH	Disp Subterr. estimada (m ³ /s)	Cobertura do Aquífero na UPH (%)	Indicador da Disp Subterr. na UPH (m ³ /s)
Boa Esperança	12.800	Corda*	34.720	0,00	660	2%	0,00*	5%	0,00*
		Fraturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	146	0%	0,00*	1%	
		Motuca*	19.645	0,00	269	1%	0,00*	2%	
		Pastos Bons*	7.696	0,00	671	9%	0,00*	5%	
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	4.669	9%	0,37	36%	1,29
		Poti-Piauí	128.522	40,27	6.393	5%	2,00	50%	
Alto Parnaíba	51.800	Fraturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	737	0%	0,00*	1%	0,00*
		Motuca*	19.645	0,00	64	0%	0,00*	0%	
		Sambaíba*	24.777	0,00	3.176	13%	0,00*	6%	
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	14.425	29%	1,14	28%	5,86
		Poti-Piauí	128.522	40,27	29.084	23%	9,11	56%	
		Urucuia-Areado	144.178	166,38	4.211	3%	4,86	8%	
Baixo Parnaíba	14.400	Barreiras*	170.870	0,00	5.362	3%	9,05*	37%	6,83*
		Fraturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	113	0%	7,63*	1%	
		Itapecuru*	206.167	0,00	85	0%	0,00*	1%	
		Litorâneo Nordeste-Sudeste*	60.759	0,00	3.538	6%	10,94*	25%	
		Longá*	23.305	0,00	1.000	4%	8,01*	7%	
		Motuca*	19.645	0,00	2	0%	0,00*	0%	
		Pimenteiras*	39.779	0,00	233	1%	7,16*	2%	0,96
		Cabeças	48.859	66,43	30	0%	0,04	0%	
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	427	1%	0,03	3%	
		Poti-Piauí	128.522	40,27	2.379	2%	0,75	17%	
Serra Grande	32.384	79,85	1.166	4%	2,87	8%			

UPH	Área da UPH (km ²)	Aquífero	Área Total do Aquífero (km ²)	Disp. do Aquífero (m ³ /s)	Área do Aquífero na UPH (km ²)	% do Aquífero na UPH	Disp Subterr. estimada (m ³ /s)	Cobertura do Aquífero na UPH (%)	Indicador da Disp Subterr. na UPH (m ³ /s)
Balsas	25.600	Corda*	34.720	0,00	1.495	4%	11,38*	6%	1,89*
		Faturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	1.459	0%	0,00*	6%	
		Motuca*	19.645	0,00	5.377	27%	5,85*	21%	
		Sambaíba*	24.777	0,00	2.741	11%	0,00*	11%	
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	8.461	17%	0,67	33%	1,02
		Poti-Piauí	128.522	40,27	6.070	5%	1,90	24%	
Canindé	75.100	Corda*	34.720	0,00	816	2%	9,40*	1%	3,91*
		Dois Irmãos*	175	0,00	75	43%	0,00*	0%	
		Faturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	9	0%	16,00*	0%	
		Faturado Semiárido*	707.838	0,00	26.808	4%	4,21*	36%	
		Longá*	23.305	0,00	7.881	34%	12,28*	10%	
		Pimenteiras*	39.779	0,00	7.566	19%	10,06*	10%	
		Santana*	1.715	0,00	167	10%	0,00*	0%	
		Sup Bacia do Araripe*	6.171	0,00	467	8%	0,00*	1%	
		Cabeças	48.859	66,43	18.442	38%	25,07	25%	11,17
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	331	1%	0,03	0%	
		Poti-Piauí	128.522	40,27	4.642	4%	1,45	6%	
		Serra Grande	32.384	79,85	7.911	24%	19,50	11%	
Gurguéia	49.900	Faturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	4.664	0%	4,23*	9%	5,43*
		Faturado Semiárido*	707.838	0,00	5.092	1%	3,89*	10%	
		Longá*	23.305	0,00	4.184	18%	48,65*	8%	
		Pimenteiras*	39.779	0,00	796	2%	10,36*	2%	
		Cabeças	48.859	66,43	6.595	13%	8,97	13%	5,16
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	54	0%	0,00	0%	

UPH	Área da UPH (km ²)	Aquífero	Área Total do Aquífero (km ²)	Disp. do Aquífero (m ³ /s)	Área do Aquífero na UPH (km ²)	% do Aquífero na UPH	Disp Subterr. estimada (m ³ /s)	Cobertura do Aquífero na UPH (%)	Indicador da Disp Subterr. na UPH (m ³ /s)
		Poti-Piauí	128.522	40,27	23.500	18%	7,36	47%	
		Serra Grande	32.384	79,85	1.764	5%	4,35	4%	
		Urucuia-Areado	144.178	166,38	3.268	2%	3,77	7%	
Itaueiras	10.200	Corda*	34.720	0,00	620	2%	7,92*	6%	1,59*
		Fraturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	18	0%	4,79*	0%	
		Fraturado Semiárido*	707.838	0,00	67	0%	7,90*	1%	
		Longá*	23.305	0,00	166	1%	5,50*	2%	
		Cabeças	48.859	66,43	2.256	5%	3,07	22%	2,37
		Poti-Piauí	128.522	40,27	7.112	6%	2,23	70%	
Longá	24.200	Barreiras*	170.870	0,00	1.716	1%	8,89*	7%	5,27*
		Fraturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	1.196	0%	9,81*	5%	
		Fraturado Semiárido*	707.838	0,00	371	0%	18,00*	2%	
		Litorâneo Nordeste-Sudeste*	60.759	0,00	1	0%	0,00*	0%	
		Longá*	23.305	0,00	4.053	17%	9,97*	17%	
		Pimenteiras*	39.779	0,00	2.305	6%	9,25*	10%	
		Cabeças	48.859	66,43	6.111	13%	8,31	25%	5,11
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	144	0%	0,01	1%	
		Poti-Piauí	128.522	40,27	4.235	3%	1,33	18%	
		Serra Grande	32.384	79,85	4.044	12%	9,97	17%	
Médio Parnaíba	16.300	Barreiras*	170.870	0,00	141	0%	11,20*	1%	4,30*
		Corda*	34.720	0,00	1.883	5%	23,44*	12%	
		Fraturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	428	0%	18,64*	3%	
		Motuca*	19.645	0,00	1.593	8%	7,50*	10%	
		Pastos Bons*	7.696	0,00	243	3%	4,86*	1%	

UPH	Área da UPH (km ²)	Aquífero	Área Total do Aquífero (km ²)	Disp. do Aquífero (m ³ /s)	Área do Aquífero na UPH (km ²)	% do Aquífero na UPH	Disp Subterr. estimada (m ³ /s)	Cobertura do Aquífero na UPH (%)	Indicador da Disp Subterr. na UPH (m ³ /s)
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	6.425	13%	0,51	39%	1,00
		Poti-Piauí	128.522	40,27	5.534	4%	1,73	34%	
Poti	52.200	Corda*	34.720	0,00	1.957	6%	12,56*	4%	5,39*
		Fraturado Centro-Sul*	1.137.226	0,00	255	0%	132,07*	0%	
		Fraturado Semiárido*	707.838	0,00	10.090	1%	9,29*	19%	
		Longá*	23.305	0,00	2.885	12%	9,29*	6%	
		Pastos Bons*	7.696	0,00	623	8%	13,91*	1%	
		Pimenteiras*	39.779	0,00	3.301	8%	10,39*	6%	
		Cabeças	48.859	66,43	9.503	19%	12,92	18%	17,86
		Pedra de Fogo	50.085	3,96	1.859	4%	0,15	4%	
		Poti-Piauí	128.522	40,27	7.422	6%	2,33	14%	
		Serra Grande	32.384	79,85	14.262	44%	35,16	27%	

* Dados referentes à capacidade de extração dos poços em operação.

7.2. DEMANDAS HÍDRICAS (USOS MÚLTIPLOS)

Para caracterização das demandas hídricas na BHRP são considerados os usos consuntivos e não consuntivos da bacia. A quantificação das demandas relacionadas aos usos consuntivos foi disponibilizada pela ANA, estimadas no Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (2016a), a qual quantifica os usos (i) abastecimento humano urbano e rural, (ii) criação animal, (iii) uso industrial e (iv) irrigação v) mineração. Os valores médios anuais por município e por tipo de uso pode ser consultado no ANEXO E.

Quanto as demandas não consuntivas os principais usos não consuntivos da Bacia do Rio Parnaíba foram caracterizados (i) geração de energia hidrelétrica, (ii) pesca e aquicultura, (iii) navegação e (iv) turismo e lazer.

7.2.1. Usos CONSUNTIVOS

A vazão de retirada total, considerando os usos referidos, é de aproximadamente 21,72 m³/s. A maior demanda é registrada na UPHPoti, a qual representa 20% do total retirado na BHRP (Figura 138).

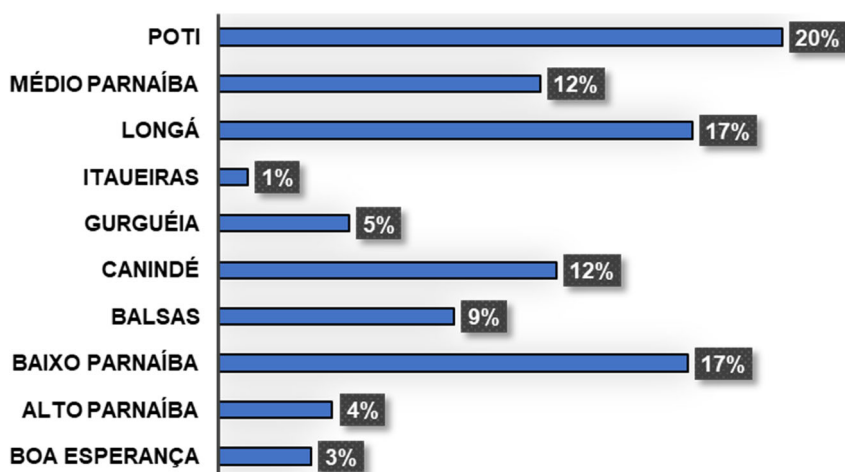


Figura 138. Representatividade das UPHs na vazão de retirada total na BHRP.

Quanto ao uso o mais representativo na BHRP é a irrigação correspondente a 56% da vazão de retirada total da BHRP seguido pelo abastecimento humano 32%, dessedentação animal 8%, industrial 5% e o uso referente a mineração o menos representativo, com valores inferiores a 1% (Figura 139).

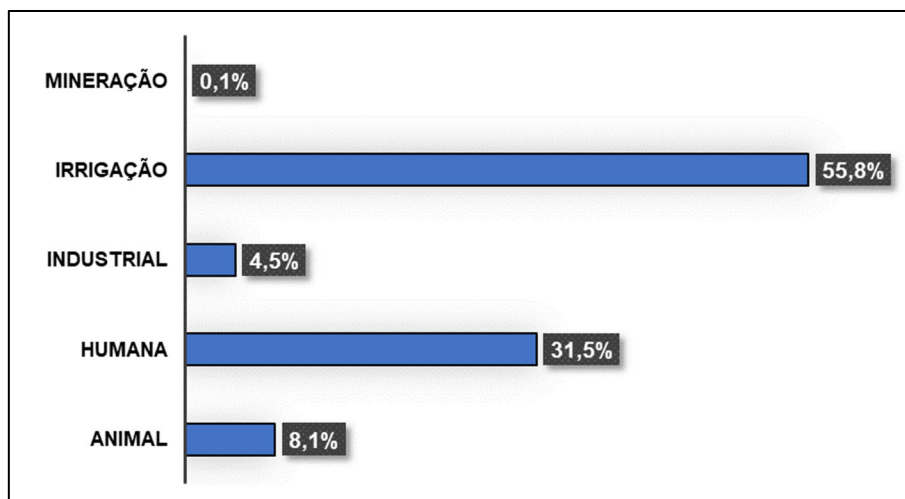
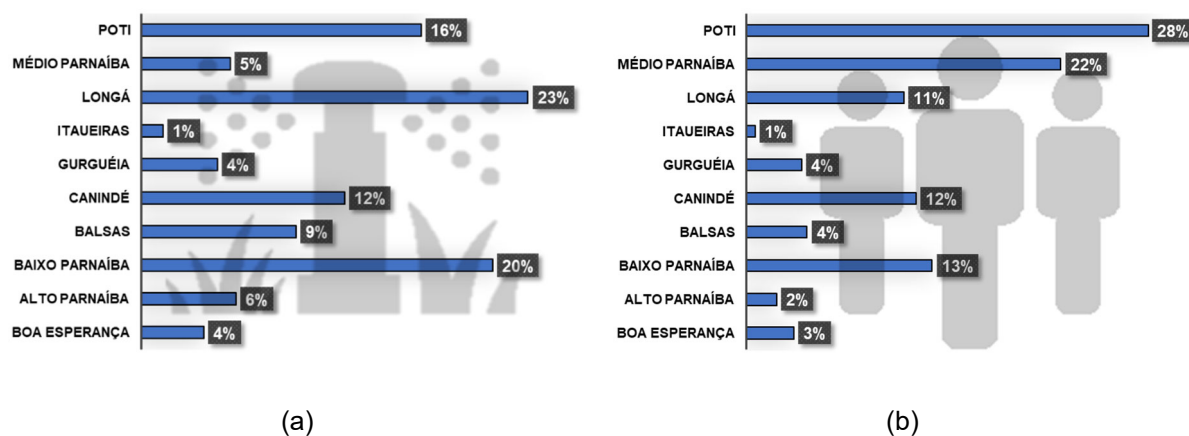
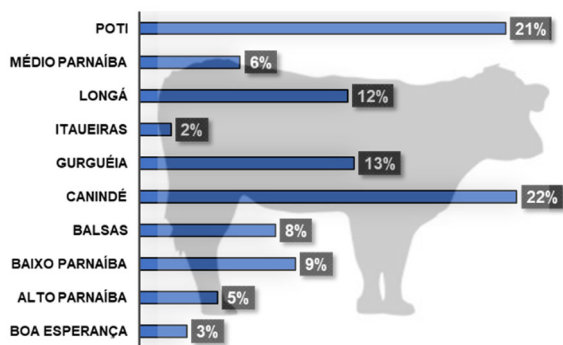


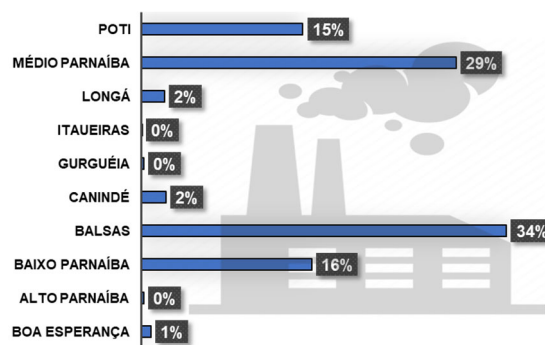
Figura 139. Distribuição percentual das vazões de retirada, quanto aos diferentes usos na BHRP.

A Figura 140 apresenta a representatividade das UPHs na demanda dos diferentes usos. A maior demanda frente a irrigação é registrada na UPH Longá, a unidade hidrológica representa 23% do total demandado para o uso na BHRP. Para o uso humana destacam a UPH Poti (28%) e o a UPH do Médio Parnaíba (22%). Quanto ao uso animal é mais expressivo na UPH Canindé (22%). A UPH de Balsas se destaca no uso industrial (34%) e o uso da mineração destaca-se na UPH Poti.

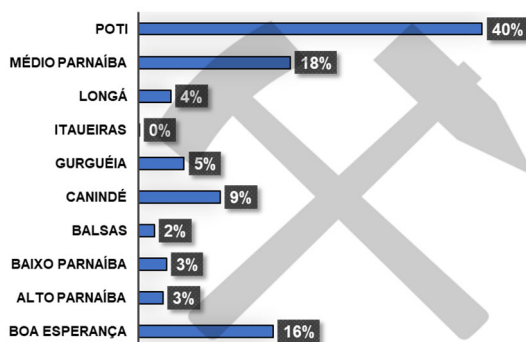




(c)



(d)



(e)

Figura 140. Distribuição percentual das vazões de retirada, quanto aos diferentes usos nas UPH – (a) irrigação; (b) Humano; (c) criação animal; (d) industrial; (e) mineração.

Nas figuras abaixo (Figura 141 a Figura 145) e possível observar a distribuição das vazões de retirada dos diferentes usos por ottotrecho. A figura ainda remete a vazão de retirada total por UPH, por meio de símbolos com tamanhos proporcionais a representatividade da UPH frente ao uso, permitindo assim evidenciar as UPHs mais representativas para os distintos usos.

Legenda

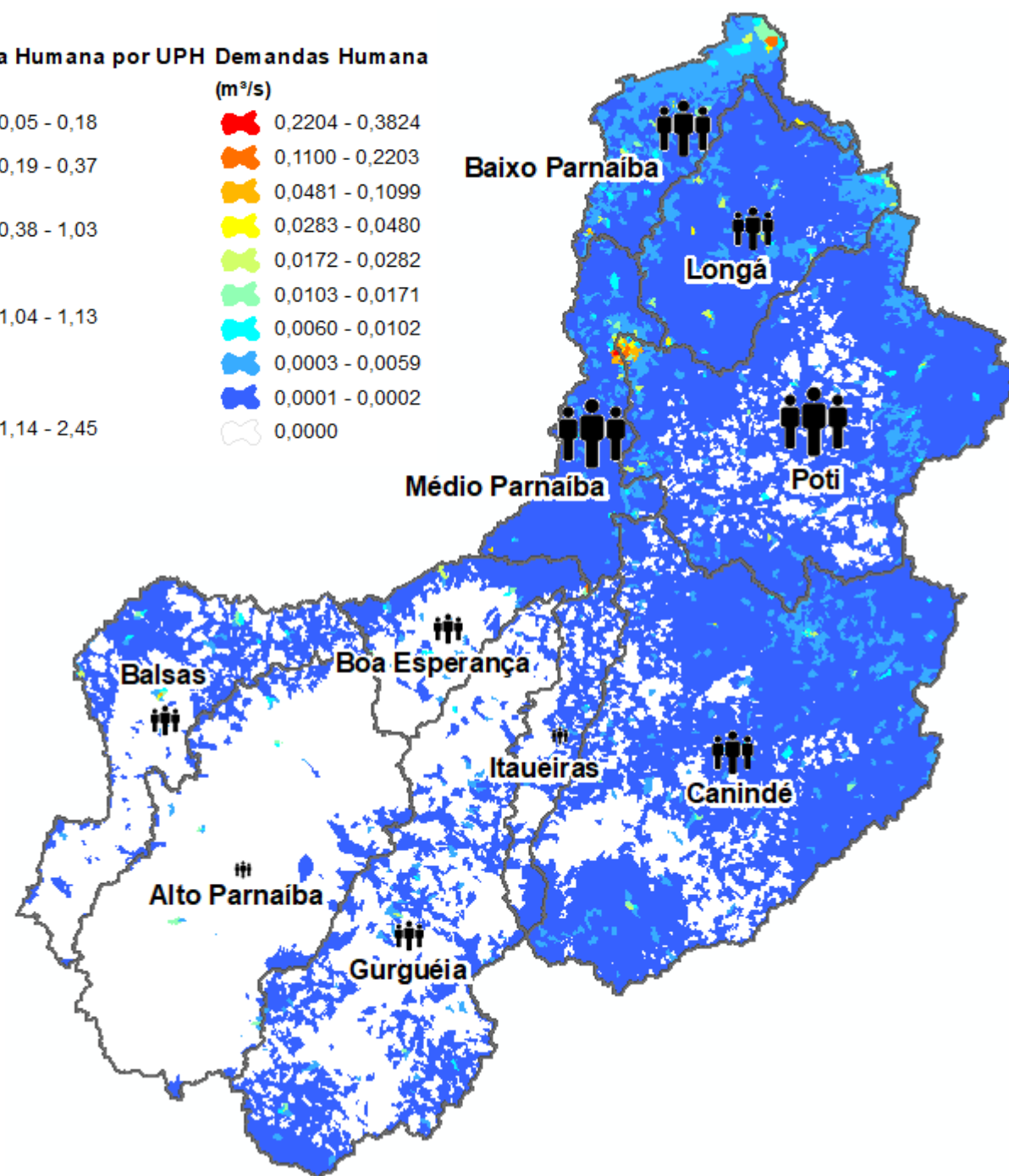
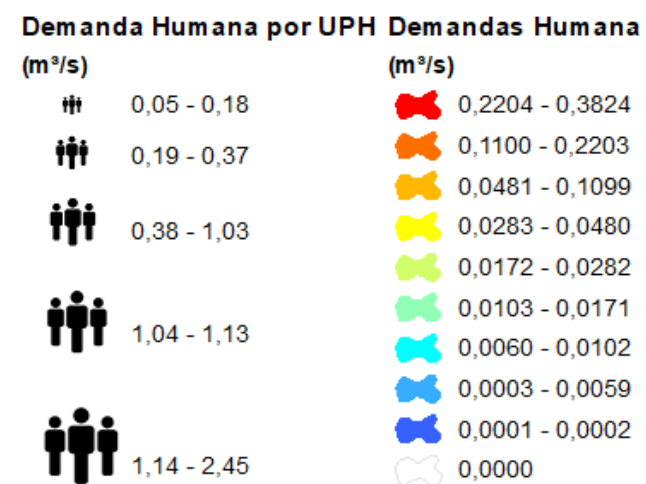


Figura 141. Vazões de retirada uso humano nos ottotrechos e por UPHs.

Legenda

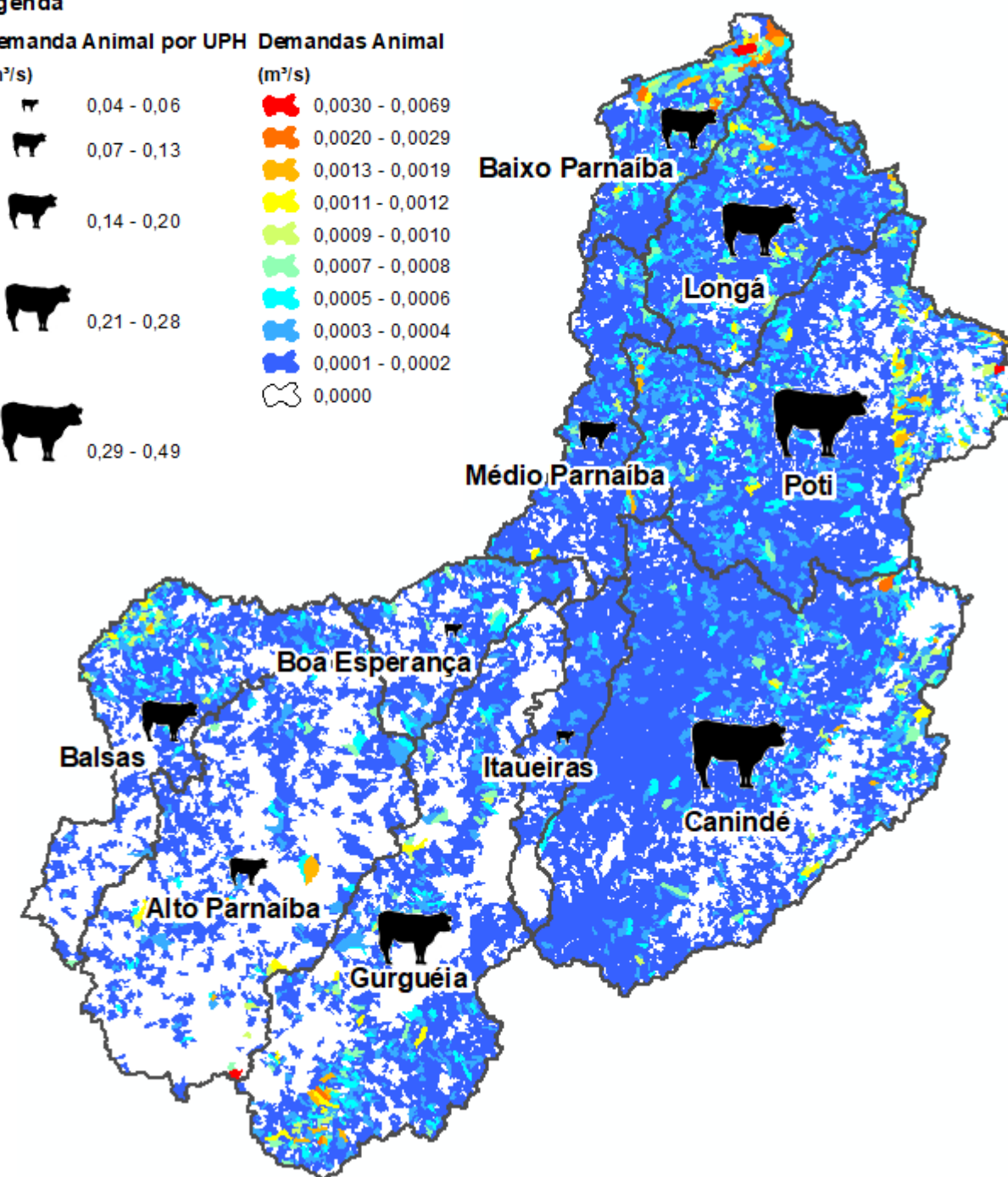
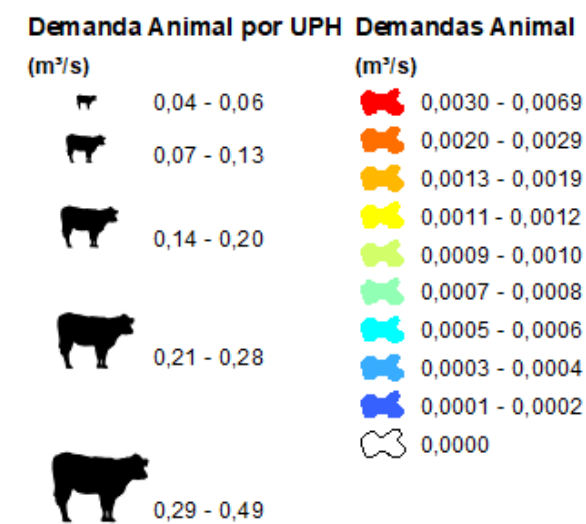


Figura 142. Vazões de retirada uso para criação animal nos ottotrechos e por UPHs.

Legenda

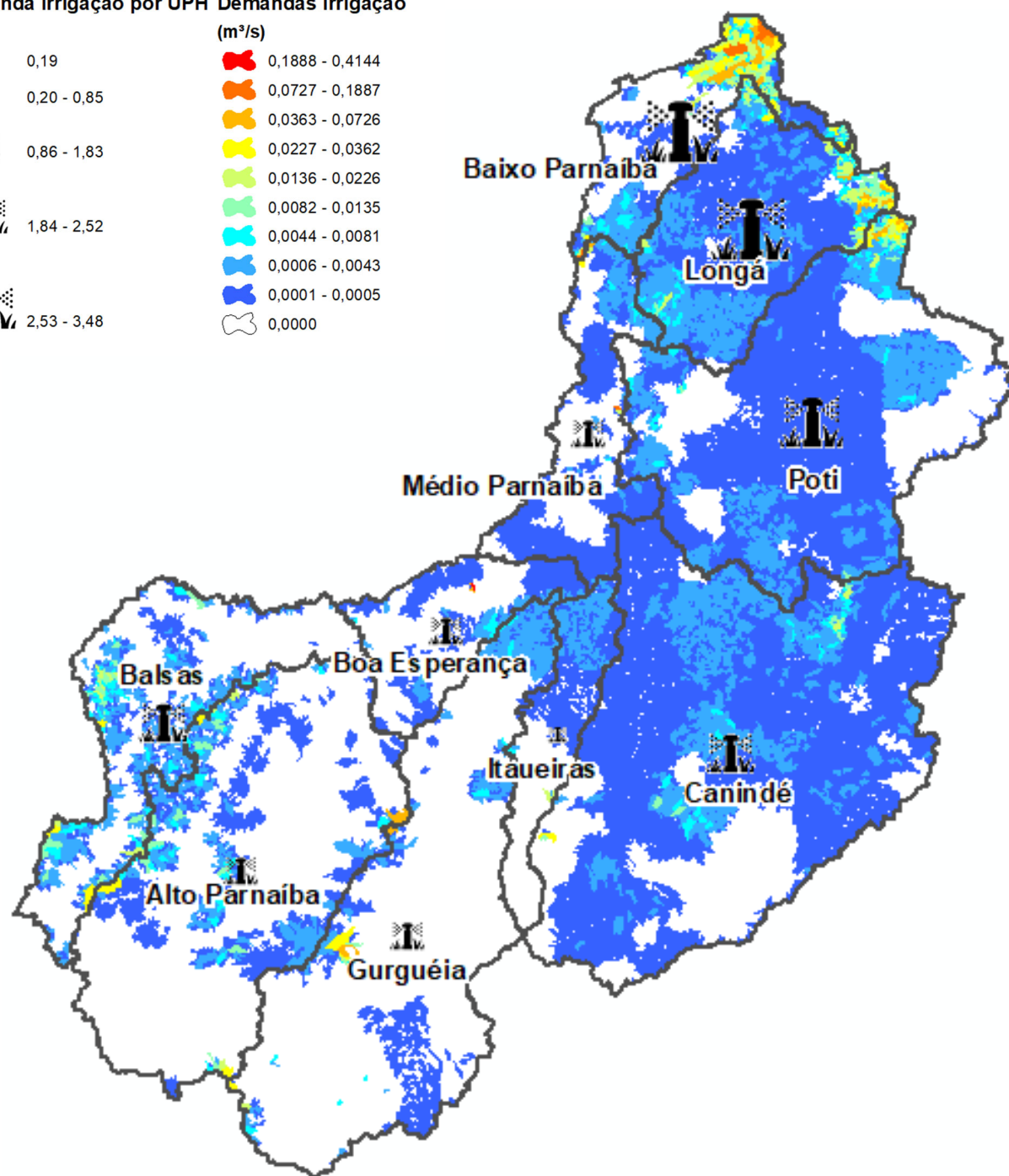
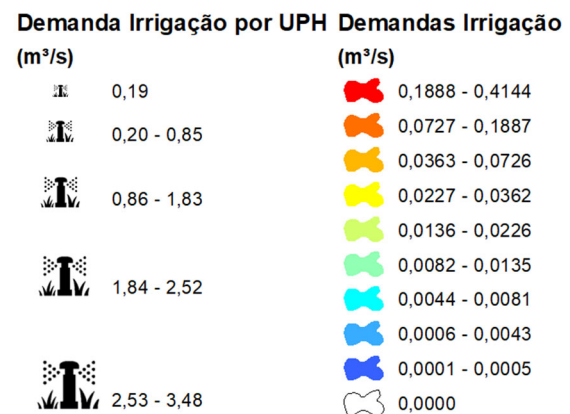


Figura 143. Vazões de retirada uso para irrigação nos ottotuchos e por UPHs.

Legenda

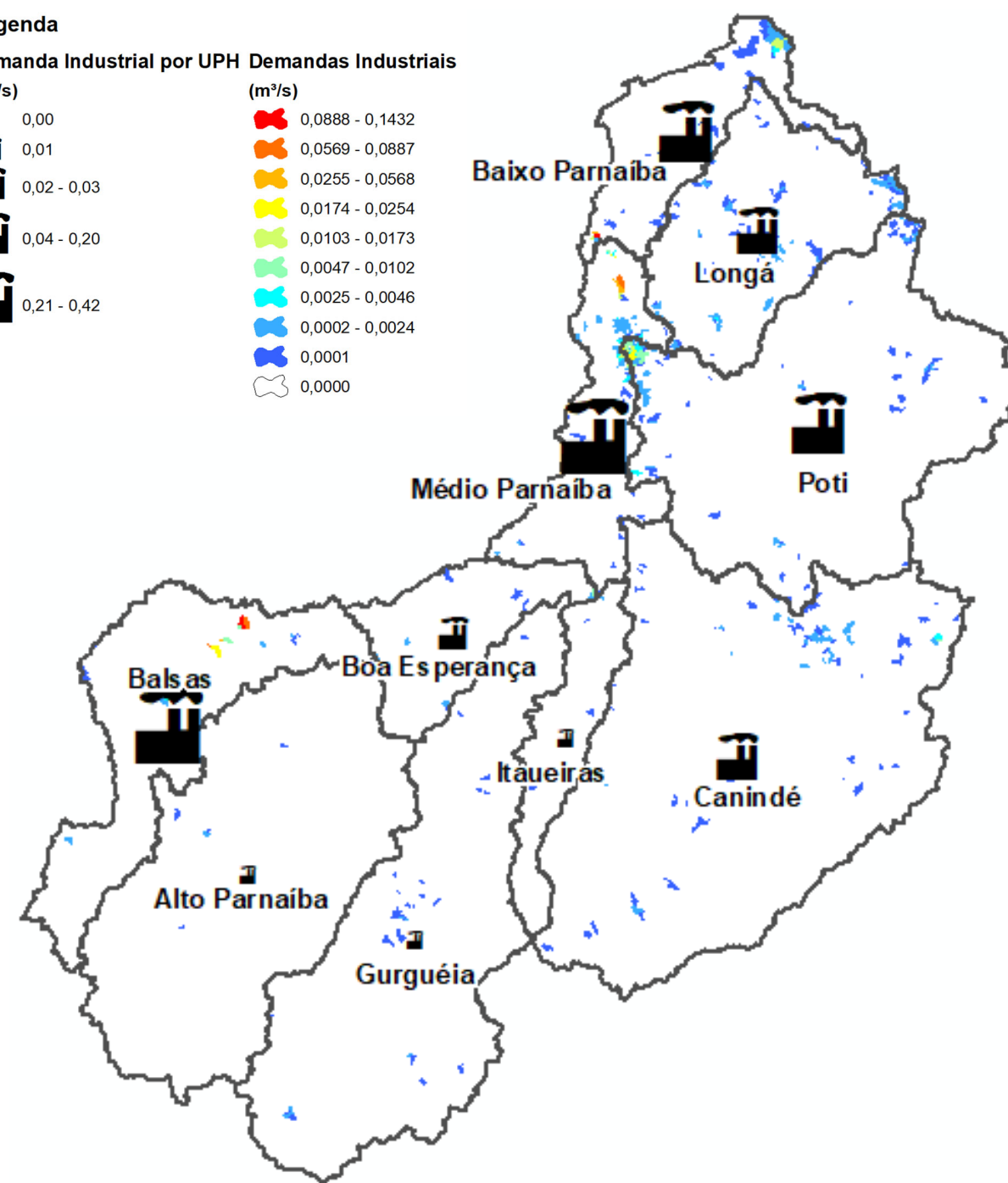
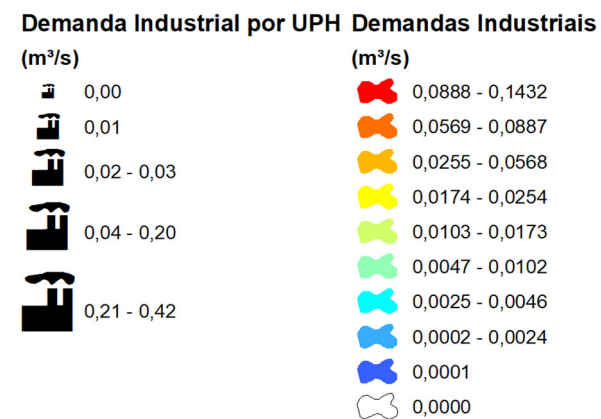


Figura 144. Vazões de retirada uso industrial nos ottotuchos e por UPHs.

Legenda

Demanda da Mineração por UPH (m³/s)		Demandas da Mineração (m³/s)	
	0,00		0,0888 - 0,1432
	0,01		0,0569 - 0,0887
	0,02 - 0,03		0,0255 - 0,0568
	0,04 - 0,20		0,0174 - 0,0254
	0,21 - 0,42		0,0103 - 0,0173
			0,0047 - 0,0102
			0,0025 - 0,0046
			0,0002 - 0,0024
			0,0001
			0,0000

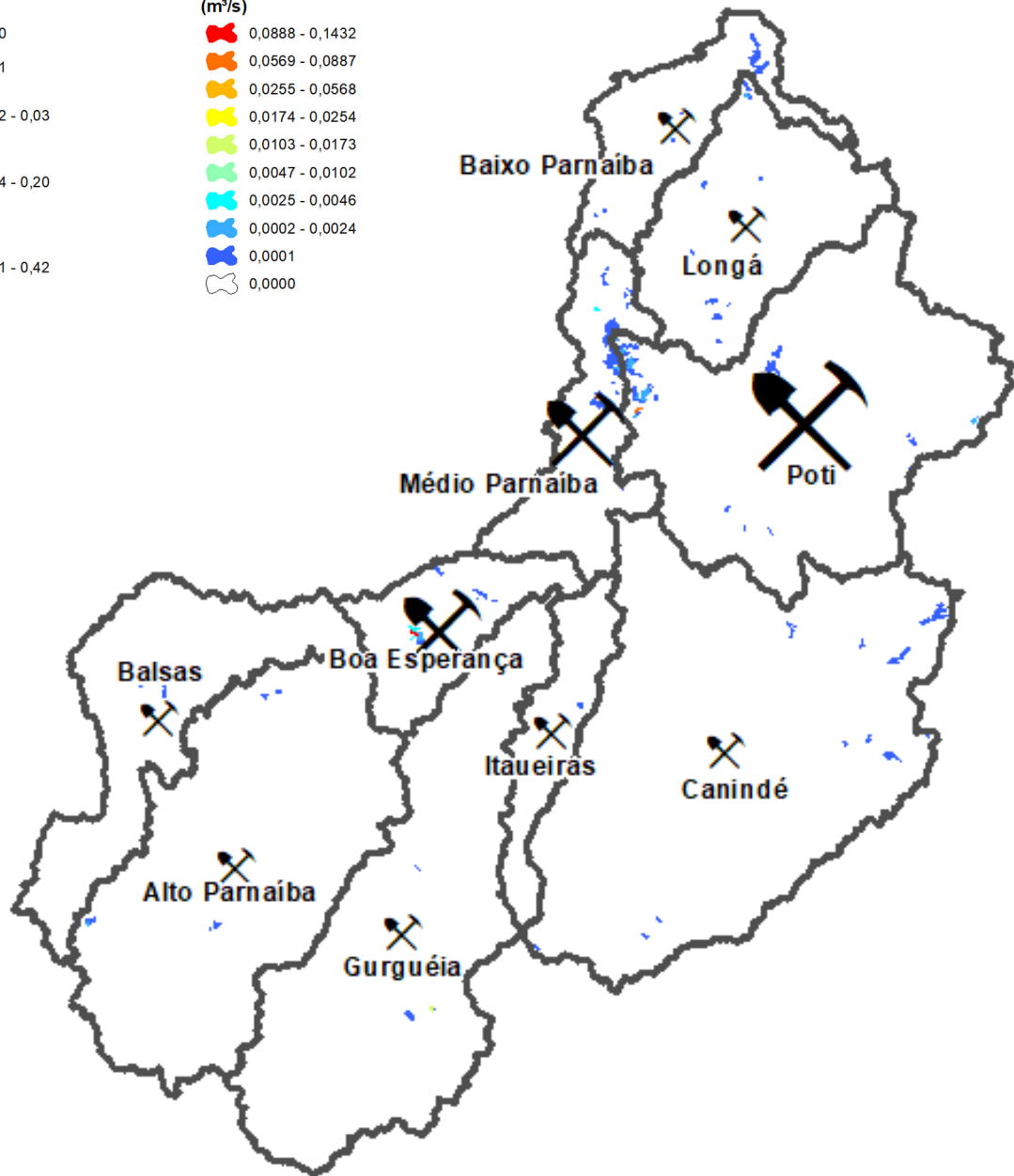


Figura 145. Vazões de retirada uso para mineração nos ottotrechos e por UPHs.

As maiores vazões de retirada para o uso humano, são registradas nos municípios de Teresina e Timon.

O uso dos recursos hídricos para criação animal é mais representativo no Canindé com demanda de 22% em relação a vazão de retirada total na BHRP. A nível municipal destacam-se os municípios de Crateús e Independência ambos inseridas na UPH Poti, que registram as maiores vazões de retirada na BHRP.

O uso do recurso para irrigação se destaca na UPH Longá, 23% do total da BHRP. Apesar da unidade hidrográfica não ser a mais representativa em termos de área plantada, a região está inserida na parcela semiárida da BHRP, logo sofre com períodos de estiagem, sendo a irrigação um recurso que permite a viabilidade agricultura na região. A nível municipal destaca-se o município de Araisos/MA integrante da UPH Baixo Parnaíba com maior demanda frente ao uso, seguido do município de Guaraciaba do Norte/CE da UPH Poti e Viçosa do Ceará/CE da UPH Baixo Parnaíba.

A vazão de retirada para fins industriais, não é expressivo na BHRP, aproximadamente 4%. A UPH Balsa representa 34% do total retirado na BHRP para tal fim, seguido da UPH Médio Parnaíba com 29%. O município de São Raimundo das Mangabeiras/MA da UPH Balsas registra a maior vazão de retirada da bacia, seguido do município de União/PI da UPH Médio Parnaíba. O município de Teresina/PI integrante da UPH Poti aparece em terceiro lugar frente ao uso.

Quanto ao uso para mineração representa menos de 1% da vazão de retirada na BHRP. Apenas 39 municípios do total de 278 que compõem a BHRP registram demanda frente ao uso. A maior vazão de retirada a nível municipal é registra em Teresina/PI.

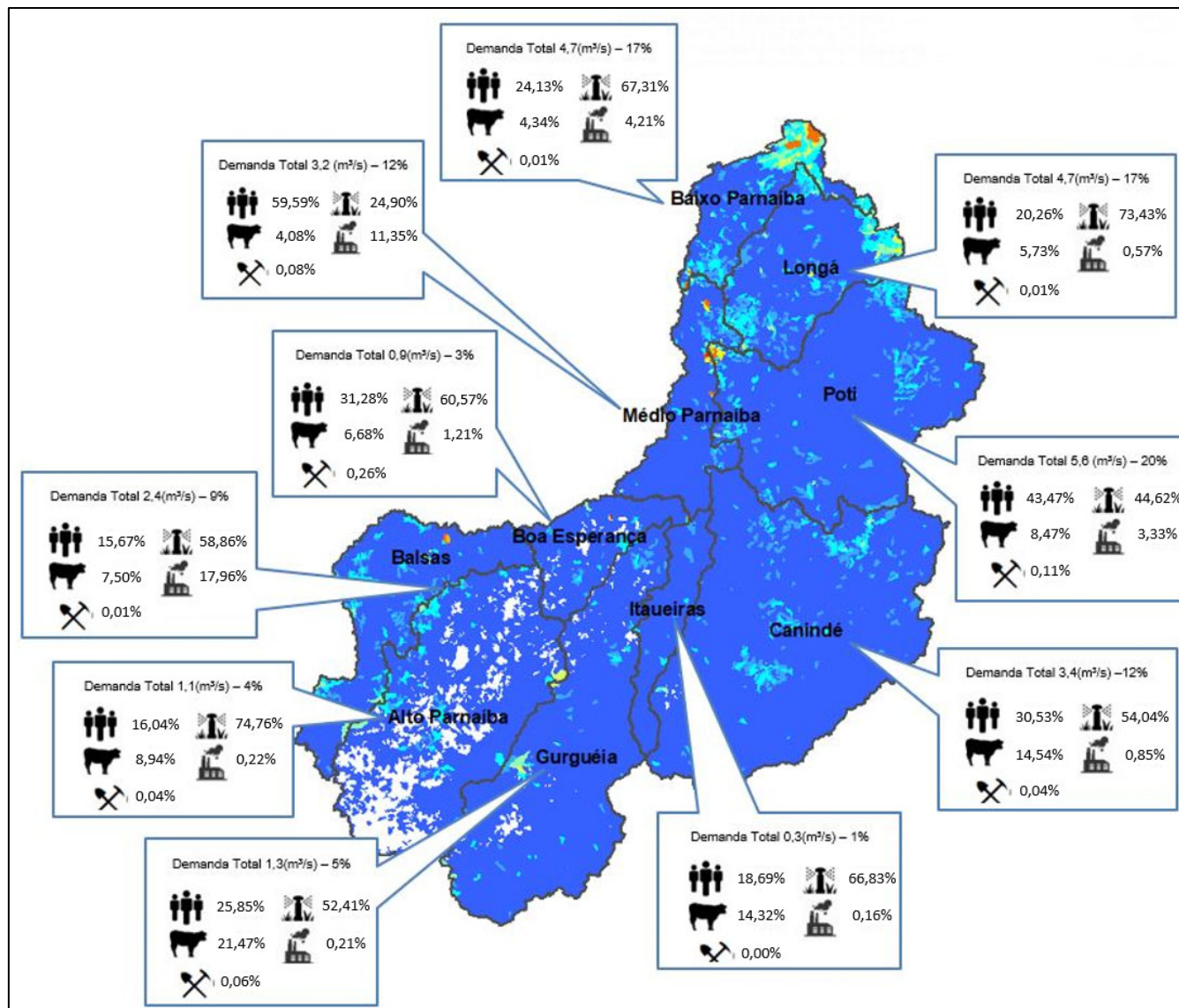


Figura 146. Síntese das demandas, vazões de retirada total, representatividade das UPHs, e composição da retirada total por UPH.

Para facilitar a interpretação dos dados a os valores da vazão de retirada total e por tipo de uso nas UPHs são apresentados na Tabela 46.

Tabela 46. Vazões de retirada (Q m³/s) total e por tipo de uso nas UPHs.

UPH	Retirada total	Uso humano	Uso industrial	Criação animal	Irrigação	Mineração
Alto Parnaíba	1,141	0,183	0,003	0,102	0,853	0,000
Baixo Parnaíba	4,698	1,134	0,198	0,204	3,162	0,001
Balsas	2,362	0,370	0,424	0,177	1,390	0,000
Boa Esperança	0,929	0,291	0,011	0,062	0,563	0,002
Canindé	3,386	1,034	0,029	0,492	1,829	0,001
Gurguéia	1,306	0,338	0,003	0,280	0,684	0,001
Itaueiras	0,291	0,054	0,000	0,042	0,194	0,000
Longá	4,742	0,961	0,027	0,272	3,482	0,001
Médio Parnaíba	3,220	1,919	0,366	0,132	0,802	0,003
Poti	5,641	2,453	0,188	0,478	2,517	0,006
BHRP	27,716	8,735	1,248	2,240	15,478	0,015

Por meio da análise da demanda mensal, observa-se que a demanda apresenta sazonalidade, onde os meses de agosto, setembro e outubro, o trimestre de maior demanda (Figura 147).

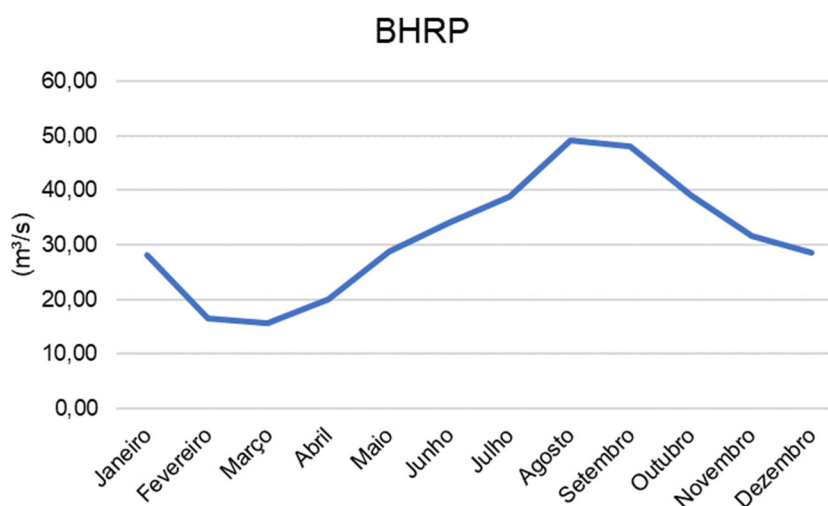
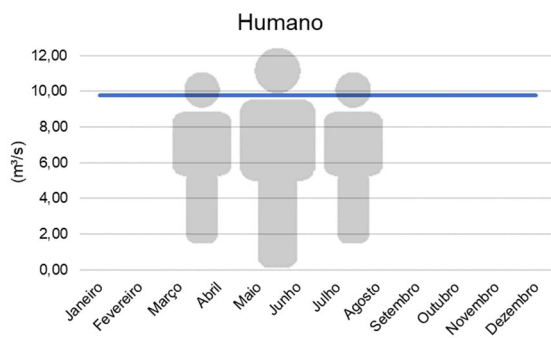


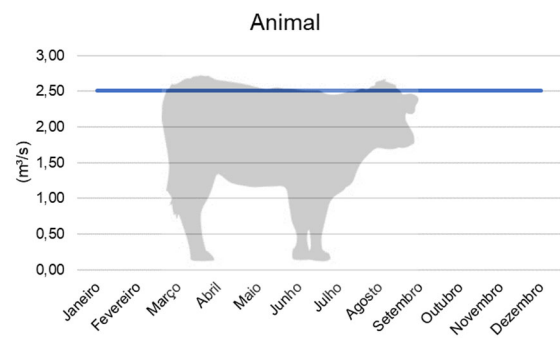
Figura 147. Análise de sazonalidade da demanda total na BHRP.

Este comportamento, de variação na demanda, se deve ao uso do recurso hídrico destinado a irrigação. Como pode ser observado na Figura 148, subclassificada pelas letras de “a” a “e” de acordo com o tipo de uso, com exceção do uso irrigação, os

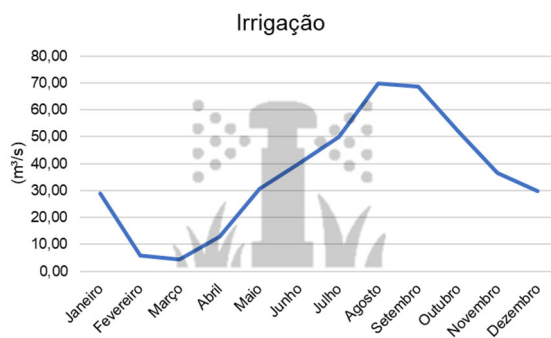
demais usos possuem comportamento constante, ou seja, não apresentam variações na demanda.



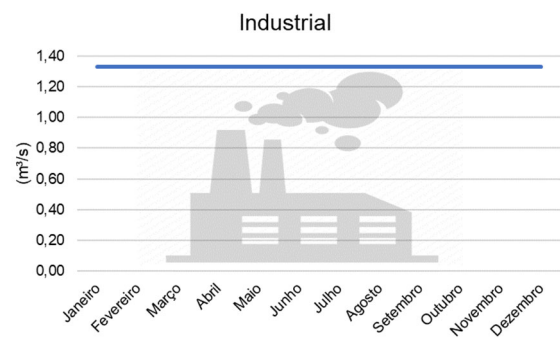
(a)



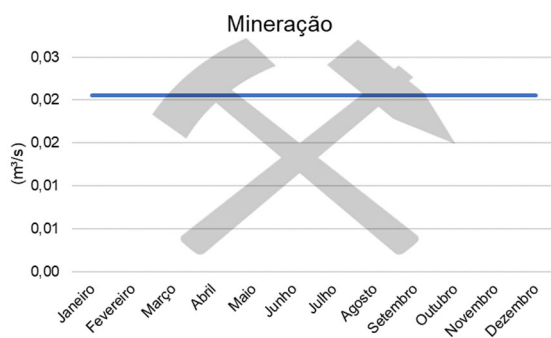
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 148. Análise de sazonalidade da demanda por tipo de uso na BHRP – (a) Humano, (b) Criação Animal, (c) Irrigação, (d) Industrial e (e) Mineração..

7.2.2. Usos NÃO CONSUNTIVOS

7.2.2.1. Energia Hidrelétrica

No setor de geração de energia hidrelétrica, foram levantados todos os empreendimentos hidrelétricos, em estado de operação e em fase de projeto, pertencentes a BHRP, considerando as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e as Usinas Hidrelétricas (UHE). Dentre todos os empreendimentos cadastrados no Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (ANEEL/SIGEL, 2016), apenas a UHE Boa Esperança (Figura 149) encontra-se em operação, com uma potência outorgada de aproximadamente 237 MW.

A UHE Boa Esperança situa-se na UPH de mesmo nome (UPH da Boa Esperança) e se configura no maior e mais importante aproveitamento hidroelétrico da Bacia do Parnaíba. Com um reservatório de 5.085 Hm³ e 352,2 km² de área, seu espelho d'água se estende pelos municípios de Guadalupe no Piauí e São João dos Patos no Maranhão.

Inaugurada na década de 70, a UHE Boa Esperança possui uma área de drenagem de 85.000 Km². De acordo com a Companhia Hidrelétrica do São Francisco – Chesf, atual proprietária do empreendimento, seu represamento é constituído por uma barragem do tipo mista composta por terra-enrocamento, com altura máxima de 53m, e comprimento total de crista de 5.212 m, associada a estruturas de concreto, especificamente: vertedouro dotado de 6 comportas tipo setor (Figura 150) com vazão máxima de 12.000 m³/s; casa de força do tipo semi-abrigada, com 4 unidades geradoras acionadas pelas turbinas, sendo 2 unidades de 55.000kW cada e 2 unidades 63.650 kW cada, com um total de capacidade instalada de 237.300 kW.

Dentre as principais características operacionais da UHE Boa Esperança, destacam-se (CHESF, 2018):

- Área do Reservatório: 352,5 km²
- Volume Total do Reservatório: 5.085 hm³
- Volume Útil do Reservatório: 1.917 hm³
- Nível máximo: 306,50 m
- Nível máximo operativo normal: 304,00 m
- Nível mínimo operativo normal: 298,00 m



Figura 149. Reservatório da UHE Boa Esperança.
Fonte: TV Assembleia Legislativa do Piauí, acesso em abril/2018



Figura 150. Detalhe do Vertedouro da UHE Boa Esperança.
Fonte: Jornal Cidade Verde, acesso em abril/2018

Além da UHE Boa Esperança, verificou-se a existência de outros 22 empreendimentos planejados, em fase de estudos e licenciamentos a saber: 2 Centrais Geradoras Hidrelétricas, 12 Pequenas Centrais Elétricas e, 8 Usinas Hidrelétricas com potencial de geração de aproximadamente 1,3 MW, 137 MW e 615 MW, respectivamente, gerando um incremento de produção de cerca de 750 MW na matriz energética.

Dentre as UPHs, a que possui o maior número de empreendimentos hidrelétricos em fase de estudo e licenciamento é a UPH do Balsas, contabilizando 13 futuras instalações com potencial hidroeelétrico total de aproximadamente 235 MW. Entretanto, é na UPH do Alto Parnaíba que se concentra o maior potencial inventariado, totalizando 334 MW, conforme demonstrado na Tabela 47.

Tabela 47. Distribuição dos empreendimentos hidroeelétricos nas UPHs

UPH	Número de Empreendimentos Hidroeelétricos	Potência total (MW)
UPH da Boa Esperança	1	63
UPH Balsas	13	235
UPH do Alto Parnaíba	4	334
UPH do Médio Parnaíba	2	120
UPH do Poti	2	1,3
Total Geral	22	753

Fonte: (ANEEL/SIGEL, 2016)

A Tabela 48 apresenta um resumo dos empreendimentos hidrelétricos levantados na BHRP, listando, para cada empreendimento, a fase em que se encontra (planejamento ou operação), o tipo de empreendimento, o proprietário, a potência de geração bem como em qual rio se situa e os municípios de abrangência.

A Figura 151 ilustra a especialização dos aproveitamentos hidrelétricos levantados na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Tabela 48. Empreendimentos hidroelétricos por UPH.

Unidade de Planejamento Hidrológico	Nome	Proprietário	Potência (KM)	Rio	Tipo	Situação em 2018	Municípios
UPH Boa Esperança	Boa Esperança (Antiga Castelo Branco)	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco	237.300	Rio Parnaíba	UHE	Operação	Guadalupe (PI) e São João dos Patos (MA)
UPH Boa Esperança	Cachoeira	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF, Construtora Queiroz Galvão S.A., ENERGIMP S.A. e CNEC Projetos de Engenharia S.A.	63.000	Rio Parnaíba	UHE	Planejamento	Barão de Graujá (MA) e Floriano (PI)
UPH Balsas	A2E5	Atiaia Energia S.A. e Omega Energia Renovável S.A.	3.100	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	A2E6	Atiaia Energia S.A. e Omega Energia Renovável S.A.	5.540	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	A2E7	Atiaia Energia S.A. e Omega Energia Renovável S.A.	6.470	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	A2E9	Atiaia Energia S.A. e Omega Energia Renovável S.A.	8.500	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	Ásia	Atiaia Energia S.A. e Omega Energia Renovável S.A.	7.100	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	Cachoeira	PEC Energia S.A.	8.600	Rio Cachoeira	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	Ferrugem	não identificado	16.570	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	Gado Bravo	Atiaia Energia S.A.	23.000	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	Matão Novo	Atiaia Energia S.A.	19.000	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	São Gregório	não identificado	14.290	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	São Pedro	não identificado	12.120	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH Balsas	Taboa	Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF	98.000	Rio das Balsas	UHE	Planejamento	Sambaíba (MA) e São Raimundo das Mangabeiras (MA)
UPH Balsas	Três Barras	não identificado	12.640	Rio das Balsas	PCH	Planejamento	Balsas (MA)
UPH do Alto Parnaíba	Canto do Rio	Minas PCH S.A. e Empresa Comercializadora de Energia Ltda - ECE	44.000	Rio Parnaíba	UHE	Planejamento	Santa Filomena (PI) e Tasso Fragoso (MA)
UPH do Alto Parnaíba	Ribeiro Gonçalves	Construtora Queiroz Galvão S.A., CNEC Worleyparsons Engenharia S.A. e ENERGIMP S.A.	113.000	Rio Parnaíba	UHE	Planejamento	Loreto (MA) e Ribeiro Gonçalves (PI)
UPH do Alto Parnaíba	Taquara	Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF	43.000	Rio Parnaíba	UHE	Planejamento	Alto Parnaíba (MA) e Santa Filomena (PI)
UPH do Alto Parnaíba	Uruçuí	Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF	134.000	Rio Parnaíba	UHE	Planejamento	Uruçuí (PI)
UPH do Médio Parnaíba	Estreito	Companhia Hidroelétrica do São Francisco - CHESF, Construtora Queiroz Galvão S.A., CNEC Worleyparsons Engenharia S.A. e ENERGIMP	56.000	Rio Parnaíba	UHE	Planejamento	São Francisco do Maranhão (MA) e Amarante (PI)

Unidade de Planejamento Hidrológico	Nome	Proprietário	Potência (KM)	Rio	Tipo	Situação em 2018	Municípios
UPH do Médio Parnaíba	Castelhano	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF, Construtora Queiroz Galvão S.A., ENERGIMP S.A. e CNEC Projetos de Engenharia S.A.	64.000	Rio Parnaíba	UHE	Planejamento	Parnarama (MA) e Palmeiras (PI)
UPH do Poti	Buji	não identificado	650	Rio Poti	CGH	Planejamento	Castelo do Piauí (PI) e Juazeiro do Piauí (PI)
UPH do Poti	Esperança	não identificado	650	Rio Poti	CGH	Planejamento	Castelo do Piauí (PI)

*UPH Longá, Canindé e Gurguéia não há registros de aproveitamento hidroelétricos.

Fonte – ANEEL/SIGEL, 2016; Consórcio Nascente à Foz, 2018: reconhecimento de campo e entrevistas semiestruturadas.

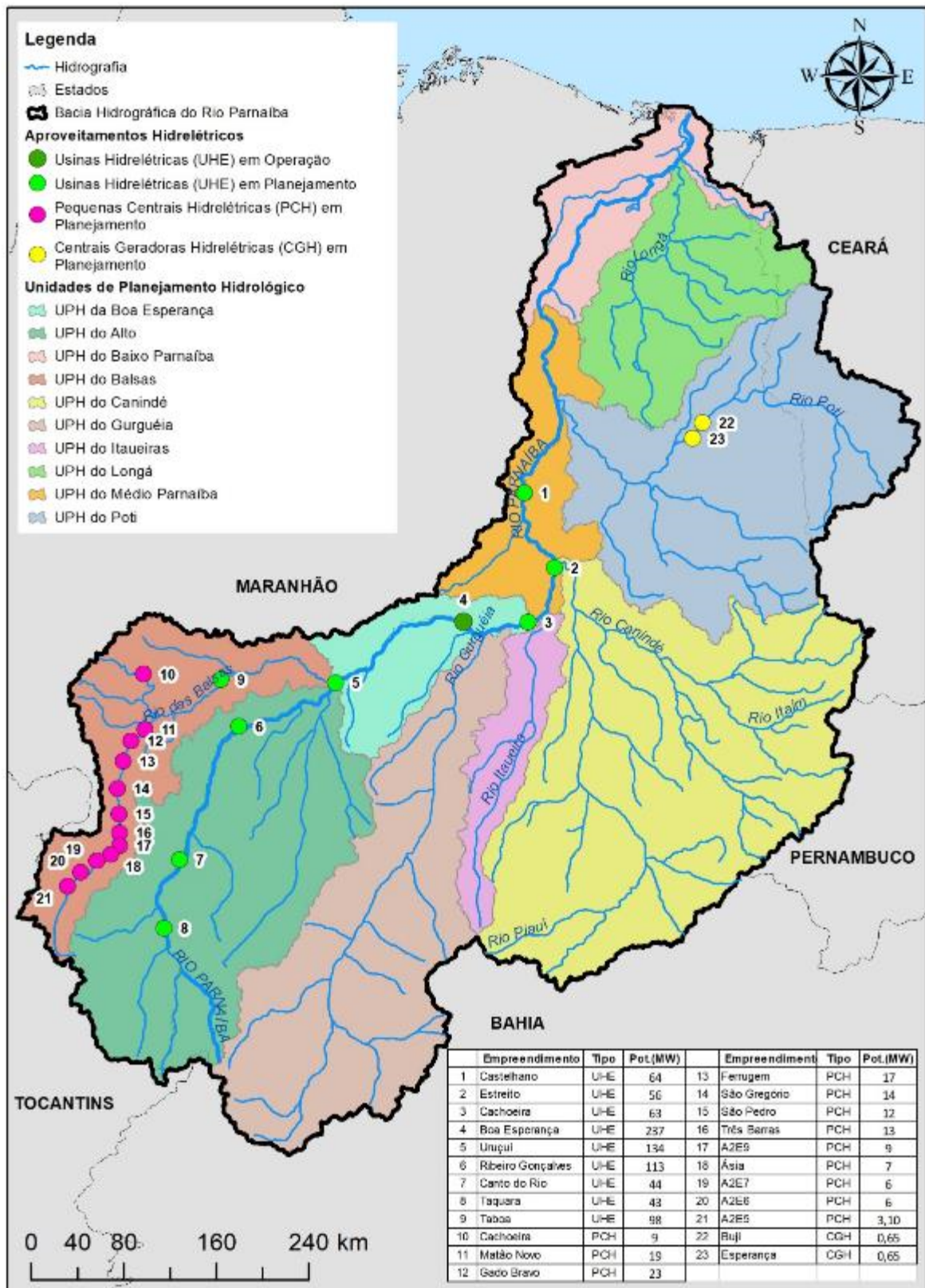


Figura 151. Aproveitamentos Hidrelétricos na Bacia do Parnaíba
(Mapa 39 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

7.2.2.2. Pesca e Aquicultura

A produção de pescado no mundo em 2016 foi de 170,9 milhões de toneladas (FAO, 2018). Deste total, a produção oriunda da pesca (capturas) representa 53% enquanto a produção aquícola (cultivos) corresponde a 47%. Porém, a produção mundial de pescado utilizada para consumo humano foi de 151 milhões de toneladas, das quais 52,91% foram da aquicultura, o que nos mostra que a maior parte do consumo mundial de pescado já é de origem aquícola.

Na década de 1970, ou seja, há menos de 50 anos, a aquicultura era responsável por menos de 1% da produção mundial de pescado para consumo humano, enquanto na publicação *Fish to 2030*, a FAO estima que no ano de 2030, a aquicultura será responsável por mais de 60%. Ainda segundo a FAO (2018), o consumo mundial de pescado em 2016 foi o mais alto da história, atingindo 20,3 kg/ habitante.

De acordo com a Embrapa (2018), a pesca baseia-se na retirada de recursos pesqueiros do ambiente natural. Já a aquicultura é baseada no cultivo de organismos aquáticos geralmente em um espaço confinado e controlado. A grande diferença entre as duas atividades é que a primeira, por ser extrativista, não atende as premissas de um mercado competitivo. Já a aquicultura possibilita produtos mais homogêneos, rastreabilidade durante toda a cadeia e outras vantagens que contribuem para a segurança alimentar, no sentido de gerar alimento de qualidade, com planejamento e regularidade.

Assim, percebe-se claramente que há uma tendência de aumento do consumo de pescado em nível mundial e que a aquicultura será a maior responsável por atender a esta crescente demanda por pescado em nível mundial.

Pesca

A pesca possui 3 modalidades: Pesca artesanal – caracterizada principalmente pela mão de obra familiar, além de possuir baixo grau tecnológico nas capturas; Pesca industrial – caracterizada pela captura de pescado com embarcações de médio ou grande porte e geralmente dispõe de equipamentos de alta tecnificação; Pesca esportiva ou amadora – que tem como objetivo o lazer, turismo e desporto e não visa a produção nem o comércio de pescado (EMBRAPA, 2018).

Na BHRP predomina a pesca artesanal, contando com 63 colônias de pescadores no estado do Piauí situadas as margens dos rios principais, mas que se concentram na região da UPH do Longá. Considerada uma das atividades econômicas mais tradicionais do Brasil, a pesca artesanal é exercida por produtores autônomos, em regime de economia familiar ou individual, ou seja, contempla a obtenção de alimento para as famílias dos pescadores ou para fins exclusivamente comerciais. É uma atividade baseada em simplicidade, na qual os próprios trabalhadores desenvolvem suas artes e instrumentos de pescas, auxiliados ou não por pequenas embarcações,

como jangadas e canoas. Esses pescadores atuam na proximidade da costa, dos lagos e rios (FEPEPI, 2015).

O povoamento e repovoamento de reservatórios do Estado do Piauí (conhecidos como peixamentos), vem sendo desenvolvidos pela SEMAR, e mais recentemente pela Codevasf como parte das ações estratégicas de revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Considerando os aspectos sociais e econômicos, pode-se dizer que a atividade de peixamentos se torna mais importante à medida que aumenta a pressão de captura sobre os estoques pesqueiros naturais ou exóticos, os adventos de represamentos de rios para geração de energia, a retirada da mata ciliar, a poluição das águas e morte de rios (BANCO DO NORDESTE, 2013).

A produção de alevinos de espécies nativas para recomposição da ictiofauna de rios, lagoas e grandes reservatórios hídricos visa não só à revitalização desses ambientes, mas também a sustentabilidade da atividade pesqueira, com o aumento da abundância de peixes e a diminuição dos efeitos da pressão do esforço de pesca sobre algumas espécies mais visadas, além de adicionalmente possibilitar a recuperação do estoque de algumas espécies de peixes que se encontram ameaçadas de extinção.

As ações realizadas pela Codevasf promovem ainda a conscientização ambiental com foco na interdependência entre conservação da biodiversidade, qualidade de vida e economia local, perpetua as espécies na bacia e melhoram a qualidade de vida da população ribeirinha.

Aquicultura

Atualmente, por definição, a aquicultura é considerada uma atividade multidisciplinar, referente ao cultivo de diversos organismos aquáticos, incluídos neste contexto plantas aquáticas, moluscos, crustáceos e peixes, sendo que a intervenção ou manejo do processo de criação é imprescindível para o aumento da produção (OLIVEIRA, 2009).

A aquicultura passou a destacar-se significativamente no cenário mundial a partir de 1990, quando acrescentou 13,1 milhões de toneladas de pescado as 85,9 milhões de toneladas capturadas no ambiente natural (águas marinhas e continentais). Desde então, o cultivo de organismos aquáticos tem participado de forma crescente, a cada ano, da produção mundial de pescado (PEREIRA, 2012).

As principais atividades aquícolas praticadas no Brasil são a piscicultura (cultivo de peixes) de água doce, a carcinicultura (cultivo de camarões) marinha, e a malacocultura (cultivo de moluscos) marinha; sendo que a malacocultura está dividida entre a mitilicultura (cultivo de mexilhões), a ostreicultura (cultivo de ostras) e a pectinicultura (cultivo de vieiras) (PIAÚ, 2017).

Na BHRP a quantidade de produção da aquicultura, segundo a Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2017, apresentou uma totalidade de 12.9t e o valor de produção total foi de R\$111,26 milhões (Tabela 49).

De acordo com a caracterização da ictiofauna realizada no RP02, as espécies mais abundantes na Bacia são: lambari, cascudo e cará-açu. As espécies nativas com potencial econômico são: curimatã, corvina, piranha, surubim, arenque, fidalgo, mandubê, piaui, piratinga, traíra e mandi. Contudo, as principais espécies produzidas na região, segundo a Pesquisa Pecuária do IBGE (2017), são a Tambacu/Tambatinga, Tambaqui, Tilápia e o Camarão (Figura 152).

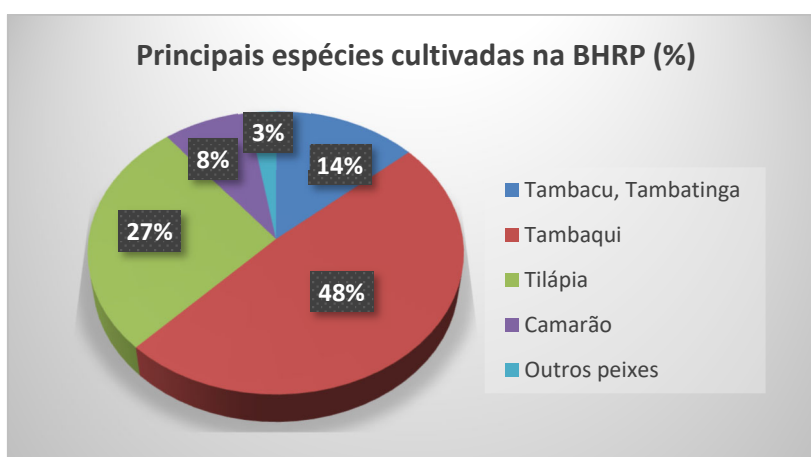


Figura 152. Principais espécies cultivadas na aquicultura da BHRP.

Dos 278 municípios pertencentes a BHRP, a pesquisa sobre a produção aquícola resultou registros em apenas 219 deles. Observando a distribuição da produção por UPH (Figura 153) verifica-se que a prática da aquicultura se concentra prioritariamente na região do Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba, representando respectivamente, 33% e 23% do total da produção total da BHRP.

Tabela 49. Distribuição da produção aquícola

UPH	Produção (t)	%	Produção (mil reais)
Alto Parnaíba	108	1%	833,00
Baixo Parnaíba	2914	23%	34.842,00
Balsas	843	7%	5.259,00
Boa Esperança	502	4%	4.057,00
Canindé	770	6%	6.750,00
Gurguéia	232	2%	2.324,00
Itaueiras	21	0,2%	267,00
Longá	1809	14%	13.968,00
Médio Parnaíba	4273	33%	31.938,00
Poti	1430	11%	11.020,00
Total	12900	100%	111.258,00

Fonte: IBGE (2017).

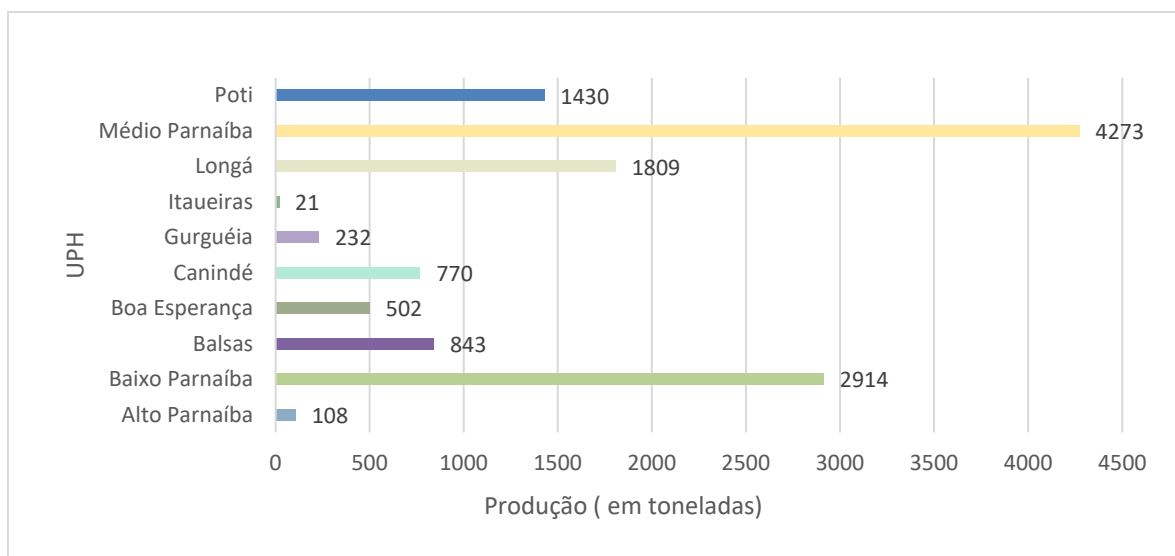


Figura 153. Distribuição da produção aquícola nas UPHs (2017).

Fonte: IBGE (2017).

A piscicultura está em constante expansão no Piauí (estado que integra a maior parte da BHRP) e têm se mostrado uma alternativa a mais de renda para a população, melhorando seu nível de vida, gerando renda e difundindo tecnologia de criação de peixes em cativeiro, suprindo o mercado regional e diminuindo a pressão da pesca sobre os rios da região (LOPES, 2012).

Importante ressaltar que os principais fornecedores de alevinos de tilápias, pintados e pirarucus para os produtores piauienses são de fora do estado (Ceará, Mato Grosso do Sul, dentre outros). Assim, não são relatados problemas relevantes na oferta de alevinos de tambaquis/ tambatinga. No caso de outros peixes, porém, há dificuldades relatadas, especialmente na sazonalidade desta oferta (surubins e pirarucus) e na qualidade (tilápias).

Desta forma, investimentos em unidades produtoras de alevinos são essenciais para a disponibilização contínua destas espécies, em quantidade e qualidade, visto que são muito adequadas para a criação na região e que ajudarão no desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura no estado.

Segundo a pesquisa pecuária de 2017, a produção de alevinos movimentou aproximadamente 16 milhões de reais na BHRP e não foram registrados municípios produtores de pós-larvas de camarão nem de sementes de moluscos.

A produção aquícola na bacia se restringe a peixes e camarões, não registrando municípios produtores de moluscos e outros produtos como rã, jacaré, sirí, caranguejo, lagosta, etc.

Sobre os sistemas produtivos na Bacia, há o cultivo em viveiros-escavados (Figura 154), preferencialmente nas margens dos rios, e a espécie mais cultivada é o tambaqui. O cultivo em tanques-rede (Figura 155) acontece principalmente nos

reservatórios construídos pelo poder público federal e estadual (açudes e barragens) e a espécie mais cultivada é a tilápia.



Figura 154. Tanques escavados no município de Floriano.
Fonte: Nascente a Foz: Sobrevoo, 2018.

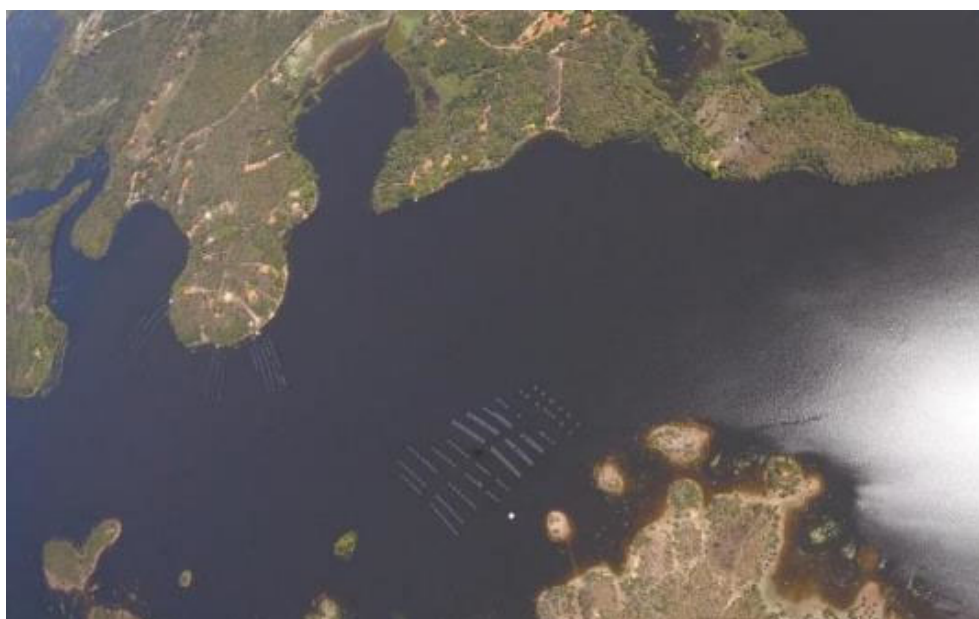


Figura 155. Tanques rede no município de Piracuruca.
Fonte: Nascente a Foz: Sobrevoo, 2018.

A engorda, processamento dos peixes e produção de ração é realizada em poucos municípios do Piauí, e foi possível a identificação desses locais devido ao levantamento realizado pelo Projeto PACU (PIAUI, 2017).

Em relação aos dados econômicos, o consenso das agências é de que existem recursos por parte dos bancos particulares e estaduais, o que falta na essência é preparar o mercado alvo para absorvê-los. Por outro lado, em função das garantias exigidas, os bancos e agências de fomento também burocratizam os processos internos, dificultando com isso a liberação do microcrédito.

Conforme apresentado no **Diagnóstico de Macrozoneamento da Piscicultura no Estado do Piauí** (PIAUÍ, 2017), existe dinheiro disponível para o fomento da piscicultura, mas inexistem projetos que atendem a esta disponibilidade. Os pequenos produtores não conseguem atender as exigências formais das instituições ambientais, por falta de conhecimento e por morosidade no trâmite dos processos internos das instituições responsáveis pelo licenciamento.

Assim, com o objetivo de ampliar a comercialização do pescado no estado a Codevasf está desenvolvendo o projeto “Venda de peixe Vivo em Feira Livre” em parceria com a vigilância sanitária e secretarias municipais de agricultura e associações beneficiadas (CODEVASF, 2018a).

A iniciativa visa apoiar a comercialização do pescado, principalmente a tilápia, produzido nos projetos de piscicultura apoiados pela Codevasf na região. A ideia é fornecer ao consumidor um produto de qualidade, com preço justo, além de contribuir com o aumento da receita dos produtores a partir da venda direta (CODEVASF, 2018a).

Somado a isso, a Codevasf vem promovendo capacitações destinadas a piscicultores, profissionais da área, estudantes e interessados no assunto. O objetivo é proporcionar aos participantes informações sobre gestão das organizações sociais produtivas de piscicultura de forma a melhorar a organização dos recursos financeiros e sua destinação, bem como possibilitar melhor aproveitamento das pessoas e materiais envolvidos no processo produtivo. Além disso, nos cursos são abordados assuntos sobre a correta maneira de alimentar os peixes, o uso da ração adequada, frequência e outros aspectos.

Atualmente, somente no Norte do Piauí, a Codevasf apoia diretamente 236 famílias de pescadores e pescadoras, marisqueiras, catadores de caranguejo e piscicultores familiares, com ações voltadas para a capacitação, gestão produtiva e econômica, comercialização, experimento de campo, entre outras (CODEVASF, 2018b). Sem esse apoio não haveria como desenvolver as atividades em algumas regiões devido à baixa renda da população para aquisição de equipamentos e falta de apoio técnico.

Os principais planos, programas e projetos existentes na bacia podem ser observados na Tabela 50. As informações detalhadas podem ser consultadas na íntegra no Anexo G – Relatório da Caracterização da Aquicultura e pesca da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Tabela 50. Planos, programas e projetos existentes na BHRP sobre a pesca e aquicultura.

Estado	Plano / Programa / Projeto	Objetivo / Descrição
Piauí	Programa de Desenvolvimento territorial – PRODETER BNB ¹	Em execução o Plano de Ação Territorial da Piscicultura no Território Entre-Rios Objetivo: aumentar a produtividade da piscicultura de 174 produtores em 20%, como integrantes do plano existente nos municípios de Demerval Lobão, União, José de Freitas, Nazária, Monsenhor Gil e Miguel Alves, no prazo de quatro anos (2017 a 2020).
	Programa de Produção e Distribuição de Alevinos ²	Este programa priorizou ações de estruturação das principais estações de piscicultura do Piauí: Ademar Braga, em Piripiri; Deputada Francisca Trindade, no Povoado Nazária, em Teresina; e Estação de Porto Alegre do Piauí, no município de mesmo nome. Essas três ações representaram um incremento de mais de 100% na produção de alevinos pelo estado. Em paralelo, por meio de convênios com a Secretaria Estadual de Desenvolvimento Rural, foram capacitados dezenas de técnicos e piscicultores; fornecidos mais de 40.000 alevinos em reservatórios e tanques escavados para diversas regiões do estado; e distribuídos mais de 1.200 tanques-rede, com destaque para os produtores da Cooperativa Regional de Aquicultura de Picos - COAP, que hoje possuem mais de 400 dessas estruturas em operação na criação de peixes.
	Programa de Desenvolvimento da Aquicultura no Delta do rio Parnaíba ³	As ações deste programa se iniciaram em 2003 com ações voltadas para o fortalecimento das atividades de aquicultura e pesca, destacando-se o apoio à estruturação das cadeias produtivas do camarão e do caranguejo no Delta do rio Parnaíba, bem como a realização de cursos de capacitação para técnicos da área de aquicultura. Na região do Baixo Parnaíba, vem sendo apoiada a estruturação do Polo Aquícola da Região de Parnaíba, com destaque para a construção da Unidade de Piscicultura de Parnaíba, viabilizado pela parceria da Codevasf com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP/PR, antigo Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA e Prefeitura Municipal de Parnaíba-PI; reforma do entreposto pesqueiro de Parnaíba e apoio aos catadores de caranguejo do Delta do Parnaíba. Nos últimos anos, a Codevasf, juntamente com o Governo do Estado do Piauí e Embrapa tem investido na estruturação do Centro de Referência em Aquicultura e Recursos Pesqueiros do Vale do Parnaíba - CERAQUA-PHB, no município de Parnaíba-PI, para desenvolver estudos com espécies estuarinas e marinhas.
	Centro de Referência em Aquicultura e Recursos Pesqueiros do Parnaíba ⁴	O CERAQUA-PHB, empreendido na localidade Pedra do Sal, é resultado de uma parceria entre o antigo Ministério da Pesca (atualmente uma Secretaria dentro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), Governo do Estado do Piauí, Codevasf e Embrapa Meio-Norte. O Centro destaca-se por ser um núcleo de Referência em Aquicultura e Recursos Pesqueiros do vale do rio Parnaíba, no que terá fundamental importância para o desenvolvimento de atividades de pesquisa, transferência de tecnologia, produção e extensão em aquicultura e gestão de recursos pesqueiros no contexto dos vales do Parnaíba (PI). O centro dispõe de laboratórios especializados na realização de pesquisas e produção nas áreas de aquicultura, recursos pesqueiros, nutrição, bromatologia, ictiopatologia, genética, limnologia e biotecnologia, contando ainda com estruturas de apoio, como alojamento para pesquisadores e visitantes, refeitório, auditório, salas de treinamento e viveiros para produção e pesquisa.
	Estação de Piscicultura Ademar Braga ⁵	A estação de piscicultura Ademar Braga de Piripiri teve sua capacidade de produção ampliada de 3,5 para 10 milhões de alevinos ano. A estação produz alevinos de espécies nativas que serão destinadas ao povoamento de reservatórios, açudes, rios e produção em tanques-redes distribuídos em todo Estado. Além da reforma e ampliação do prédio da estação de piscicultura, também foram adquiridos vários equipamentos para o laboratório.
	Estação de Piscicultura Deputada Francisca Trindade ⁶	A Estação foi ampliada e foram feitas melhorias de suas instalações, e com isso sua capacidade produtiva foi triplicada – passando de três milhões de alevinos/ano para 10 milhões de alevinos/ano. Além disso, estarão disponíveis para produtores da região os mais modernos recursos tecnológicos em piscicultura. As obras foram realizadas por meio de uma parceria entre a Codevasf e o governo do Piauí.
	Estação de Piscicultura da UFPI ⁷	No Colégio Técnico de Teresina (CTT), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), está sendo desenvolvido um projeto que consiste na criação de peixes para futura comercialização, possibilitando que os alunos adquiram conhecimentos práticos a respeito do manejo da criação de alevinos. No local também serão desenvolvidos trabalhos de pesquisa a partir do projeto.
	Estação de Piscicultura de Parnaíba ⁸	A Base de Aquicultura da Universidade Federal do Piauí – Campus Ministro Reis Velloso está localizada na cidade de Parnaíba – PI, Bairro São Benedito, Avenida Padre Raimundo José Vieira e trabalha em várias vertentes, dentre elas o programa de melhoramento genético iniciado pelos trabalhos de implantação de microchips e larvicultura. A larvicultura de camarões de água doce (nativos do Delta), está sendo produzida pela LABCAM. O laboratório de larvicultura de peixes que irá trabalhar com peixes nativos em sistema de RAS, além do quintal agroecológico que está sendo modificado para a experimentação de modalidades de cultivos diferenciados e replantio das horas econômicas.
	Estação de Piscicultura de Porto Alegre ⁹	O governo do Piauí, construiu a Estação de Piscicultura de Porto Alegre do Piauí, município localizado a 405 quilômetros de Teresina, na região Sul do Estado. A obra é mais uma ação do poder público no sentido de estimular fortemente o desenvolvimento da atividade no Piauí. A estação tem dois importantes significados: fornecer alevinos (filhotes de peixe) de espécies exóticas para piscicultores e repovoar, com espécies nativas, o lago de Boa Esperança, no rio Parnaíba.
Unidade de Piscicultura de Parnaíba ¹⁰	A Unidade-Piloto de beneficiamento de pescado atenderá a demanda de produtores já instalados na região, que soma cerca de 100 hectares de viveiros, e será dotada de equipamentos que permitirão a produção da polpa do pescado, com o aproveitamento da carne retida na carcaça dos peixes após a retirada do filé.	

Estado	Plano / Programa / Projeto	Objetivo / Descrição
	Projeto de Industrialização do Caranguejo-Uçá ¹¹	O projeto-piloto objetivou desenvolver produtos com maior valor agregado, reduzir de forma significativa a mortalidade que ocorre ao longo da cadeia produtiva pelo aproveitamento industrial do caranguejo-uçá na própria região e, como consequência, reduzir o esforço de captura e melhorar a sustentabilidade da exploração do caranguejo-uçá. Além disso, visa incrementar a renda e a profissionalização do setor, melhorando as condições de vida das populações dedicadas a essa atividade extrativista, melhorar e garantir a qualidade sanitária dos produtos colocados no mercado, aumentar o tempo de prateleira e regularizar a oferta de produtos do caranguejo-uçá nos mercados tradicionais, além de abrir novos mercados.
	Programas de Crédito para Piscicultura	Existe diversas instituições bancárias (BNB, BB, BASA, BNDES e Agência de Fomento do Piauí) disponibilizando crédito para a piscicultura em toda a Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba, destinados a fortalecer e modernizar a infraestrutura produtiva do setor, estimulando a sua competitividade e sustentabilidade, mediante o financiamento de todos os itens necessários à viabilização econômica dos empreendimentos de piscicultura, inclusive os destinados à produção de insumos, beneficiamento, preparação, comercialização e armazenamento da produção, bem como o custeio.
	Projeto de Beneficiamento do Pescado da UFPI ¹²	Uma parceria entre o Grupo de Estudos Avançados em Processos Industriais-GEAPI e o Núcleo de Estudos, Pesquisa e Processamento de Alimentos-NUEPPA, da Universidade Federal do Piauí, resultou no desenvolvimento de Tecnologia para despolpamento de peixes. A máquina (despolpadeira) utiliza a técnica de amassamento para filetagem de peixes e aproveita 50% do animal para fabricação de produtos comestíveis para os seres humanos, tornando possível, ainda o aproveitamento dos ossos e cartilagens para a ração animal.
	Projeto de Apoio as Marisqueiras de Ilha Grande ¹³	A Associação dos Catadores de Mariscos de Ilha Grande, constituída por 45 mulheres, recebeu o apoio da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) para incrementar seu trabalho. Entre os itens fornecidos estão aventais, luvas de segurança, caixas d'água, de isopor e plásticas, balanças eletrônicas, redes, tarrafas, mesas de evisceração, freezer horizontal, barco e motores, totalizando um investimento de aproximadamente R\$ 100 mil em inclusão produtiva.
	Projeto de Apoio à Produção de Mariscos ¹⁴	A Associação das Marisqueiras e Filetadeiras de Luís Correia (PI) também recebe o apoio da Codevasf. O grupo, formado por cerca de 50 mulheres, foi beneficiado com a construção de uma unidade produtiva. Somado a isso a Companhia forneceu um veículo, equipamentos, materiais e insumos à Associação.
	Plano de Desenvolvimento da Piscicultura do Piauí ¹⁵	De acordo com a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Rural (SDR 2018), foi elaborado o diagnóstico da piscicultura nos 12 (doze) Territórios de Desenvolvimento do Estado do Piauí, nos meses de março a dezembro de 2018. Segundo a citada secretaria o plano encontra-se em fase de conclusão e por isso seu relatório ainda não foi disponibilizado para consulta. Quando o citado plano for concluído deverá servir como subsídio para a implantação de diversos Programas Estruturantes para a Aquicultura Piauiense.
	Apoio ao Associativismo ¹⁶	A 7ºSR/CODEVASF, desde 2004, vem fomentando a atividade de aquicultura e pesca no estado do Piauí, bem como a implantando projetos de criação de peixes em tanques-rede em barragens/açudes e em viveiros-escavados, tendo como objetivo a formação de mão-de-obra qualificada, além de incentivar o crescimento da atividade piscícola, seja com recurso próprio ou de parceiros. O foco principal é no apoio a entidades coletivas sem fins lucrativos, tais como: associações, cooperativas e colônia de pescadores, com a capacitação de piscicultores e o fornecimento de insumos e equipamentos. Atualmente, a 7ºSR da CODEVASF apoia 39 projetos de piscicultura em tanques-escavados e tanques-rede, bem como atividades pesqueiras desenvolvidas por colônias de pescadores e vendedores ambulantes de caranguejos no estado do Piauí.
Maranhão	Plano Pesqueiro e Aquícola do Maranhão ¹⁷	Tem como objetivo promover a cadeia produtiva da aquicultura em pequena, média e grande escala, aproveitando os recursos hídricos e o apoio a pesca extrativa, elevando assim a oferta de alimentos e a oportunidade de negócios, gerando emprego, renda e desenvolvimento.
	Programa de Capacitação de Produtores ¹⁸	Tem como objetivo capacitar os piscicultores do Estado, principalmente nos chamados Agropolos, fazendo convênios com instituições de ensino, pesquisa e financeiras, para a melhoria da produção, aumento da renda e geração de mais empregos.
	Programa Mais Produção ¹⁹	Tem como objetivo incentivar o uso de novas tecnologias pelos piscicultores, para o aumento da produção, redução de custos e exploração de novas espécies. A Prefeitura de Timon coloca em prática um projeto de agricultura familiar, trinta e três comunidades já possuem entre açudes e tanques de piscicultura que estão ajudando no desenvolvimento da renda e na geração de empregos. Escutando as associações, disponibilizando maquinário necessário e com muito trabalho, o fortalecimento da piscicultura e o incentivo à agricultura familiar hoje é uma realidade na zona rural de Timon.
Ceará	Programa de Produção e Distribuição de Alevinos ²⁰	O Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS, através da Estação de Piscicultura Rodolpho Von Ilhering, localizada a jusante do açude Pereira de Miranda, em Pentecostes-CE, desenvolve trabalho de fomento a piscicultura, com a produção e distribuição de alevinos de espécies exóticas, como o tambaqui e tilápia e espécies nativas, a exemplo do curimatã, para o povoamento e repovoamento dos rios, lagoas e açudes. O programa também visa acelerar a engorda de peixes em viveiros-escavados e tanques-rede com a oferta de proteína animal de alto valor nutritivo e de baixo custo à população.

Fonte: 01 BANCO DO NORDESTE, 2018; 02, 03 CODEVASF, 2016a; 04 CODEVASF, 2010a; 05 CODEVASF, 2010b; 06 CODEVASF 2006a; 07 UFPI, 2015; 08 UFPI, 2017; 09 PIAUÍ, 2005; 10 CODEVASF, 2006b; 11 CODEVASF, 2012; 12 ANDIFES, 2018; 13 e 14 CODEVASF, 2016b; 15 PIAUÍ, 2018; 16 CODEVASF, 2012; 17 MARANHÃO, 2018; 18 MARANHÃO, 2016a; 19 MARANHÃO, 2016b; 20 DNOCS, 2008.

Considerações sobre as potencialidades e aspectos ambientais relacionados as atividades da piscicultura e aquicultura na BHRP.

Sobre os aspectos ambientais, as principais fontes de água para a atividade de piscicultura são: rios, barragens e açudes, na atividade de aquicultura utiliza-se principalmente as águas salobras próximas dos estuários marinhos. Os rios e poços servem como fonte de abastecimento das pisciculturas em viveiros escavados (principalmente para os cultivos de tambaquis/ tambatinga) enquanto as barragens e açudes são utilizadas nos cultivos em tanque-rede (tilápias) (PIAUÍ, 2017).

Assim, verifica-se a importância da utilização correta da água nessa atividade, e a necessidade de um controle de seu uso. Um dos meios para este controle ocorre através dos licenciamentos ambientais de outorga de uso já abordado anteriormente. Segundo o **Diagnóstico de Macrozoneamento da Piscicultura no Estado do Piauí** (PIAUÍ, 2017), 78% dos piscicultores entrevistados não possuem a licença ambiental, uma das razões se deve ao processo que é confuso e burocrático deixando mais da metade (aproximadamente 70%) dos produtores exercendo a atividade de piscicultura e aquicultura sem o licenciamento ambiental de sua atividade.

Cabe ressaltar que anexo a este relatório está sendo entregue o Relatório da Caracterização da Aquicultura e Pesca da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba com as informações na íntegra

7.2.2.3. Transporte Hidroviário – Navegação

A importância do rio Parnaíba como meio de transporte sempre esteve intimamente ligada a história do Piauí e ao crescimento econômico do estado e das cidades ribeirinhas.

Segundo Nunes Filho (2013), constatou-se que a partir da segunda metade do século XIX e da primeira do século XX, a hidrovia do rio Parnaíba foi a grande estrada existente para a integração econômica do Piauí, tendo possibilitado o surgimento e o desenvolvimento de cidades em suas margens que cresceram e se desenvolveram, como é o caso de Floriano, tornando-se o terceiro maior município piauiense até o início da década de 1960, tendo perdido esta posição para a cidade de Picos, a partir do momento que se encerrou o ciclo da navegação fluvial, quando então o transporte de cargas rodoviário tornou-se o principal meio de escoamento de mercadorias a nível nacional.

Os rios Parnaíba e Balsas, juntamente com os canais que formam o Delta do Parnaíba, constituem a Hidrovia do Parnaíba com uma extensão aproximada de 1600 km. Administrada pela AHINOR – Administração das Hidrovias do Nordeste, dispõe de potencial para o escoamento de grãos produzidos nas fronteiras agrícolas em sua área de influência, como o Sul do Piauí, Sudeste do Maranhão e Noroeste da Bahia (ANA, 2005a).

Atualmente a navegação no Parnaíba é praticada por embarcações de madeira autopropulsadas, de pequeno e médio porte, com capacidade de carga variando entre 1,0 e 12,0 toneladas, no transporte de carga geral como: arroz, milho, feijão, babaçu, carnaúba, cana de açúcar, algodão, mandioca, farinha de mandioca, pescados, crustáceos e gêneros diversos, para abastecimento das populações ribeirinhas e passageiros entre as cidades e os diversos povoados ao longo da via (MTPA, 2015).

O Rio Parnaíba é navegável em dois trechos compreendidos entre: a sua foz no Oceano Atlântico e a Barragem de Boa Esperança, no km 749, e a Barragem de Boa Esperança e a cidade de Santa Filomena, no km 1.240, porém a navegação é dificultada devido, principalmente, a alguns obstáculos como bancos de areia e afloramentos rochosos (MTPA, 2015).

No trecho da hidrovia, entre Santa Filomena e Teresina, a navegação encontra-se interrompida na localidade de Guadalupe devido à falta da eclusa que, apesar de apresentar suas obras concluídas desde 1982, ainda não teve os equipamentos eletromecânicos instalados, acarretando uma total interrupção da navegação na barragem.

Já o rio das Balsas é considerado navegável para embarcações de pequeno calado, de sua foz na margem esquerda do rio Parnaíba até a cidade de Balsas (MA), principalmente na época das cheias. Este trecho apresenta uma extensão de 225 km e uma acentuada declividade, que acarreta uma alta velocidade das águas. Esse fato, além de causar o carregamento de grande quantidade de material pelo rio, que se deposita em determinados locais formando bancos de areia e seixos, faz com que a navegação a montante seja bastante lenta (ANA, 2005a).

Sobre o curso navegável do Parnaíba, existem 05 pontes rodoviárias e pequenos atracadouros hidroviários do tipo rampa de acostagem e cais em muro de arrimo nas cidades de Parnaíba, Luzilândia, Barão do Grajaú, Timon, Amarante, União, São Francisco do Maranhão, Palmeirais, Tasso Fragoso, Parnarama, Floriano, Teresina, Alto Parnaíba, Ribeiro Gonçalves, Santa Filomena e no rio das Balsas, Balsas e Loreto (MTPA, 2015).

Atualmente o Piauí é o único estado litorâneo brasileiro que não possui porto. As obras no Porto de Luís Correia foram iniciadas em 1976, porém devido a longas paralisações, falhas nos editais, rescisões contratuais, falta de estudo de impacto ambiental, além de indícios de superfaturamento entre outros, as obras do porto se encontram paralisadas. Através da Figura 156, proveniente da ANTAQ, é possível observar a hidrovia e os portos dentro da BHRP.



Figura 156. Hidrovia do Parnaíba.
(Mapa 40 do RF Caderno de Mapas, reduzido).

No intuito de dispor de uma nova opção de rota para o escoamento de cargas e produtos em geral, o Governo Federal encomendou o Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental (EVTEA) para a implantação da Hidrovia do Parnaíba com recursos da segunda etapa do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2) visando consolidar a navegação longitudinal e transversal nessa hidrovia.

O estudo foi realizado entre os anos de 2012 e 2014 pelo Consórcio HIDROTOPO-DZETA e contemplou todas as cidades ribeirinhas ao rio Parnaíba e Balsas no Maranhão. O objetivo do estudo foi de analisar a possibilidade de tornar os rios Parnaíba e Balsas navegáveis, visando à formação de um corredor de 1.491 km, destinado principalmente ao escoamento de grãos produzidos nos cerrados piauienses. O EVTEA contemplou levantamentos de dados físicos da hidrovia, levantamentos de portos e estruturas físicas existentes e pesquisa de cargas na hidrovia dentre outros (DNIT, 2012).

O trabalho foi dividido em trechos e após concluídos os levantamentos e análises foi montado um panorama geral. O cenário atual da hidrovia do Parnaíba exige uma série ações tais como dragagem, derrocamento, sinalização, layout dos terminais de carga e inclusive modernização das eclusas e todas essas ações estão contempladas no estudo.

A partir das análises identificou-se as áreas de influência da Hidrovia do Parnaíba que compreendem 5 polos agrícolas conforme pode ser visualizado na Figura 157. Esses polos segundo Moura e Robles (2018), estão inseridos na região do MATOPIBA, considerada um importante centro produtor agrícola de alta tecnologia. A área de influência da hidrovia abrange, além das áreas banhadas diretamente pelo rio Parnaíba e rio Balsas, aquelas áreas de entorno que podem ser acessadas através do modal rodoviário e ferroviário.

Além disso, o estudo realizou um comparativo entre os modais ferroviário, rodoviário e hidroviário na BHRP, chegando à conclusão de que o sistema hidroviário seria a melhor alternativa para o escoamento de cargas.

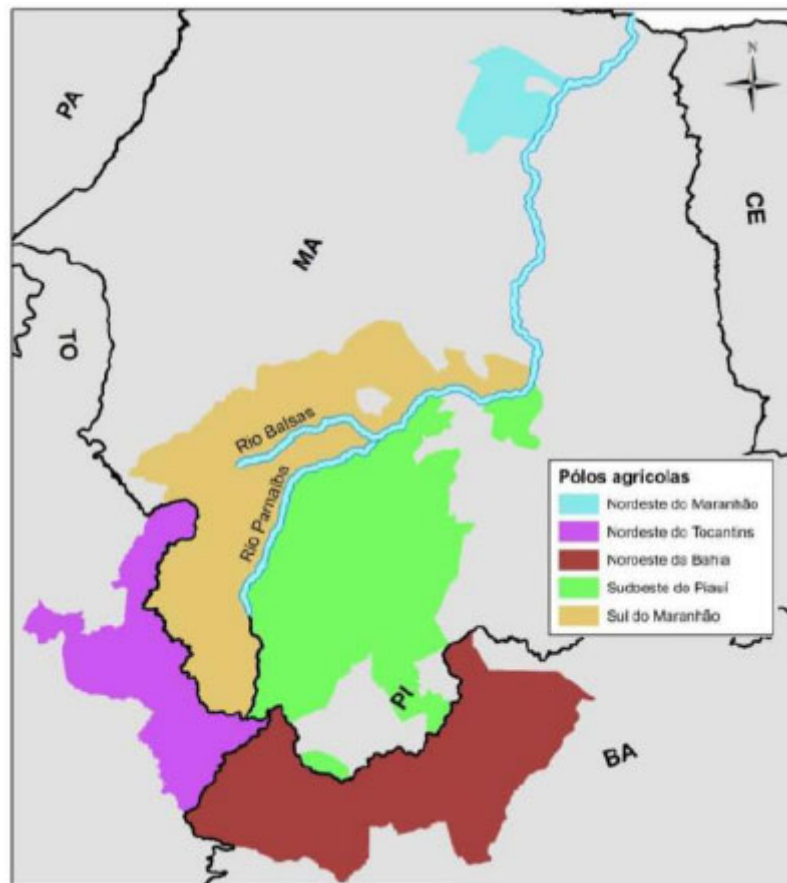


Figura 157. Áreas de influência da hidrovia do Parnaíba.

Fonte: MOURA; ROBLES, 2018.

Por fim, o referido trabalho enumerou as melhorias e obras de infraestrutura necessárias à viabilização da hidrovia apresentando 6 alternativas a serem implementadas para a definição e avaliação de custos e viabilidade da mesma. Após várias simulações e análises recomendou-se a viabilização inicial da alternativa 3 (e a partir do momento em que a hidrovia for sendo consolidada, os outros trechos seriam viabilizados em fases sequenciais).

Segundo o seminário realizado em 2006 sobre a Hidrovia do Parnaíba (ANTAQ, 2009) a implantação da mesma é fundamental para o desenvolvimento das novas fronteiras agrícolas no Nordeste do Brasil, em especial nos Estados do Piauí e do Maranhão, onde nas regiões de maior potencialidade – o sudoeste e sudeste respectivamente–sofre-se pela insuficiência de infraestrutura viária adequada para o atendimento das necessidades de escoamento da produção potencial de grãos, que em 2009 era da ordem de 1.200.000 t/ano, carga esta de vocação tipicamente hidroviária.

Em comparação, a produção de grãos provenientes apenas de soja no ano de 2016 chegou a 1.584.358t, contabilizando a produção advinda dos municípios pertencentes a BHRP (IBGE, 2017). Se considerássemos toda a área de influência da Hidrovia do

Parnaíba, denominada MATOPIBA (composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), este valor seria muito maior.

Outra evidência da necessidade do transporte hidroviário é que segundo Carneiro Filho e Costa (2016) entre os anos de 2000 e 2014, na região do MATOPIBA, a área de soja aumentou de 1 milhão para 3,4 milhões de hectares, representando um crescimento de 253% no período. A maior parte dessa expansão ocorreu sobre a vegetação nativa, consumindo mais de 2 milhões de hectares de vegetação principalmente nos estados do Maranhão e Piauí.

Para ANTAQ (2009) os reflexos econômicos e sociais advindos da entrada em operação da hidrovia do Parnaíba e do Porto de Luís Correia como novos elos intermodais integrando o “Corredor Nordeste” são bastantes significativos:

- - Elevação do nível de renda da população dessas regiões, atualmente tidas como das mais pobres do país;
- - Possibilidade da introdução de práticas agrícolas mais avançadas, evitando-se a forte degradação ambiental observada;
- - A necessária recuperação do curso do rio, em processo de assoreamento generalizado pela falta de proteção, de entrada em operação e preservação de suas margens.

Frente a isso, em dezembro de 2017 a Codevasf coordenou uma expedição técnica ao Rio Parnaíba com o objetivo de coletar dados e informações para realizar os estudos de retomada da navegabilidade do rio, e conseqüentemente, facilitar o escoamento da produção do sul do Piauí até Teresina e Timon (MA).

Após finalizar a expedição e em posse dos diagnósticos preliminares apresentados ao longo da rota de expedição confirmou-se que o Rio Parnaíba é navegável e a partir disso a Codevasf busca a retomada de investimentos para a navegabilidade da Hidrovia do Parnaíba.

7.2.2.4. Turismo e Lazer

A água é o principal atrativo de alguns dos destinos turísticos brasileiros mais visitados como a Amazônia, as Cataratas do Iguaçu e o arquipélago de Fernando de Noronha. Além disso, o Brasil possui diversos recursos naturais que estimulam o ecoturismo como os Parques Nacionais, Estações ecológicas, Reservas Biológicas e Áreas de Proteção Ambiental entre outras.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba muitos dos destinos escolhidos pelos turistas também estão relacionados a água e belezas naturais, porém não é possível desenvolver o ecoturismo sem que ocorram impactos ambientais, entretanto é possível, com planejamento, gerenciar o desenvolvimento turístico com o objetivo de minimizar os impactos negativos, ao mesmo tempo em que se estimulam os impactos positivos (JUSBRASIL, 2018).

Segundo a Agência Nacional de Águas (2005d) os danos ambientais provocados pelo desenvolvimento descontrolado do turismo podem causar poluição, degradação da paisagem, destruição da fauna e da flora, entre outros. A poluição dos recursos hídricos resulta na redução drástica de atividades de recreação e lazer e deflagra o afastamento de turistas. Por isso, é de inegável importância do planejamento das atividades turísticas para prevenir e minimizar os impactos socioambientais decorrentes da atividade recreacional e a degradação dos recursos naturais existentes, principalmente dos recursos hídricos.

Dessa forma, nos últimos anos, com objetivo de evoluir e amadurecer o mercado turístico nacional, o Ministério do Turismo junto aos órgãos oficiais de turismo das unidades da Federação, adotaram a roteirização como estratégica para ampliar e diversificar a oferta turística no País. Os roteiros turísticos englobam os 26 estados e o Distrito Federal, dentro do Programa de Regionalização do Turismo.

De acordo com a Revista Roteiros do Brasil 2011, dentro da BHRP encontram-se 5 roteiros turísticos, sendo eles:

- **Roteiro Lençóis Maranhenses**

Municípios: Tutóia

Atrativos: mar, praia, belezas naturais, artesanato e restaurantes.

- **Roteiro Chapada das Mesas**

Municípios: Riachão

Atrativos: Cachoeiras, cânions, morros, chapadas, rios e córregos.

- **Roteiro Serra da Capivara**

Municípios: Teresina, Amarante, Oeiras, Coronel José Dias e São Raimundo Nonato.

Atrativos: Sítios arqueológicos, caminhadas por vales, chapadas e boqueirões na Serra da Capivara e várias opções de turismo de aventura.

- **Roteiro Surpresa, Aventura e Mistério**

Municípios: Teresina, Pedro II, Piracuruca, Parnaíba e Luís Correia

Atrativos: Gastronomia, artesanato, Parque Nacional Sete Cidades, Delta do Parnaíba e praias.

- **Roteiro Piauí Surpreendente**

Municípios: Teresina, Pedro II, Piracuruca, Parnaíba, Ilha Grande, e Luís Correia.

Atrativos: Belezas naturais, praças, parques, Parque Nacional Sete Cidades, Delta Parnaíba, museus e centros históricos.

Nota-se que todos estes roteiros estão ligados de alguma forma aos recursos hídricos e que quando se fala em aproveitamento das águas para lazer e turismo deve-se dar importância, primeiramente, a capacidade de suporte que o lugar tem para receber os turistas (infraestrutura, instruções de segurança, entre outros).

Nesse sentido além dos roteiros apresentados, o Ministério do Turismo utiliza um outro instrumento de orientação, o Mapa do Turismo Brasileiro. Esse mapa serve para a atuação no desenvolvimento de políticas públicas, tendo como foco a gestão, estruturação e promoção do turismo, de forma regionalizada e descentralizada, ou seja, é com o mapa que são definidas as áreas que devem ser trabalhadas prioritariamente pelo ministério.

Assim, levando-se em consideração algumas variáveis como o número de empregos formais no segmento, a quantidade de leitos e estabelecimentos de hospedagem e o fluxo turístico, os municípios brasileiros com atrativos turísticos foram classificados em categorias, sendo elas: A, B, C, D e E. Desta forma, a categoria A se refere aos municípios mais bem estruturados em relação aos aspectos citados e a categoria E os menos estruturados. Esta categorização e sua atualização constante é importante, principalmente para os municípios, pois apenas aqueles classificados entre 'A' e 'D' podem solicitar apoio a eventos geradores de fluxo turístico devido a infraestrutura que apresentam.

Segundo o Mapa do Turismo Brasileiro (MT, 2017), a BHRP apresenta 12 polos turísticos, e dentro deles estão inseridos 95 municípios, destes apenas Teresina está classificado como categoria A e Parnaíba categoria B, o restante dos municípios ficam entre as categorias C à E. Porém destes polos, apenas 8 estão relacionados aos usos não consuntivos da água.

O turismo associado aos recursos hídricos no país pode ser agrupado em três segmentos principais: i) O turismo e lazer no litoral; ii) O turismo ecológico e a pesca; iii) O turismo e lazer nos lagos e reservatórios interiores (ANA, 2005d) e podemos observar os 3 segmentos dentro da BHRP.

Assim, as principais regiões turísticas relacionadas aos recursos hídricos são descritas a seguir e apresentadas na Figura 158:

Polo Costa do Delta e Polo Delta das Américas: Nestes polos são encontradas atrações turísticas significativas, tanto no segmento Sol&Mar quanto no histórico cultural e esportivo. Além disso, podemos encontrar fortemente nestes polos o segmento "Turismo e lazer no litoral".

Polo das Águas, Polo Chapada das Mesas e Chapada da Ibiapaba: Tem potencial para o ecoturismo, turismo de aventura e turismo de lazer.

Polo das Origens e Polo Aventura e Mistério: Grande potencial para ecoturismo, turismo de aventura, turismo científico e turismo pedagógico.

Polo das Nascentes: Potencial para turismo de lazer e religioso.

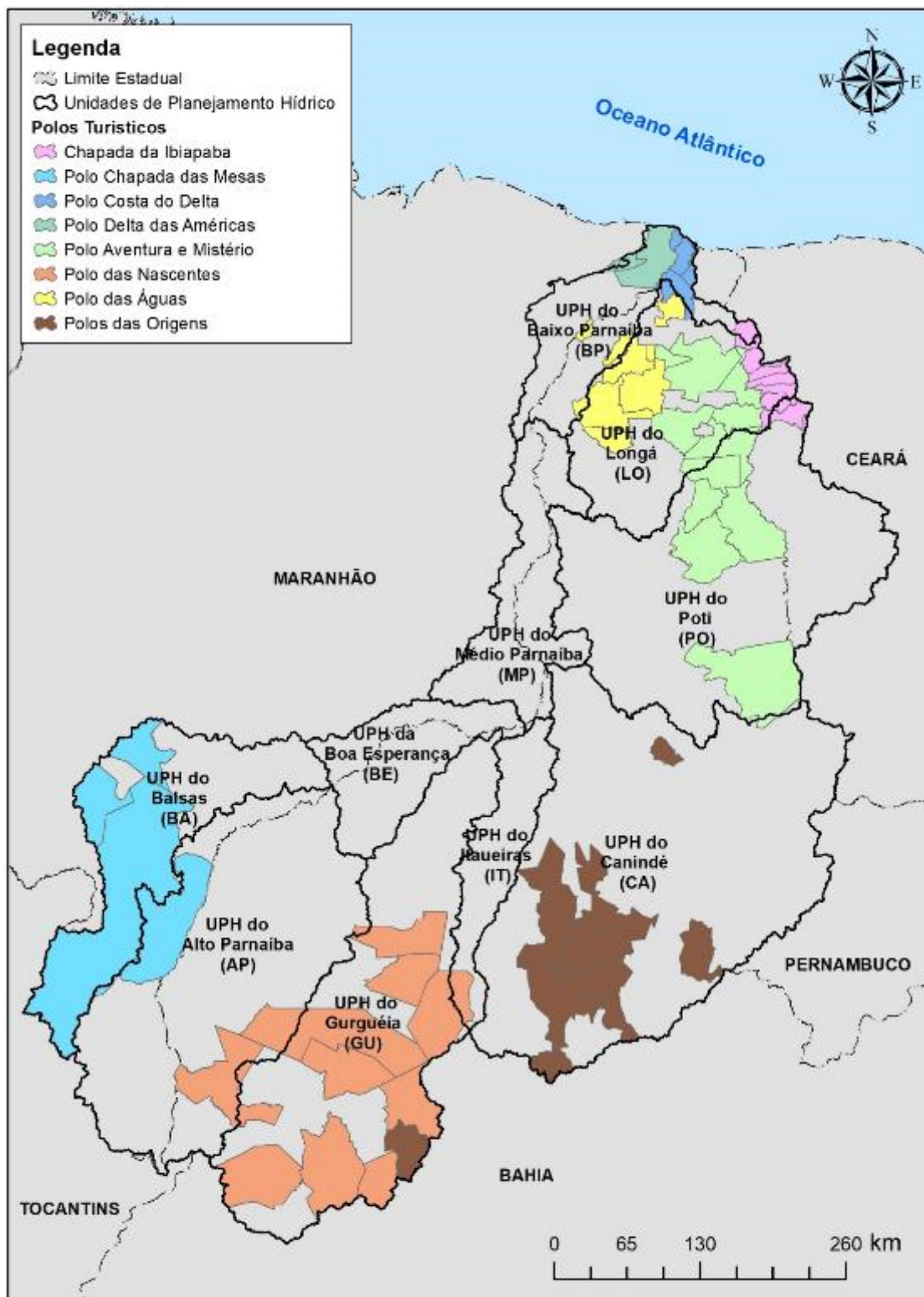


Figura 158. Polos turísticos relacionados aos usos não consuntivos da água.
(Mapa 41 do RF - Caderno de Mapas, reduzido)

Destaca-se a região do Baixo Parnaíba devido ao grande movimento dos visitantes rumo ao litoral piauiense na BHRP na busca por lazer e turismo em recursos hídricos (Figura 158). A grande variedade de atrativos naturais dá à região potencial para o ecoturismo, desde o Delta do Parnaíba até os Lençóis Maranhenses. A histórica cidade de Parnaíba constitui o principal portal para o Delta e os Lençóis, por deter a mais completa rede de serviços da região, inclusive agências de turismo com vínculos com operadoras nacionais (CODEVASF, 2014).

Além de todos os atrativos existentes na BHRP as lagoas, barragens, cachoeiras, açudes e rios, pertencentes aos polos turísticos citados ou não, também são muito frequentados o ano todo, tendo como exemplo: a Cachoeira do Urubu em Esperantina/Batalha, o açude Caldeirão em Piri-piri, o balneário Corredores em Campo Maior, a barragem do Bezerro em José de Freitas, o balneário Curva São Paulo em Teresina, balneário Natal em Monsenhor Gil, os Poços Jorrantes de Cristino Castro, a imensa lagoa de Parnaguá, o balneário Mesa de Pedra em Valença, e a Barragem Piracuruca entre outros. (RAEGA, 2012).

Fica claro ao analisar os polos, o quão diverso é o potencial turístico da BHRP, sendo que existe ainda possibilidades de desenvolvimento de atividades de lazer e do turismo em contato com o meio natural nas barragens e açudes, destacando-se banho aquático e de sol, pesca e mirante. Outras atividades também podem ser executadas nesses locais, desde que haja uma logística de estruturação e de infraestrutura, mostrando-se favorável ao desenvolvimento do ecoturismo, turismo de esportes, turismo de pesca, turismo náutico e turismo de aventura (RAEGA, 2012).

7.2.2.5. Preservação Ambiental

Os usos de água destinados à preservação ambiental são aqueles necessários para manutenção dos ecossistemas aquáticos. Também denominados como uso ecológico, estes não são propriamente um uso, mas uma reserva na qual são vedados ou restritos outros usos, especialmente os de diluição, transporte e assimilação de esgotos e resíduos líquidos, urbanos, industriais e agrícolas (SIGRH, 2017). De forma indireta as áreas para tais fins são respaldadas na legislação ambiental que criam unidades geográficas com restrições ou impedimento quanto aos usos dos recursos hídricos.

Na Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba 4.340 km² são áreas caracterizadas como APPs, correspondendo a 1,3% da área da total bacia. A região fisiográfica com maior área de preservação permanente é o Alto Parnaíba com 2.148 km², seguido do Médio e Baixo Parnaíba com 1.614 e 577 km². Na caracterização quanto as unidades de

conversação e preservação apresentadas RP02¹¹ foram identificadas 34 Unidades de Conservação inseridas na BHRP. Destas, cinco classificam-se como Parques Nacionais, um Parque Estadual, uma Estação Ecológica Federal e uma Estadual, uma Reserva Extrativista, quatro Áreas de Proteção Ambiental Federal e oito Estaduais, uma Floresta Nacional, e 12 Reservas Particulares do Patrimônio Natural. As principais áreas destinadas ao uso ecológico do recurso nos limites da bacia são apresentadas na Figura 159.

O Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba (Alto Parnaíba), Parque Nacional das Setes Cidades (Baixo Parnaíba), Parque Nacional da Serra da Capivara (Médio Parnaíba), Parque Nacional Serra das Confusões (Médio e Alto Parnaíba), Estação Ecológica de Uruçuí-Uma (Alto Parnaíba), pertencem ao grupo de UCs de proteção integral, onde as regras e normas são mais restritivas, visto que a proteção da natureza é o principal objetivo dessas unidades. Nesse grupo é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais; ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou danos aos recursos naturais (MMA, 2018).

¹¹ Relatório Parcial do Diagnostico: Caracterização do Meio Físico e Biótico da Bacia e Caracterização Socioeconômica e Cultural integrante do contrato 0.045.00/2017.

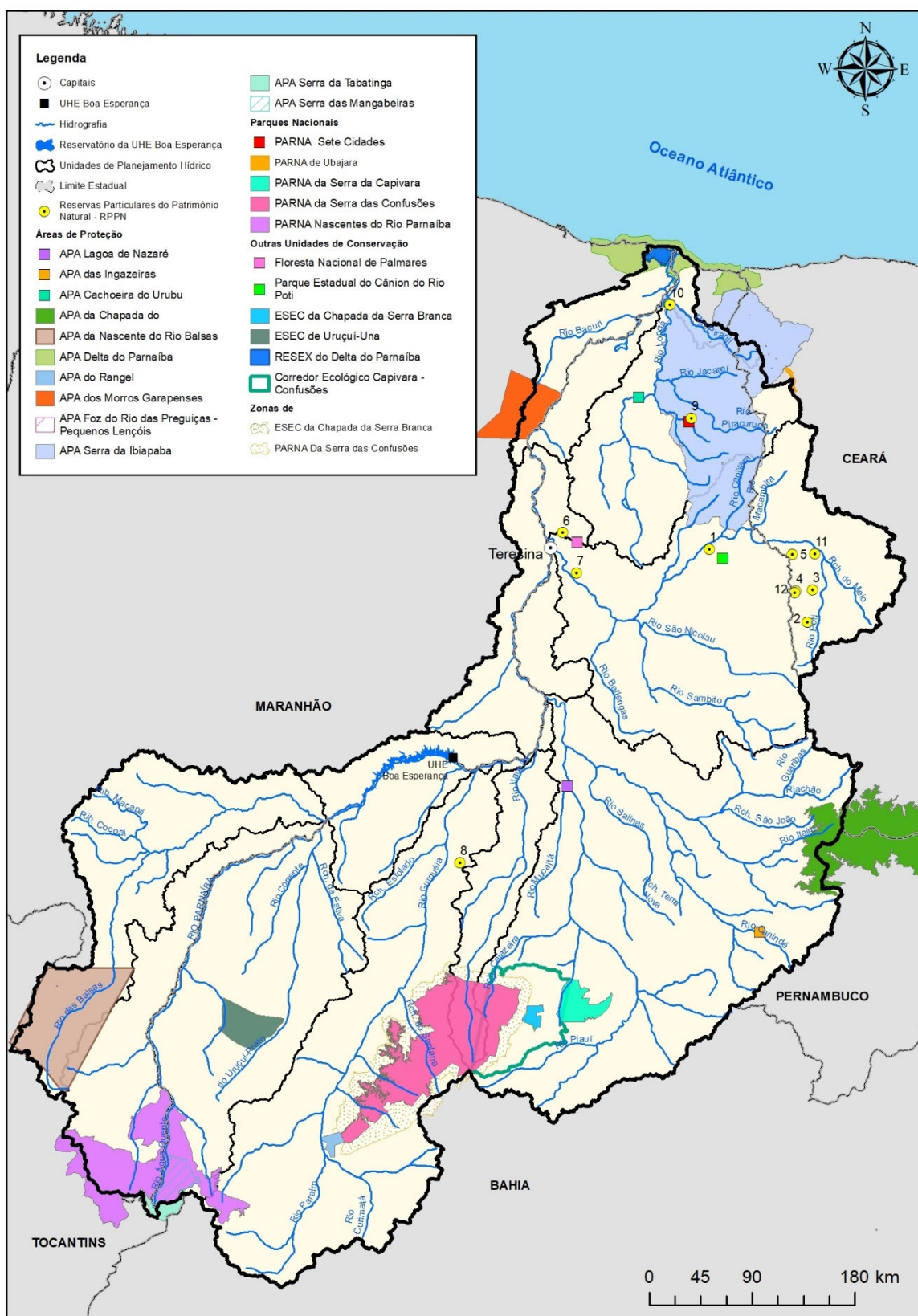


Figura 159. Usos não consuntivos da água quanto ao uso ecológico
(Mapa 42 do RF Caderno de Mapas, reduzido).

7.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

7.3.1. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

A indisponibilidade de dados referente a qualidade da água na Bacia Parnaíba é citada em estudos desenvolvidos na região, como o fator limitante para caracterizar a qualidade das águas superficiais de forma efetiva. Das Regiões Hidrográficas que possuem redes estaduais de monitoramento da qualidade da água, a Região Hidrográfica do Parnaíba é aquela com o menor número de pontos (ANA, 2012).

A atual rede de monitoramento da qualidade da água na bacia é composta por 68 pontos distribuídos pelos estados do Ceará, Maranhão e Piauí. As redes estaduais operadas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH-CE), Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE-CE) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), contemplam 10 pontos localizados em açudes e 58 nos rios da bacia.

Na Bacia Parnaíba, 80% dos pontos, são de responsabilidade da ANA que atualmente opera uma rede básica de qualidade de água composta por 1.340 pontos em todo o país, onde são feitas medições de pH, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura e turbidez durante as campanhas de medição de vazão.

A resolução ANA nº 903 de 22 de julho de 2013 cria a RNQA e estabelece suas diretrizes na qual a Bacia Parnaíba está agrupada à Região 3, tendo como meta a operação de 293 pontos de monitoramento da qualidade das águas distribuídos na BHRP, com densidade mínima é de 1 ponto de monitoramento a cada 1.114 Km² e frequência de monitoramento trimestral. A operação deverá estar concluída até dezembro de 2020, com a implantação realizada em etapas datadas para os anos de 2015, 2018 e 2020, segundo o anexo III da resolução.

A rede de monitoramento existente possui densidade média de 0,23 pontos a cada 1.114km², valor abaixo da meta prevista na RNQA. A Tabela 51 apresenta a análise da densidade dos pontos existentes organizados por UPH.

Tabela 51. Densidade da rede de monitoramento de qualidade de água por UPH.

Sub Bacia	UPH	Nº Pontos de Monitoramento	Área (km ²)	Densidade da Rede de Monitoramento (pontos/1.114 km ²)
Alto Parnaíba	Alto Parnaíba	8	51.800	0,17
	Balsas	6	25.600	0,26
	Gurguéia	6	49.900	0,13
	Itaueiras	1	10.200	0,11
	Boa Esperança	1	12.800	0,09
Médio Parnaíba	Canindé	10	75.100	0,15
	Médio Parnaíba	3	16.300	0,21
	Poti	23	52.200	0,49
Baixo Parnaíba	Longá	8	24.200	0,37
	Baixo Parnaíba	2	14.400	0,15
	Total Geral	68	332.500	0,23

Fonte: Elaboração própria (2019).

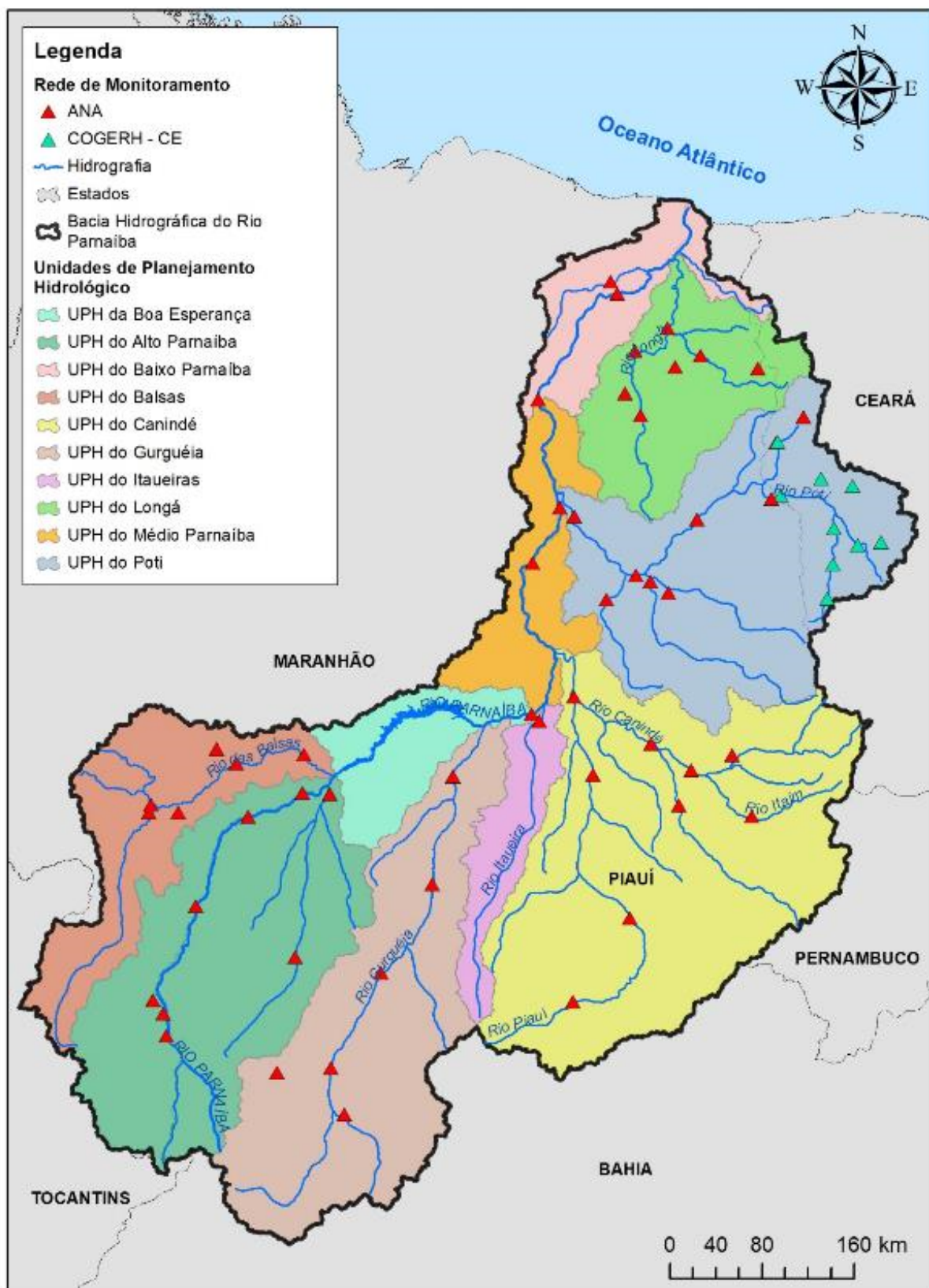


Figura 160. Rede de monitoramento da qualidade da água.
(Mapa 43 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

O diagnóstico da qualidade das águas da bacia Parnaíba, proposto neste estudo, utilizou dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) obtidos através do banco de dados HIDROWEB com registros entre os anos 1977 a 2017 e dados disponibilizados pela COGERH-CE referentes aos 10 pontos de monitoramento de responsabilidade da operadora situados em ambientes lênticos da UPH Poti. Além desses ainda foram considerados no estudo dados disponibilizados pelas concessionárias AGESPISA, Águas de Teresina - AEGEA Saneamento, Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) e Companhia de Saneamento Ambiental (CAEMA) referente a pontos de monitoramento e captação de água bruta para o abastecimento humano. Os dados complementares referidos foram obtidos durante as entrevistas e reconhecimento de campo.

Os dados disponibilizados pela AGESPISA, referem-se a 31 pontos de monitoramento da qualidade da água, onde 21 pontos destes são pontos de captação de água bruta destinada ao abastecimento humano e outros 10 pontos em locais estratégicos quanto a qualidade da água integrante ao programa Lagoas do Norte. O programa destina-se a melhoria da qualidade de vida e da governança municipal de Teresina através de ações que visam melhorar o acesso e as condições sanitárias tornando as lagoas uma característica positiva do entorno.

Os pontos referidos, somados totalizam 120, cuja distribuição é apresentada no mapa da Figura 161), destes 39 em ambientes lênticos e 81 em lóticos. A Figura 162 traz a síntese da composição dos pontos considerados na caracterização da qualidade da água na BHRP. A delimitação temporal compreende aos anos de 2010 a 2018, por tratar-se de um período recente, com boa disponibilidade de dados.

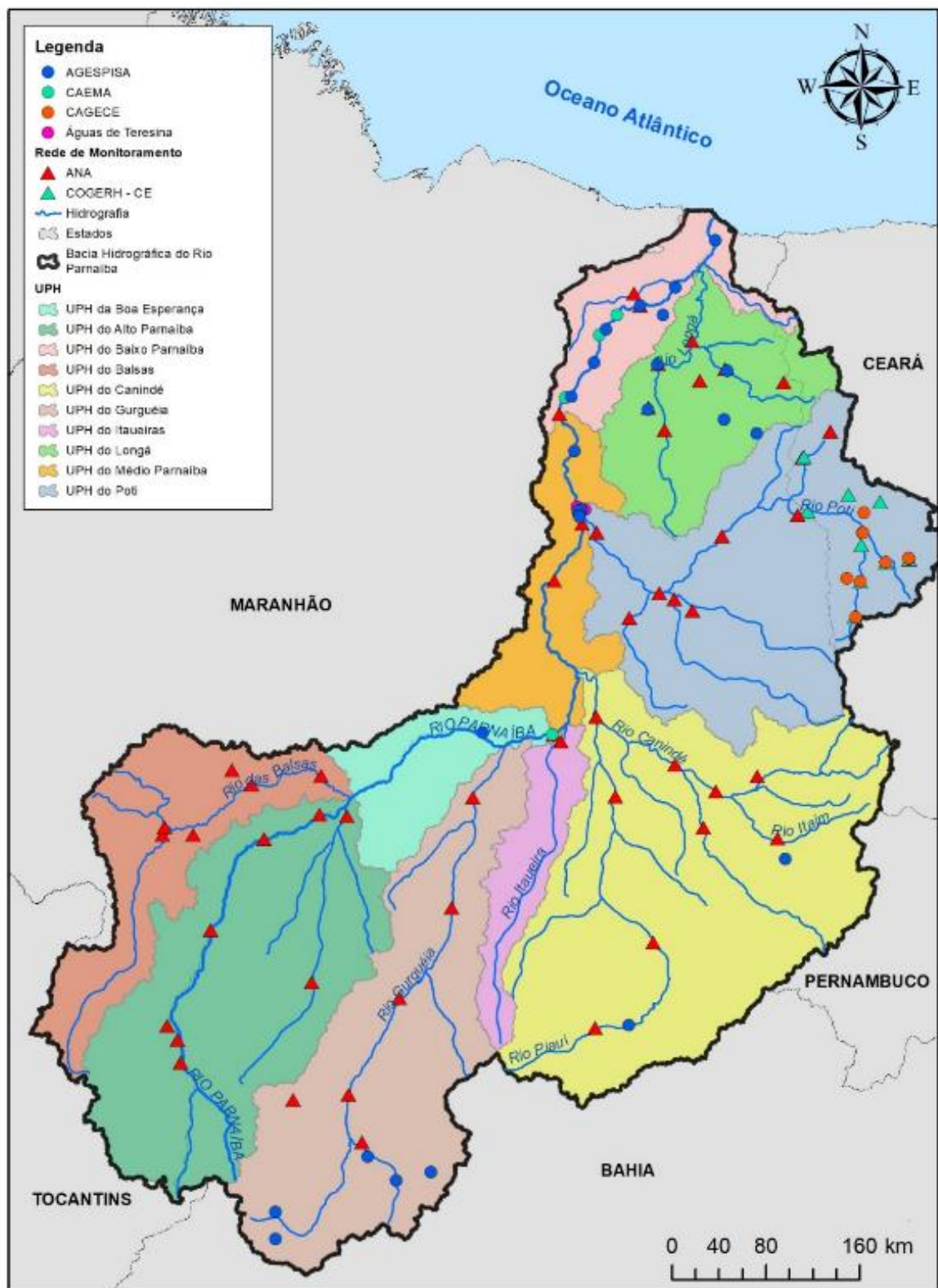


Figura 161. Pontos de monitoramento utilizados na caracterização da qualidade da água na BHRP.

(Mapa 44 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

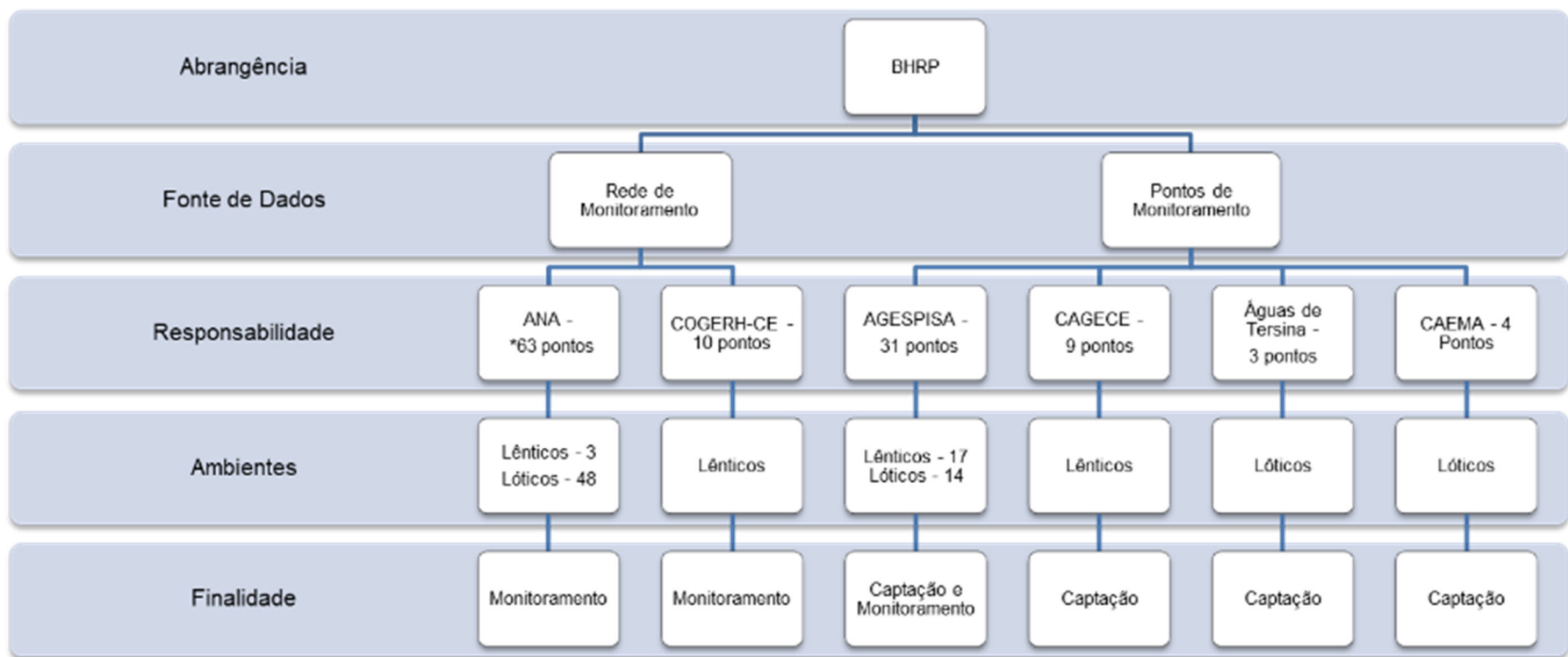


Figura 162. Síntese da composição dos pontos que configuram o diagnóstico da BHRP.

A partir dos dados de qualidade da água disponível foram então calculados o Índices de qualidade da água (IQA), o Índice de Estado Trófico (IET) e realizada a análise individual dos parâmetros. Devido heterogeneidade das bases, que compõem a caracterização da qualidade da água neste estudo, quanto à frequência, escala temporal e variabilidade dos parâmetros monitorados, os dados foram tratados por metodologias distintas. A delimitação quanto aos parâmetros e índices avaliados para as diferentes bases é apresentada no Quadro 8.

Quadro 8. Delimitação de parâmetros e índices avaliados por base de dados.

Bases	Índices de Qualidade		Parâmetros – Análise Individual												
	IQA	IET	OD	Coliformes Fecais	DBO	Sólidos Totais	Cianobactérias	Cor	Cloretos	Ferro	Nitrogênio Total	Fósforo	Condutividade	Turbidez	pH
ANA			✓										✓	✓	✓
COGERH - CE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
AGESPISA	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓
CAGECE				✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓			✓
Águas de Teresina	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓
CAEMA	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓			✓

7.3.1.1. IQA

Os índices de qualidade da água são amplamente utilizados pois permitem sintetizar as informações de vários parâmetros físico-químicos em um único indicador, visando informar a população e orientar as ações de planejamento e gestão da qualidade da água. Para o cálculo do IQA, este trabalho adotou a metodologia proposta pela CETESB, onde são consideradas variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários para o corpo d'água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Compõem o IQA os parâmetros temperatura, pH, OD, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, onde cada um deles tem um peso, fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, e um valor de qualidade, obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida (CETESB, 2013). O Quadro 9 apresenta as categorias de classificação do índice.

Quadro 9. Categorias do Índice de Qualidade da Água.

Valor do IQA	Classes	Significado
79 <IQA≤100	ÓTIMA	Água próprias para o abastecimento público após o tratamento convencional.
51 <IQA≤ 79	BOA	
36 <IQA≤ 51	REGULAR	Água imprópria para o abastecimento público após o tratamento convencional, sendo necessários tratamentos mais avançados.
19<IQA≤36	RUIM	
IQA≤19	PÉSSIMA	

Fonte: CETESB (2013).

As campanhas nos pontos de monitoramento COGERH-CE, que atendem de forma simultânea aos parâmetros, necessários para o cálculo do índice, totalizam 123 observações, com frequência média anual de 12 coletas por ponto observado. Já para o ponto da operadora Águas de Teresina a frequência é de uma campanha por ano, AGESPISA duas campanhas ano por ponto e os dados da CAEMA, provem de uma campanha de duas amostragens entorno do ponto.

Alguns dos pontos AGESPISA, devido a inconsistência e/ou ausência nas informações, foram completados com dados trabalhados através de estatística descritiva, proveniente de estações no entorno ou com valores de referência para Classe 2, com base no que preconiza a resolução CONAMA 357/95, quanto a ausência de enquadramento do corpo hídrico.

A Tabela 52, apresenta a análise dos valores obtidos nos pontos monitorados, onde são expostas a média dos valores de IQA para o período analisado, abrangendo os anos de 2010 a 2018, e por fim, as médias anuais dos valores registrados nos pontos por ano. Os valores de IQA médios para os 45 pontos analisados 67% correspondem a classe BOA, 29% com classificação REGULAR e 4% RUIM.

Os valores registrados enquadram as águas como própria para o abastecimento público após o tratamento convencional nos pontos monitorados. No entanto, para os açudes é recomendada a utilização de índices de qualidade de água específicos, visto que possuem características hidrológicas que podem ocasionar valores de IQA altos e erros de classificação, como por exemplo, a sedimentação de poluentes e o aumento da concentração de OD, resultante do crescimento de algas proveniente de diferentes estágios de eutrofização. Ressalta-se que dos vinte e quatro açudes passíveis do cálculo do índice, apenas seis dispõem do cálculo de vazão, fator que limita a aplicação de metodologias mais específicas para os açudes. Outro fator que limita a análise é a baixa frequência de campanhas, não permitindo aplicar testes de tendência quanto a qualidade das águas sobre a ótica do índice. Os valores de IQA médio do período de 2010 a 2018 nos pontos analisados BHRP estão especializados na Figura 163.

Tabela 52. Variação e média do IQA (2010-2018) e por ano.

Nº	UPH	Código	Manancial	Média 2010-2018	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Poti	34691000	Açude Colina	62	66		55	46		43	69	66	61
2	Poti	34692000	Açude Jaburu II	61			78	73	59	61	57	49	54
3	Poti	34693000	Açude Flor Do Campo	69			80	72		62		68	71
4	Poti	34693500	Açude Cupim	68		86	62	71	60	65			83
5	Poti	34694000	Açude Barra Velha	59	82		72	71	47	50			31
6	Poti	34695000	Açude Carnaubal	67	63	74	60	55		78		74	
7	Poti	34696000	Açude Realejo	67					69	72	60		58
8	Poti	34725000	Açude Barragem do Batalhão	68		85				67	76	58	41
9	Poti	34726000	Açude Sucesso	63		74	69	77	54	61	63	58	56
10	Poti	34692500	Açude São José III	66		74	86	82	51	45	75	56	79
11	Canindé	AGP06	Barragem Petrônio Portela	54						56	56	51	
12	Gurguéia	AGP05	Açude Riacho Farias	64						59	65	67	
13	Gurguéia	AGP02	Rio Corrente	58						57	59		
14	Gurguéia	AGP04	Barragem Vereda da Cruz	54						44	58	60	
15	Gurguéia	AGP03	Barragem Algodões II	61						56	64	63	
16	Baixo Parnaíba	AGP22	Rio Marataoan	60						63	60	58	
17	Baixo Parnaíba	AGP25	Rio Longá_Esperantina	60						63	56		
18	Baixo Parnaíba	AGP28	Açude do Cajueiro	60						64	56		
19	Baixo Parnaíba	AGP29	Rio Parnaíba_Luzilândia	61						65	57		
20	Baixo Parnaíba	AGP27	Rio Parnaíba_Matias Olímpio	60						61	58		
21	Baixo Parnaíba	AGP23	Rio Parnaíba_Miguel Alves	60						64	55	60	
22	Baixo Parnaíba	AGP30	Rio Parnaíba_Murici dos Portelas	60						59	61		
23	Baixo Parnaíba	AGP31	Rio Parnaíba_Parnaíba	58							58		
24	Longá	AGP20	Açude Joana	62						64	61	62	
25	Longá	AGP24	Rio Piracuruca	60						57	62		
26	Longá	AGP21	Açude Caldeirão	67						65	69		

Nº	UPH	Código	Manancial	Média 2010-2018	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
27	Baixo Parnaíba	AGP26	Rio Parnaíba_Porto	59						59	58		
28	Médio Parnaíba	AGP19	Rio Parnaíba_União	60						59	59	61	
29	Poti	AGP11	Lagoa Cabrinha	37		39	37	34					
30	Poti	AGP16	Lagoa da Cerâmica Poti	36		46	26	36					
31	Poti	AGP18	Lagoa do Mocambinho	44		56	31	45					
32	Poti	AGP14	Lagoa Jacaré	28		32	27	26					
33	Poti	AGP12	Lagoa Lourival	37		45	32	34					
34	Poti	AGP15	Lagoa Oleiros	32		32	27	36					
35	Poti	AGP13	Lagoa São Joaquim	38		46	37	32					
36	Poti	AGP17	Rio Parnaíba_Encontro dos Rios	45		43	38	55					
37	Médio Parnaíba	AGP09	Rio Parnaíba_late Clube	41		46	44	32					
38	Médio Parnaíba	AGP10	Rio Parnaíba_Parque Ambiental - Acarape	46		53	43	42					
39	Médio Parnaíba	AGT03	ETA CODIPI	45									45
40	Médio Parnaíba	AGT01	ETA Sul	55								62	48
41	Poti	AGT02	ETA Norte	64									64
42	Baixo Parnaíba	CAM03	Brejo	38									38
43	Baixo Parnaíba	CAM02-M	Duque Bacelar - Rio Boa Hora	42									42
44	Boa Esperança	CAM01-M	Barão de Grajaú	49									49
45	Baixo Parnaíba	CAM04-M	Santa Quitéria	41									41

■ Péssima (0 a 19)
 ■ Ruim (19 a 36)
 ■ Regular (36 a 51)
 ■ Boa (51 a 79)
 ■ Ótima (79 a 100)

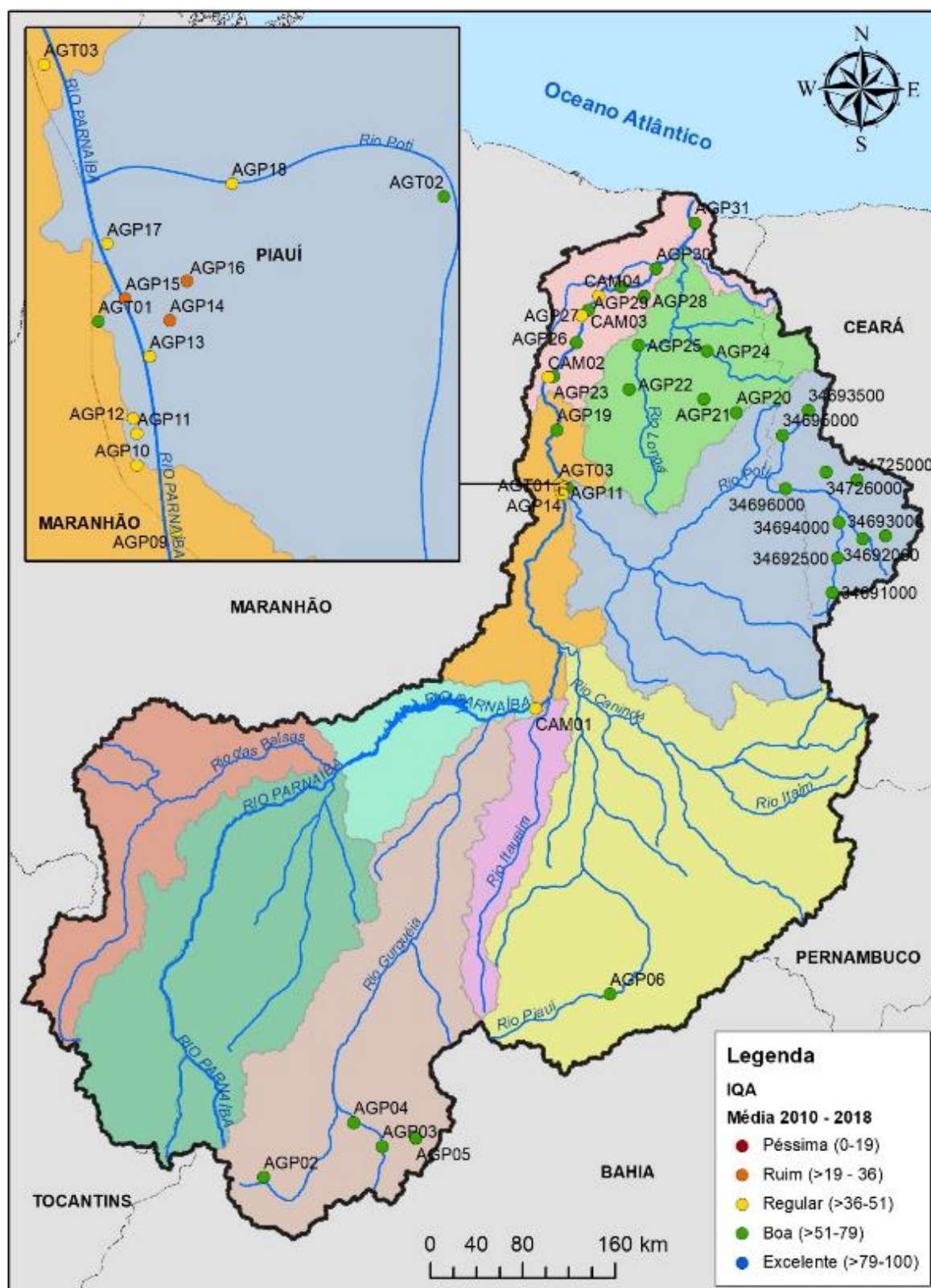


Figura 163. Valores de IQA médio do período de 2010 a 2018 nos pontos de monitoramento da BHRP.

(Mapa 45 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

7.3.1.2. IET

O Índice classifica os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e cianobactérias (CETESB, 2013). Entre os índices utilizados para este fim o mais usual é o de Carlson (1977), modificado por Toledo Jr. et al. (1983), utilizado na avaliação da qualidade das águas de rios e lagos de regiões de clima tropical (FIA, 2009). Para o cálculo são utilizados os parâmetros fósforo e clorofila, onde, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já a avaliação correspondente à clorofila a IET(CL), deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas (CETESB, 2013). Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia estão descritos no Quadro 10.

Quadro 10. Classificação do Estado Trófico segundo Índice de Carlson Modificado

Classificação do Estado Trófico		
Categoria (Estado Trófico)	Valor do IET	Significado
ULTRAOLIGOTRÓFICO	$IET \leq 47$	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água.
OLIGOTRÓFICO	$47 < IET \leq 52$	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
MESOTRÓFICO	$52 < IET \leq 59$	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
EUTRÓFICO	$59 < IET \leq 63$	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.
SUPEREUTRÓFICO	$63 < IET \leq 67$	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
HIPEREUTRÓFICO	$IET > 67$	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 (2013).

A aplicação do índice é limitada pela disponibilidade de dados, aos pontos COGERH-CE e Águas de Teresina. Para os pontos da COGERH-CE as campanhas que dispõem de forma simultânea dados referentes aos parâmetros de clorofila e fosforo, resultam em 125 observações, com frequência média anual de 12 amostras por ponto observado. Já nos pontos de Águas de Teresina os dados são limitados a uma campanha por ponto de monitoramento, apenas a ETA Sul registra duas campanhas, sendo uma para o ano de 2017 e uma para o ano de 2018. Após a análise do IET médio a distribuição quanto a classificação dos pontos nas diferentes classes de trofia é ilustrada na Figura 164.

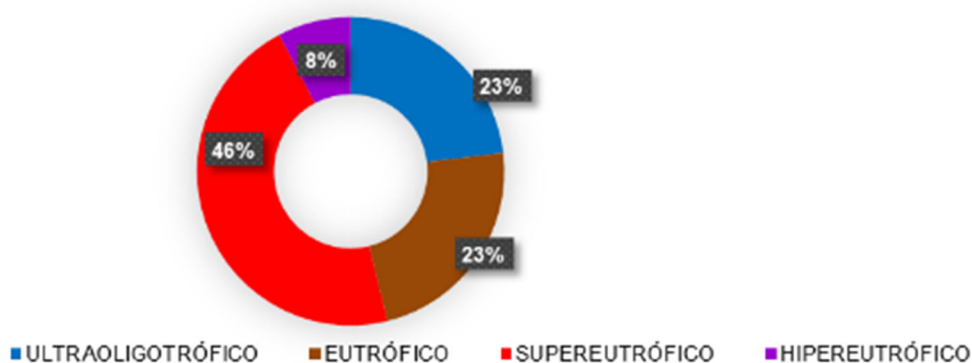


Figura 164. Frequência da classificação do IET.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Dos pontos observados 77% apresentam alterações na qualidade da água com possível comprometimento quanto ao uso, onde um ponto é classificado como Hipereutrófico, três pontos como Supereutrófico e sete Eutrófico, todos referente a ambientes lênticos. Os pontos avaliados no médio Parnaíba, referem-se a ambientes lóticos, classificados como Ultraoligotrófico, onde a produtividade é muito baixa e possui concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água. O processo de eutrofização ocorre principalmente em ambientes lênticos, já que em ambientes lóticos as condições ambientais como turbidez e velocidades elevadas resultam em menor ocorrência de eutrofização (TRINDADE, 2014). Os valores médios do IET para o período e a média anual são apresentados na Tabela 53.

Tabela 53. Variação e média do IET (2010-2018) e por ano.

Código	Nome	Média 2010-2018	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
34691000	Açude Colina	62	57		59	64		69	63	62	62
34692000	Açude Jaburu II	67			68	70	65	66	66	62	66
34692500	Açude Flor Do Campo	63	62		61	65	62	63	65	63	63
34693000	Açude Cupim	67		63	68	72		70		67	59
34693500	Açude Barra Velha										
34694000	Açude Carnaubal	64	65		63	64	66	67			67
34695000	Açude Realejo	61	64		67	60	57	59			
34696000	Açude Barragem Do Batalhão	65					65	63	66		68
34725000	Açude Sucesso	63		64	66			65	62	61	65
34726000	Açude São José III	62		61	66	60	61	62	61	62	64
AGT02	ETA Norte	42								42	
AGT03	ETA CODIPI	42									42
AGT01	ETA Sul	34								34	34

■ Ultraoligotrófico
 ■ Oligotrófico
 ■ Mesotrófico
 ■ Eutrófico
 ■ Supereutrófico
 ■ Hipereutrófico

Fonte: Elaboração própria (2019).

O comprometimento quanto ao uso dos reservatórios, afeta diretamente a disponibilidade hídrica da região, pois é válido lembrar que a UPH Poti pertence a região semiárida da BHRP, o que torna os reservatórios ainda mais relevantes visto seu uso para diversos fins. Os açudes Barra Velha, São José e Realejo, inseridos nos limites da UPH, a situação é agravada pelo atual processo de desertificação moderado no entorno dos açudes.

O uso do solo no entorno dos pontos monitorados contribui para o cenário de eutrofização dos açudes, visto que destina 11% da área total da UPH Poti a agricultura e criação de animais. Dentre os impactos associados a esta atividade está o (i) aumento da disponibilidade de nutrientes em corpos d'água proveniente do uso de insumos agrícolas e excreta de animais; (ii) compactação do solo devido ao pisoteamento realizado pelos animais que agrava o (iii) processo de erosão.

Os valores de IET médio do período para os pontos analisado BHRP estão especializados na Figura 165.

7.3.1.3. Análise Individual dos Parâmetros

Com o intuito de avançar sobre a caracterização da qualidade das águas e complementar os resultados obtidos nos índices, os parâmetros com dados disponíveis, foram avaliados de modo individual. Os parâmetros delimitados para subsidiar as discussões, foram selecionados com base na disponibilidade de dados e métodos mais usuais na caracterização de qualidade das águas. Os dados da qualidade da água foram tratados por estatística descritiva, com exceção dos parâmetros pH, cianobactérias e coliformes que foram tratados por média geométrica, os demais parâmetros são tratados através de média aritmética. Na sequência os valores médios foram categorizados quanto aos limites de concentrações para as diferentes classes de qualidade da água definidas no CONAMA 357.

O Quadro 11 são apresentados e enfatizados os resultados que apresentaram alguma desconformidade com as normas legais e padrões orientadores para a qualidade de água.

Quadro 11. Síntese dos parâmetros de qualidade de água analisados na BHRP - Pontos AGESPISA, Águas de Teresina, COGERH-CE, CAEMA e CAGECE.

Parâmetros	Resultados
OD	A média de OD registrada é de 5,35 mg/L na BHRP, valor correspondente a classe 2. Os piores registros são observados nos pontos CAEMA, dos quatro pontos observados 3 registram valores abaixo do valor mínimo, e 1 classifica-se com classe 4. Outros dois registros de OD em concentrações referentes a classe 4 são observados na Lagoa Jacaré e Lagoa Oleiros.
Coliformes Fecais	A análise do parâmetro evidencia a criticidade do acesso ao serviço de coleta e tratamento de esgoto na BHRP, visto os indícios de contaminação por esgotos domésticos nas águas da região. A média registrada é de 4.56 organismos/100ml correspondente ao limite para classe 3. Dos pontos com dados disponíveis 7 classificam-se com classe 4, 20 como classe 3, 6 como classe 2 e 16 classe 1.
DBO	A média é de 25 mg/L, concentração correspondente a classe 4. Os altos valores se devem a possíveis contaminações das águas pelo lançamento de esgoto e a disponibilidade de matéria orgânica resultante do processo de eutrofização, principalmente resultantes das atividades agropecuárias realizadas no entorno.
Sólidos Totais	A média das concentrações registradas nos pontos é de 2106 mg/L, classificado como acima do limite. Sete açudes da UPH Poti registram valores acima dos limites estabelecidos na resolução CONAMA 357. Os altos valores registrados se devem principalmente pelas evidências de processo erosivo e detritos orgânicos do estágio de eutrofização no qual se encontram.
Cianobactérias	Os dados do parâmetro são bem restritos, limitando a análise aos pontos de Águas de Teresina e COGERH. Dois açudes da Poti (Colina e Realejo) apresentaram altas concentrações de cianobactérias fator que pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições quanto ao seu uso, devido ao potencial de toxicidade de algumas espécies. Neste ponto a fortes indícios de contaminação por pesticidas. O São José III também registrou valores elevado, enquadrando a água como classe 3

Parâmetros	Resultados
Cor	Doze pontos, de um conjunto amostral de 40, registraram valores acima do valor máximo permitido pela resolução CONAMA 357. A análise conjunta aos demais parâmetros indicam como causa a contaminação por esgotos.
Cloretos	Com média de concentrada de 92mg/L, dentro da faixa estipulada como classe 1. Dois pontos na UPH Canindé apresentam desconformidade Barragem Petrônio Portela e Barragem Piaus, com valores acima do permitido, assim como Açude São José III e Açude Realejo, com fortes indícios do despejo de esgoto.
Ferro	A concentração média é de 0,63 mg/L, concentração referente a águas de classe 3, onde 53% dos pontos corresponde a concentrações na faixa estabelecidas para a classe 3 e 47% classe 1. Entre as possíveis causas há indícios para os elevados valores registrados o processo de erosão.
Nitrogênio Total	A média registrada é de 2,39 mg/L, correspondente a Classe 4.
Fósforo	A média da BHRP é de 2,18 mg/L, valor este acima do estabelecido na Resolução CONAMA 357, para a classe 4. A resolução dispõe de limites distintos para ambientes lênticos e lóticos. A análise da concentração de fósforo para os ambientes lênticos, todos os pontos registram valores acima do permitido. Já nos ambientes lóticos três pontos distinto no rio Parnaíba registram valores superiores ao permitido.

A Figura 166 retoma a classificação dos valores de IQA médios do período (2010 a 2018) obtidos na subseção 7.3.1 deste relatório, onde os valores médios dos principais parâmetros analisados de modo individual que compõem o índice são associados aos valores que IQA obtidos. O cruzamento entre a análise dos valores de IQA a análise individual dos parâmetros é um procedimento metodológico usual na caracterização da qualidade das águas, visto que auxilia a interpretação mais efetiva das possíveis causas de degradação da qualidade da água nos pontos analisados e evidencia erros de classificação. Na Figura 166, os valores de IQA estão simbolizados por círculos coloridos com base nas diferentes categorias apresentadas no Quadro 9, e retomada na legenda da figura referida. Já os parâmetros individuais estão posicionados ao lado dos pontos, onde cada quadrado representa um distinto parâmetro.

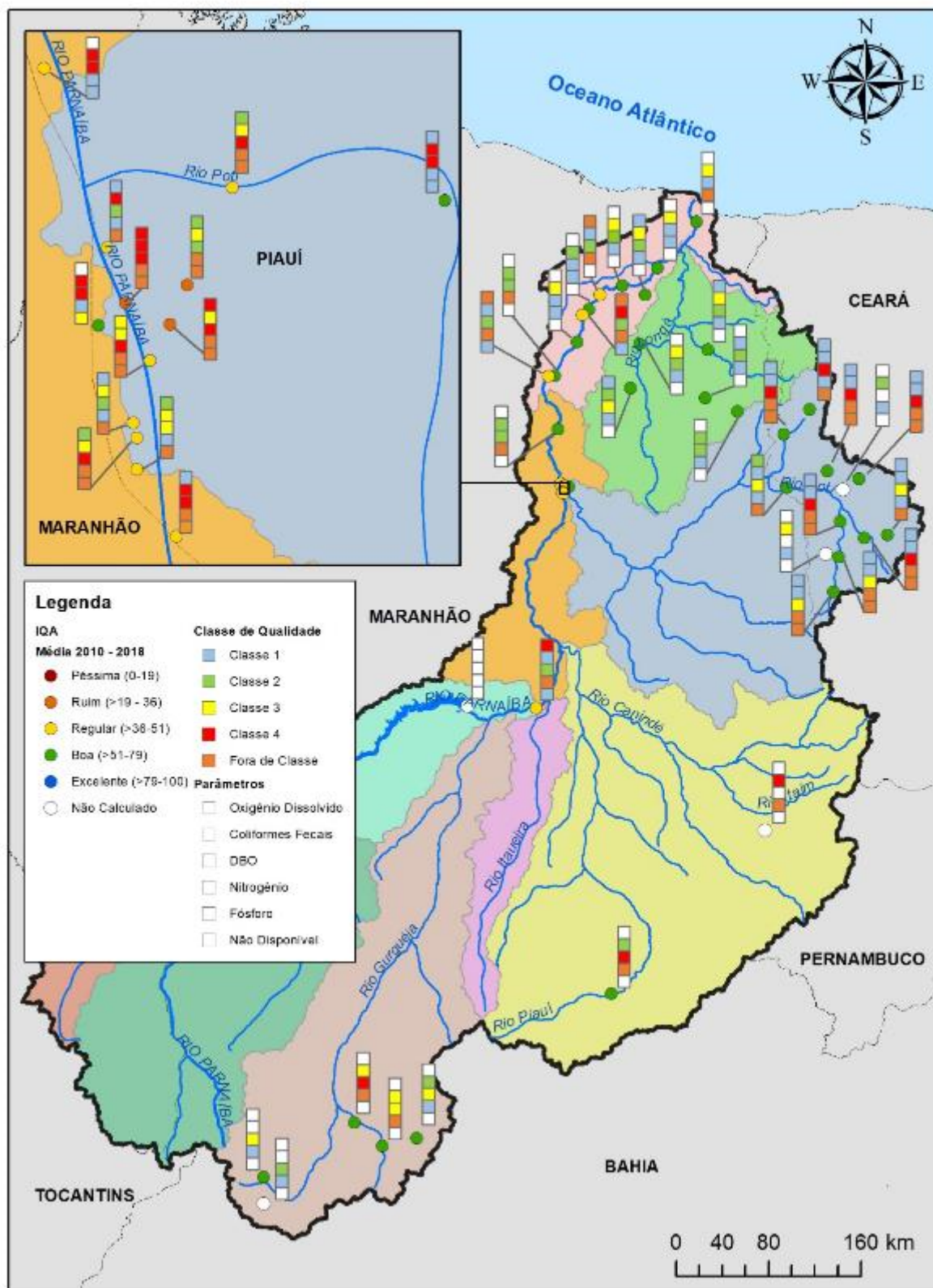


Figura 166. Síntese dos parâmetros de qualidade de água categorizados nas classes de qualidade CONAMA 357 associado aos valores de IQA por ponto. (Mapa 47 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Para UPH Boa Esperança a disponibilidade de dados, não permite caracterizar a qualidade da água na área, pois limitam-se aos parâmetros pH, turbidez e ferro. Quanto aos açudes situados na UPH Poti, os resultados sugerem que a principal causa da degradação da qualidade da água são os nutrientes das atividades agropecuárias, visto que o baixo valor de coliformes fecais presente nos açudes não indica contaminações por esgotos. Ao mesmo tempo os parâmetros que indicam a disponibilidade de nutrientes, como Nitrogênio e Fosforo, possuem valores elevados, sendo estes indicados como os principais responsáveis pelo processo de eutrofização, como já discutido na subseção 5.3.3 intitulado IET, deste relatório. A análise de DBO, nos referidos pontos, confirma a hipótese de contaminação por insumos agrícolas, visto que valores elevados de DBO indicam, entre outros fatores elevada atividade biológica nos reservatórios, podendo essa ser resultante da degradação da matéria orgânica disponível devido ao estágio de eutrofização dos açudes.

No Poti os açudes apresentaram ao menos 1 registro com valores de OD acima 8 mg/L, ou seja, concentração de oxigênio dissolvido acima da saturação¹², fato que indica desequilíbrio da diversidade biológica, sugerindo processos de eutrofização. A supersaturação da água apenas ocorre em decorrência da fotossíntese e nunca da aeração atmosférica (FUNASA, 2014).

Os pontos monitorados por Águas de Teresina as análises fornecem indícios de contaminação por esgotos, visto a presença de coliformes, alto valor de DBO e cor elevada registrados na ETA Santa Maria do CODIPI e ETA SUL. É válido ressaltar que a baixa série quantos aos dados de qualidade nos pontos dificulta classificar a qualidade da água no local, visto que as análises aqui discutidas provem de apenas uma campanha. Apesar de não conclusivo, o indicativo de contaminação por esgoto, evidencia a necessidade de ações de monitoramento e melhora na qualidade, visto que os pontos apresentam desconformidade quanto ao uso sobre a ótica do parâmetro coliformes, registrando concentrações correspondentes a classe 4 de qualidade. Os pontos citados, estão situados no entorno da mancha urbana dos municípios de Teresina e Timon, os municípios com maior população residente da bacia. Atrelado ao fato da alta concentração populacional no entorno destaca-se ainda, o baixo índice de coleta e tratamento de esgoto com 19% no município de Teresina e inexistente no Timon (ANA, 2017a).

Os pontos CAEMA registram valores de OD abaixo do mínimo permitido, ao mesmo tempo que registra concentrações de nitrogênio elevadas, evidenciando assim, um possível quadro de eutrofização. Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade, como o crescimento excessivo de

¹² Valor estimado com base na temperatura média da UPH de 28°C aplicado à monograma de saturação (EMPRABA, 2011).

plantas e algas. Além disso, é apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas (ESTEVES, 1998). Em casos mais extremos as altas concentrações de fósforo combinadas com fatores hidrodinâmicos, biológicos representa severas restrições aos usos múltiplos dos recursos hídricos.

Problemas com eutrofização foram também identificados no cálculo do IET abordado no item 5.3.3. Para aprofundar o tema e caracterizar os pontos onde não foi possível o cálculo do índice (IET), uma análise das concentrações de fosforo mais detalhada, é apresentada na Tabela 54 para os ambientes lênticos e Tabela 55 para os ambiente lóticos. A resolução CONAMA dispõe de limites distintos para ambientes lênticos e lóticos, deste modo a classificação quanto ao enquadramento é apresentada separadamente.

Com base nos valores de mediana registrados, 100% dos pontos COGERH-CE situados no Poti apresentam concentrações acima do valor máximo estabelecido na CONAMA 357 de 0,05 mg/LP para ambientes lênticos. O mesmo ocorre para os pontos AGESPISA situados na UPH Médio Parnaíba, os quais todos apresentam valores superiores ao limite estabelecido na resolução.

Tabela 54. Análise da concentração (mg/L) de fósforo. Ambientes lênticos.

	Estação Código	Reservatório	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Média	Conjunto Amostral
COGERH-CE	34691000	Açude Colina	0,085	0,141	0,456	0,278	21
	34692000	Açude Jaburu II	0,134	0,351	0,524	0,467	24
	34692500	Açude Flor Do Campo	0,043	0,105	0,277	0,173	26
	34693000	Açude Cupim	0,117	0,152	0,200	0,187	12
	34693500	Açude Barra Velha	0,048	0,062	0,123	0,095	18
	34694000	Açude Carnaubal	0,065	0,086	0,183	0,139	19
	34695000	Açude Realejo	0,091	0,155	0,223	0,172	25
	34696000	Açude Barragem Do Batalhão	0,075	0,161	0,238	0,163	8
	34725000	Açude Sucesso	0,078	0,153	0,268	0,199	13
	34726000	Açude São José III	0,110	0,190	0,327	0,251	20
AGESPISA	AGP11	Lagoa Cabrinha	0,213	0,275	1,417	1,105	8
	AGP16	Lagoa da Cerâmica Poty	0,575	0,679	1,120	1,253	9
	AGP18	Lagoa do Mocambinho	0,175	0,200	0,946	0,867	9
	AGP14	Lagoa Jacaré	0,858	0,867	2,067	2,261	9
	AGP12	Lagoa Lourival	0,123	0,300	2,350	1,593	8
	AGP15	Lagoa Oleiros	0,453	0,513	1,456	1,119	9
	AGP13	Lagoa do São Joaquim	0,680	0,895	2,275	1,875	9

Fonte: Elaboração própria (2019).

A análise das concentrações de fósforo para ambiente lóticos, devido ao baixo conjunto amostral por pontos, não permite uma análise estatística mais aprofundada para os dados de Águas de Teresina e CAEMA. Desse modo os resultados apresentados na Tabela 55, são pautados nos valores médios, como pode ser observado na referida tabela, há pontos que dispõem de apenas uma campanha. Os pontos CAEMA e Águas de Teresina registram concentrações que classificam as águas como classe 1 em 6 dos pontos observados e 1 ponto como classe 3. Já os 3 pontos da AGESPISA no rio Parnaíba registram valores superiores ao estabelecido na resolução CONAMA 357.

Tabela 55. Análise da concentração (mg/L) de fósforo. Ambientes lóticos.

	Estação Código	Reservatório	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Média	Conjunto Amostral
Águas de Teresina	AGT01	ETA CODIPI				0,005	2
	AGT02	ETA Norte				0,096	1
	AGT03	ETA SUL				0,133	1
CAEMA	CAM01	Barão De Grajaú				0,025	2
	CAM02	Duque Bacelar - Rio Boa Hora				0,020	2
	CAM03	Brejo				0,023	1
	CAM04	Santa Quitéria				0,012	2
AGESPISA	AGP17	Rio Parnaíba_Encontro dos Rios	0,100	0,275	0,744	0,812	10
	AGP09	Rio Parnaíba_late Clube	0,164	0,250	1,519	1,086	10
	AGP10	Rio Parnaíba_Parque Ambiental - Acarape	0,202	0,300	1,225	1,055	9

Fonte: Elaboração própria (2019).

Dentre os problemas frente a qualidade das águas relatados pelos usuários, identificadas nas entrevistas realizadas durante a elaboração deste diagnóstico, está o problema de dureza. Através dos dados disponibilizados pela AGESPISA e CAGECE há 29 pontos com dados de dureza, onde 5 coincidem com os pontos monitorados pela COGERGH. A Figura 168 apresenta os valores médios nos pontos analisados, onde 43% classificam-se como água mole/branda, 43% como moderadamente dura e 14% água dura.

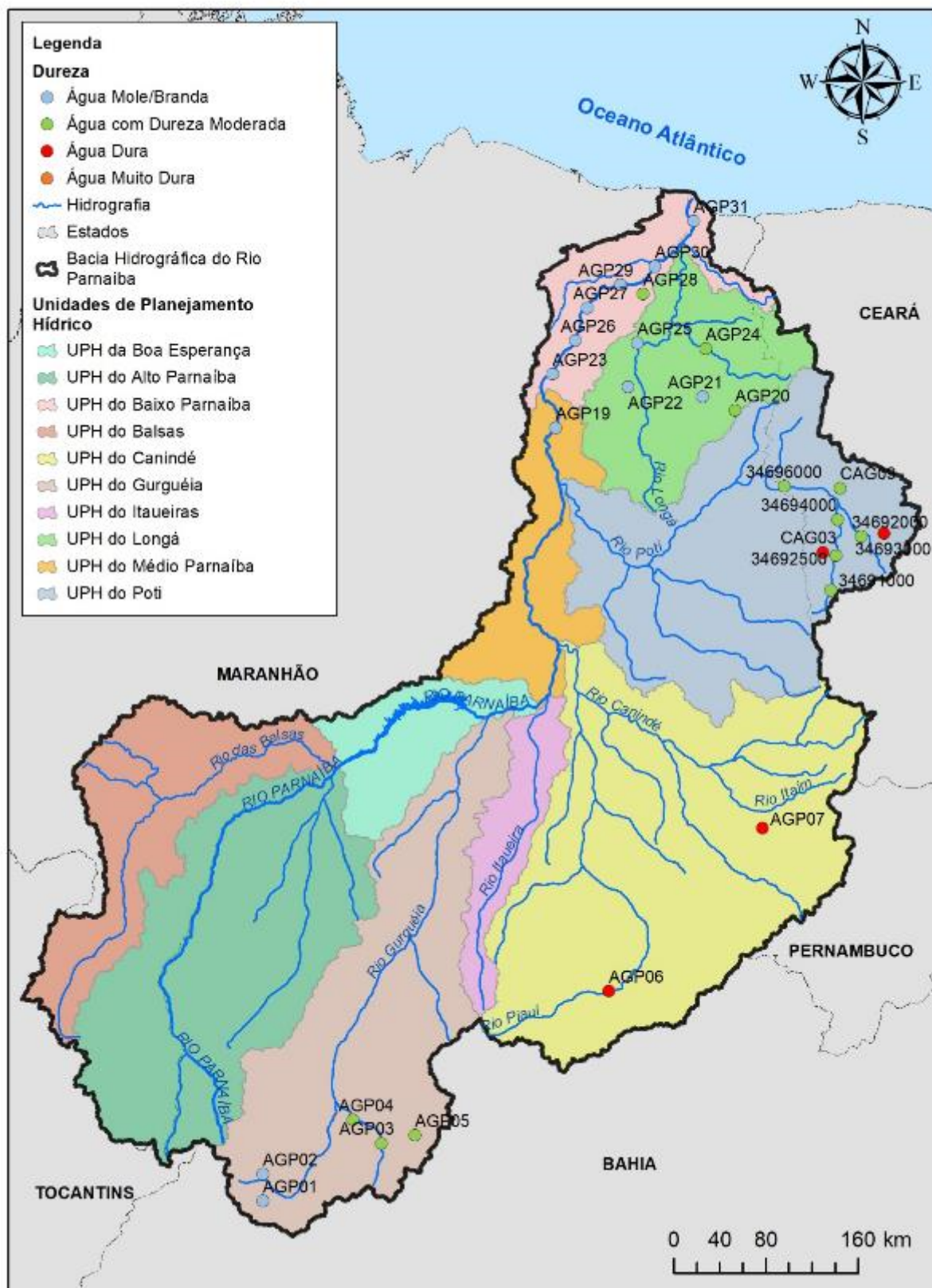


Figura 167. Valores médios de dureza.
(Mapa 48 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Elevados valores de dureza afetam as propriedades organolépticas da água, causando sabor desagradável e efeitos laxativos. Os valores médios obtidos nos pontos observados não excedem a 276 mg/l, logo estão dentro dos limites estabelecido para o consumo humano de 500mg/L. No entanto para fins industriais necessita uma análise mais específica e dependendo a finalidade necessitam de tratamento prévio. Águas com dureza elevada ocasionam problemas nos sistemas de água quente como caldeiras e trocadores de calor, pois devido ao aumento da temperatura os carbonatos precipitam-se e incrustam na tubulação pode causar entupimentos, resultando na perda de eficiência e pode chegar até mesmo a explodir, assim o uso de águas com elevada dureza aumenta consideravelmente a periodicidade de manutenção.

Para os dados provenientes da base ANA, estes foram avaliados de modo individual os parâmetros (i) temperatura; (ii) pH; (iii) turbidez; (iv) OD e (v) condutividade elétrica, provenientes de 53 pontos de monitoramento de responsabilidade da ANA no período de 2010 a 2017. A síntese dos resultados é exposta no Quadro 12 onde são enfatizados os pontos que apresentam desconformidades.

Quadro 12. Síntese dos parâmetros de qualidade de água analisados BHRP pontos ANA.

Parâmetros	Resultados
Temperatura	A temperatura média da água registrada na bacia é de 30,3°C, sendo a média mínima registrada 24,8°C na UPH Gurgueia no ponto 34243500/Passagem das Pedras e máxima 32,5°C na UPH Poti ponto 34789000/Fazenda Cantinho II.
pH	À exceção do ponto São Bernardo/34988000 pertencente a UPH Baixo Parnaíba, cujo valor registrado é de 5,8 a análise da média geométrica para o período, todos os pontos se encontram dentro da faixa estabelecida na CONAMA 357 que estabelece valores de pH na faixa de 6 a 9.
Turbidez	Dos 53 pontos analisados, 11 registram valores médios de turbidez acima do valor máximo estabelecido pela resolução para Classe 2 de 100UNT. A análise dos valores médios registrados por UPH apenas Balsas, Boa Esperança e Longá enquadram-se na classe 1. O pior desempenho é registrado no Gurgueia e no Canindé com valores acima do máximo estabelecido na resolução. As demais (Alto Parnaíba, Itaeira, Médio Parnaíba, Baixo Parnaíba e Poti) possuem valores de turbidez dentro da estipulada para a classe de enquadramento Classe 2.
OD	As concentrações médias de OD para os pontos, permite classificar 75% dos pontos monitorados como Classe 1, 9% Classe 2, 8% Classe 3 e 3% Classe 4. Os pontos São Raimundo Nonato e Passagem das Pedras registraram valores médios abaixo do mínimo estabelecido na resolução CONAMA 357 indicando poluição orgânica. É provável que concentrações de OD abaixo de 2mg/L provoque a mortalidade de todos os peixes (VON SPERLING,1996).
Condutividade	Os valores médios de condutividade na bacia indicam ambientes impactados em cinco das dez UPH, apresentando valores superiores a 100 µs/cm.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Dentre os parâmetros avaliados o que permite avaliar de forma efetiva a qualidade das águas na bacia Parnaíba é concentração de OD. A UPH Gurgueia apresenta um ponto, Passagem Das Pedras, cujo a média está abaixo no valor mínimo estabelecido na resolução indicando níveis elevando de degradação. Outros dois pontos situados na UPH Canindé (São Raimundo Nonato e São João Do Piauí) também registram valores abaixo do valor mínimo e classificados como classe 4. Uma das possíveis causas além do baixo índice de abrangência quanto a coleta e tratamento de esgoto são o fato das UPHs estarem inseridas na parcela semiárida da bacia, logo estas sofrem períodos significativos de estiagem, tendo boa parte de seus corpos hídricos intermitentes, comprometendo a capacidade de diluição de poluentes no local. Quanto a média registrada nas UPH todas se classificam como Classe 1 e Classe 2, como pode ser observado na Figura 168.

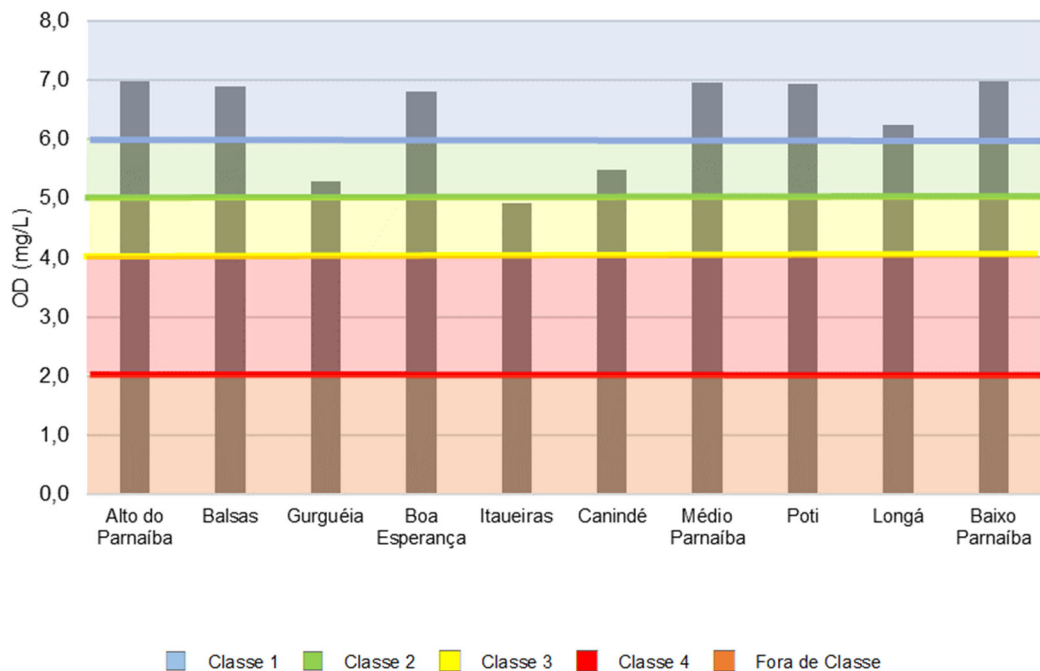


Figura 168. Valores médios de OD registrados por UPH classificados quanto às classes de qualidade de água na resolução CONAMA 357/95.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Os valores médios de OD para o período nos pontos analisados, são apresentados na Figura 169.

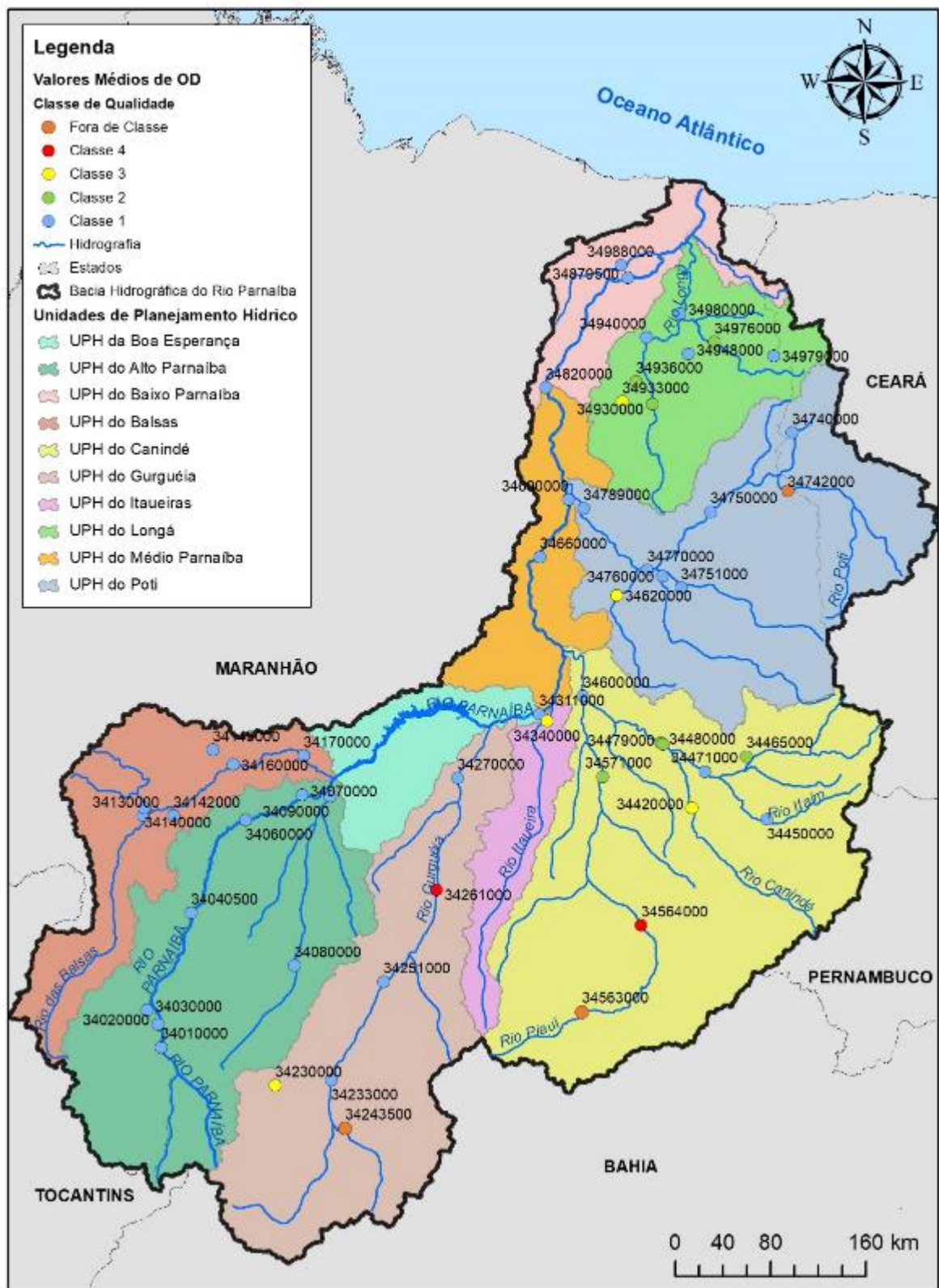
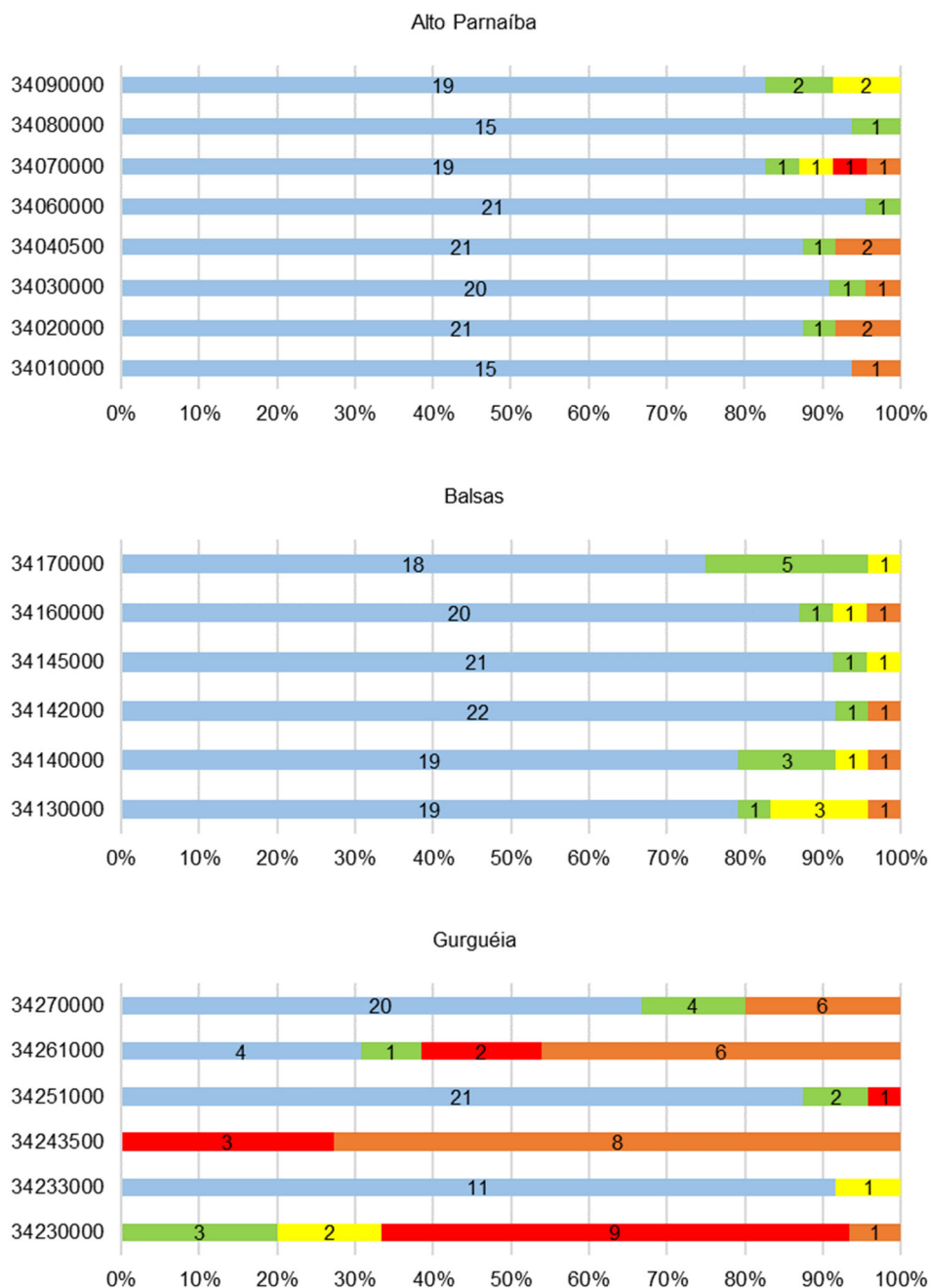
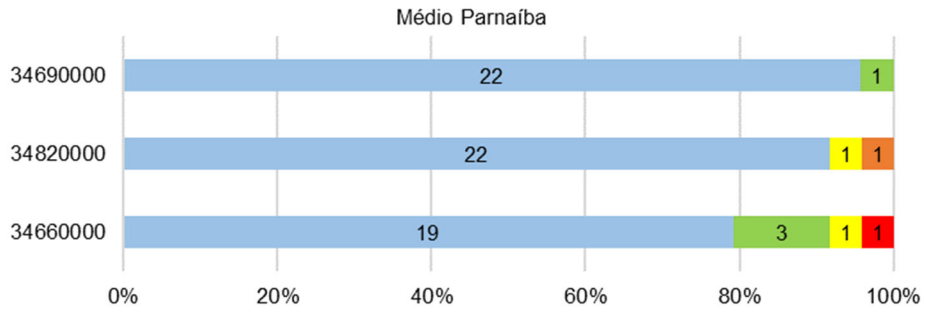
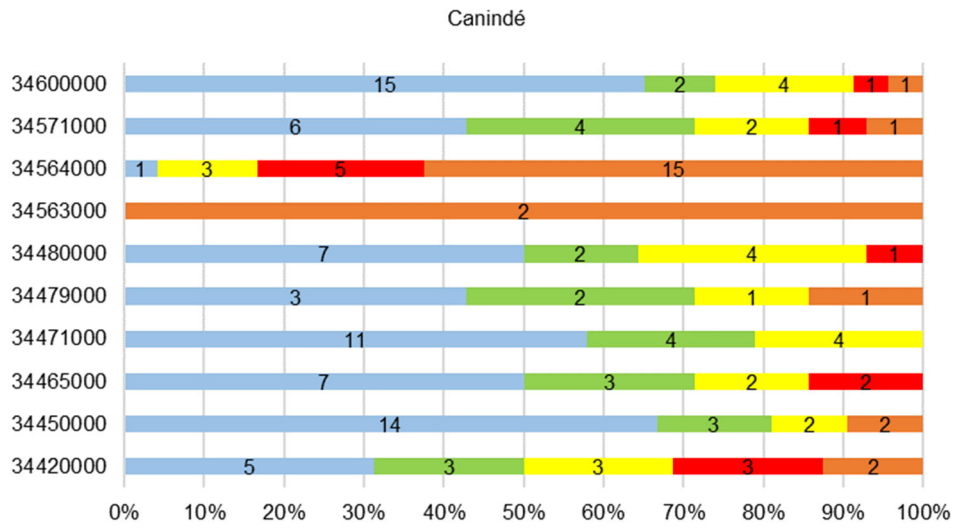
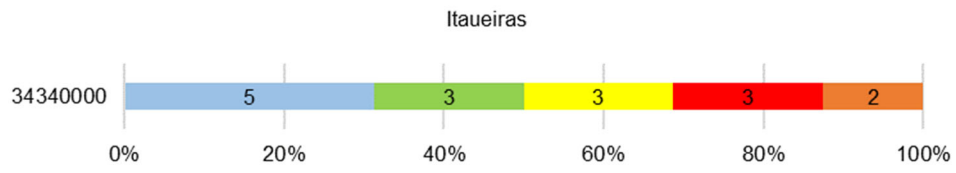


Figura 169. Valores médios de OD para o período de 2010-2018 por ponto classificados quanto as classes de qualidade de água na resolução CONAMA 357/95. (Mapa 49 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Devido ao número de pontos e dados da série, a caracterização da qualidade das águas nas UPHs, levou em conta a frequência de campanhas na qual os parâmetros permaneceram nas diferentes classes de qualidade da água estabelecido na resolução CONAMA 357/95. A distribuição de frequências facilita a interpretação sobre um determinado conjunto de dados. Deste modo a Figura 170 apresenta a permanência nas diferentes classes de qualidade do conjunto amostral organizado por UPH, onde é possível observar os números de campanhas classificadas nas diferentes classes de qualidade.





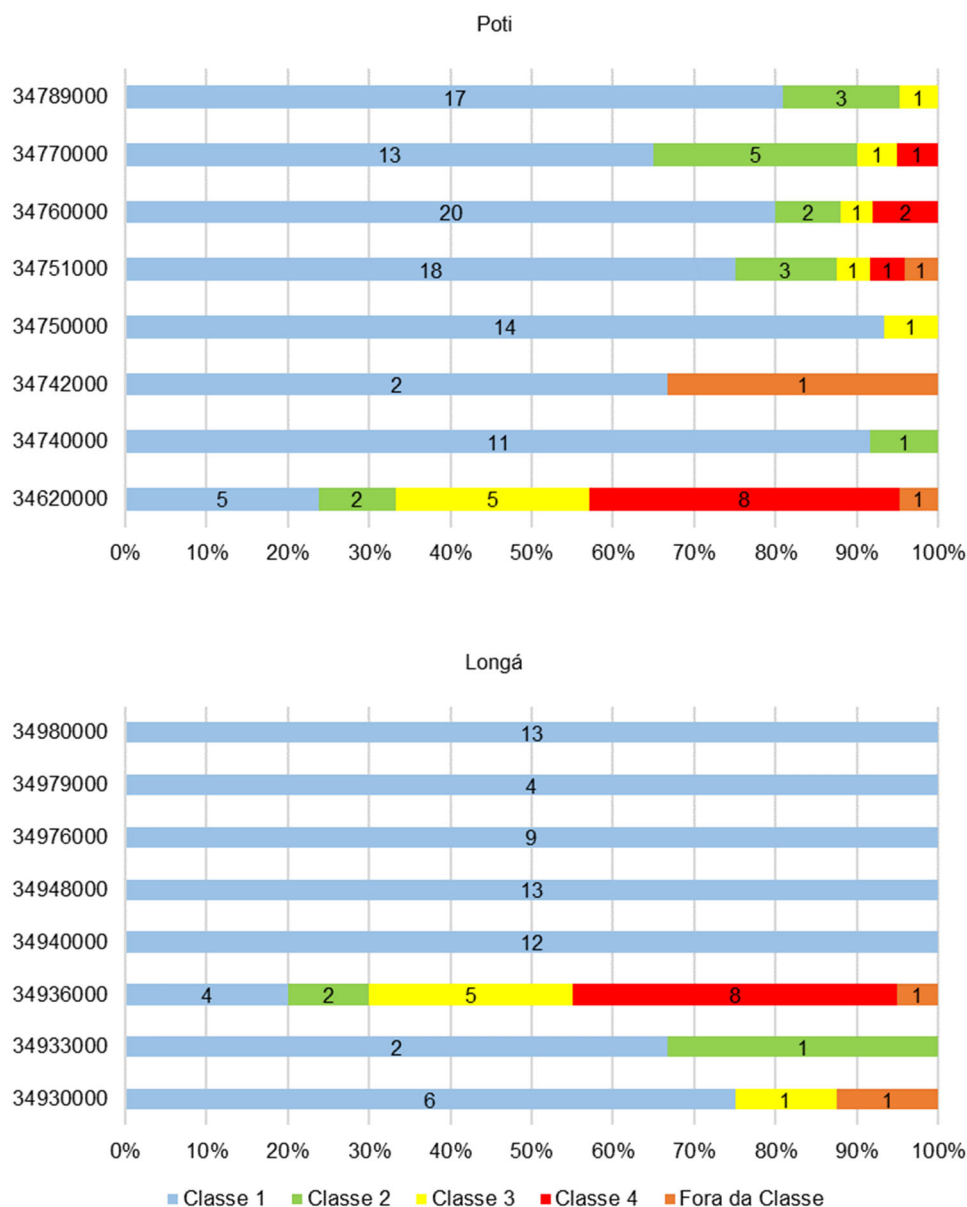


Figura 170. Permanência de OD nas diferentes classes dos pontos analisados.

Fonte: Elaboração própria (2019), adaptado de SNIS, 2017; COGERH, 2018.

Valores superiores de OD 10mg/L foram classificados como fora de classe, apesar da Resolução CONAMA 357 não dispor sobre limites de supersaturação, entende-se que o valor é muito superior ao valor de saturação esperada de até 8 mg/L, com base na temperatura média das águas na bacia, como já mencionado no trabalho. Águas com oxigênio acima da saturação indicam desequilíbrio da diversidade biológica, podendo ocorrer a predominância de algumas espécies fitoplanctônicas, sugerindo processos de eutrofização, por excesso de nutrientes, principalmente em águas lentas, como lagos e reservatórios (ANA, 2018b).

A UPH Alto Parnaíba registra permanência superior a 80% dentro dos limites estabelecidos para classe 1 sobre a ótica do parâmetro, ao estender a análise para 90% os pontos enquadram-se nos limites para classe 2, com exceção do ponto 3407000 na foz do Rio Uruçuí-Preto, com concentração para classe 3.

Na UPH Balsas, a análise de concentração de OD configuram as águas como de boa qualidade. A permanência 90% nos pontos variam entre classe 1 a classe 2, apenas o ponto 34130000 registra concentrações correspondente a classe 3.

Os pontos nos limites da UPH Gurgueia evidenciam degradação da qualidade da água em quatro dos seis pontos analisados. O pior registro está no ponto 34261000 no rio Gurgueia no entorno dos municípios Colônia do Gurgueia e Manoel Emídio. No local aproximadamente 47% das campanhas no ponto, a concentração de oxigênio enquadra-se fora dos limites estabelecidos na resolução CONAMA 357, e outros 15% foram enquadrados como classe 4. Destaca-se que a UPH Gurgueia, bem como Itaeiras, Canindé e Poti, cujo resultados serão discutidos na sequência, compõem parte da região semiárida da BHRP, assim tem sua capacidade de diluição reduzida, visto regime hidrológico da área.

Em um dos dois pontos analisados na UPH Itaeiras, o ponto 34340000 no entorno do município de Floriano, apresentou desconformidade em 38% das campanhas enquadrando 19% (3 vezes) como classe 4 e 19% com concentrações fora dos limites para as classes de qualidade. Apesar a desconformidade a média geral para o ponto é Classe 3.

De forma majoritária, as medias dos pontos pertencentes a UPH Canindé, classificam-se como classe 1 a classe 2, no entanto, três pontos apontam indícios de degradação classificados como classe 3, classe 4 e fora da classe. O ponto 34563000 situado na cabeceira do Rio Piauí, no município Raimundo Nonato há duas campanhas disponíveis, as quais as concentrações de OD, apresentam-se fora da classe de enquadramento. Para o ponto 34564000 também no Rio Piauí, nas proximidades do município São João do Piauí há dados de 24 campanhas, onde 63% das amostras encontram-se fora da classe de qualidade e 21% classificada como classe 4.

A UPH Médio Parnaíba dispõe de dados de OD três estações, com em média 23 campanhas por ponto. A faixa de 90%, enquadram as águas na UPH, entre classe 1 e 2.

As médias de OD registradas na UPH Longá indicam águas variando entre a classe 1 e classe 2, com exceção do ponto 34930000, próximo ao município Cabeceiras do Piauí que se classifica como classe 3.

Os demais parâmetros Turbidez e Condutividade Elétrica, o percentual de permanência dos determinados parâmetros nas diferentes classes de enquadramento de qualidade da água é apresentado por UPH. Para a condutividade a referência utilizada é o valor indicativo de impacto ambiental de até 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, embora na

resolução do CONAMA nº 357/2005 não há definição de limites, valores acima desse limite indicam ambientes impactados (CETESB,2015), neste sentido os valores foram classificados como valor recomendado e acima do valor recomendado (Figura 171).

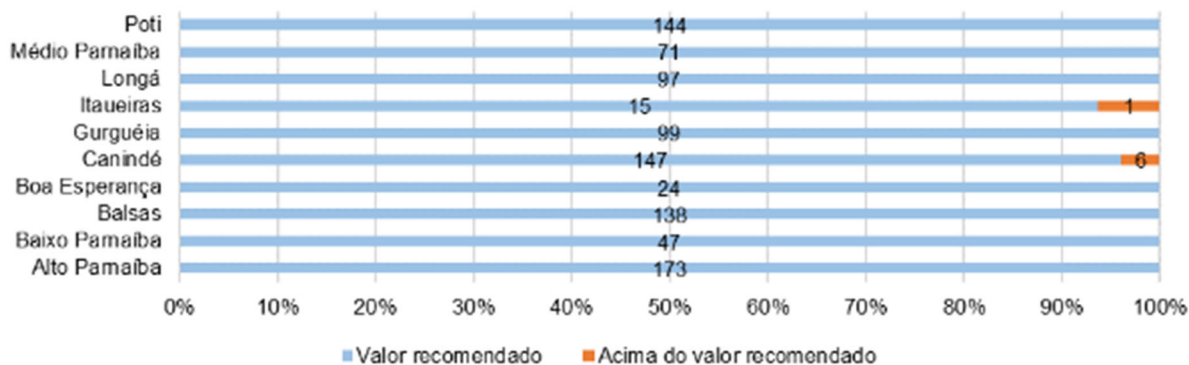


Figura 171. Frequência do enquadramento da qualidade da água Condutividade Elétrica por UPH.

Fonte: Elaboração própria (2019).

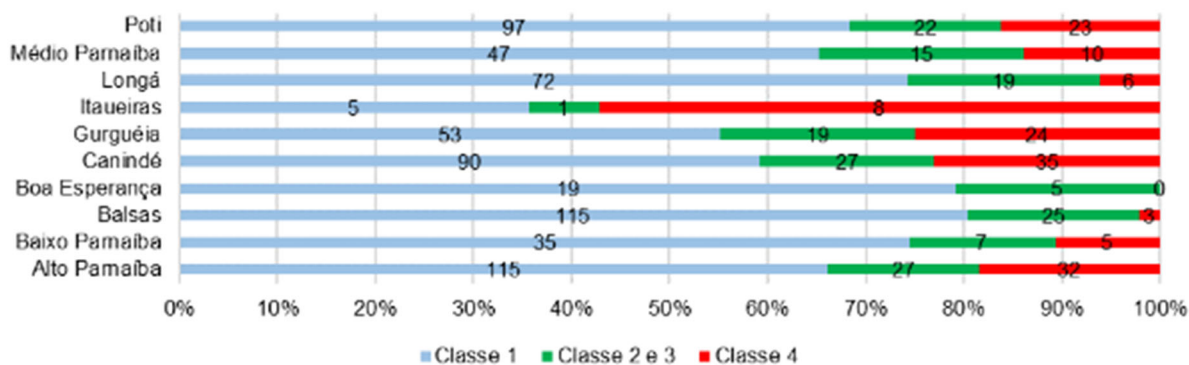


Figura 172. Frequência do enquadramento da qualidade da água Turbidez por UPH.

Fonte: Elaboração própria (2019).

7.3.1.4. Análise de Sedimentos

De acordo com Campagnoli et al. (2004 apud ANA, 2005a), a Região Hidrográfica do Parnaíba é uma das áreas do Brasil com maior potencial de produção de sedimentos (aproximadamente 200 T/ano.km²).

Dados de sedimentos em suspensão obtidos de estações sedimentométricas¹³ da bacia (Figura 173) mostram que as maiores concentrações desse parâmetro nos

¹³ Estações Sedimentométricas são estações fluviométricas que medem sedimentos em suspensão. Das 181 estações fluviométricas da BHRP, 9 apresentam medições desse parâmetro com mais de 15 anos de observação.

cursos d'água da Bacia ocorrem nas UPHs do Alto Parnaíba, Canindé e Gurguéia, conforme demonstra a Tabela 56 e a figuras (Figura 174 a Figura 176). Nos demais locais, a concentração é baixa ou moderada, conforme a classificação de Lima et al. (2004).

Os resultado obtidos também podem ser visualizados geograficamente a partir das ilustrações das figuras (Figura 177 e Figura 178), as quais mostram a Bacia do Parnaíba em função da concentração e da carga específica de sedimentos.

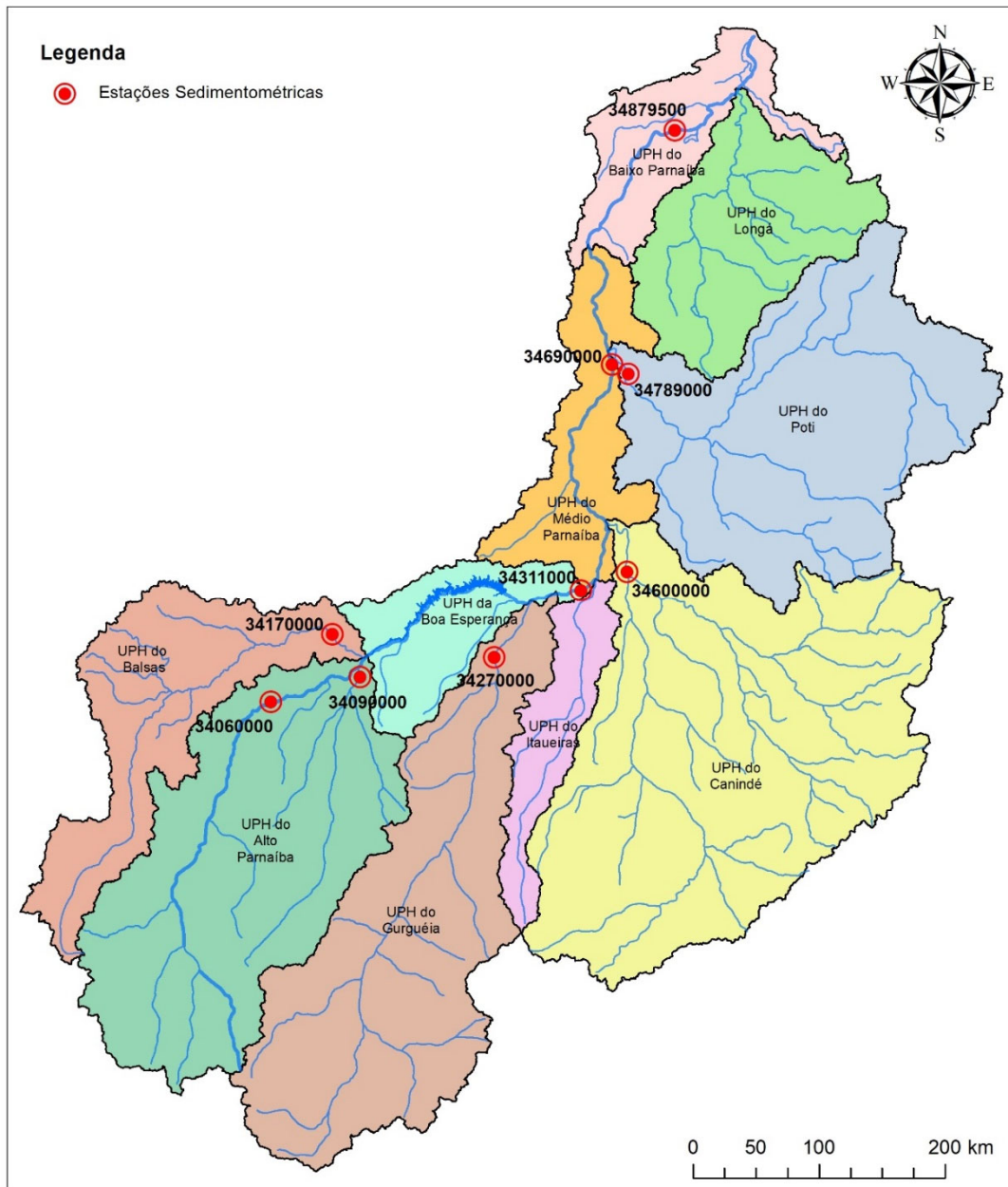


Figura 173. Localização das estações fluviométricas com dados sedimentométricos.

Tabela 56. Estimativa média da produção de sedimentos nas estações da Bacia do Parnaíba no período de 1998 a 2017.

Código Estação	UPH	Rio	Área Drenagem da Estação (km ²)	Qtidade de Medições	Média de Vazão (m ³ /s)	Média de Concentr. (mg/L)	Média de Carga (Milhões de T/ano)	Média de Carga Específica (T/ano.Km ²)
34060000	AP	Parnaíba	31.300	56	186,66	347,48	2,83	90,44
34090000	AP	Uruçuí-Preto	15.600	56	30,08	63,38	0,07	4,76
34170000	BA	Balsas	24.700	53	139,87	95,12	0,70	28,47
34270000	GU	Gurguéia	47.000	52	15,99	151,65	0,16	3,44
34311000	BE	Parnaíba	140.000	62	398,02	51,32	0,70	4,98
34600000	CA	Canindé	73.700	31	32,94	205,38	0,41	5,62
34690000	MP	Parnaíba	237.000	58	441,35	93,31	1,48	6,25
34789000	PO	Poti	51.400	48	65,64	77,39	0,47	9,14
34879500	BP	Parnaíba	298.000	70	491,18	97,56	1,83	6,15

AP – UPH Alto Parnaíba

BA – UPH Balsas

GU – UPH Gurguéia

BE – UPH Boa Esperança

CA – UPH Canindé

MP – UPH Médio Parnaíba

PO – UPH Poti

BP – UPH Baixo Parnaíba

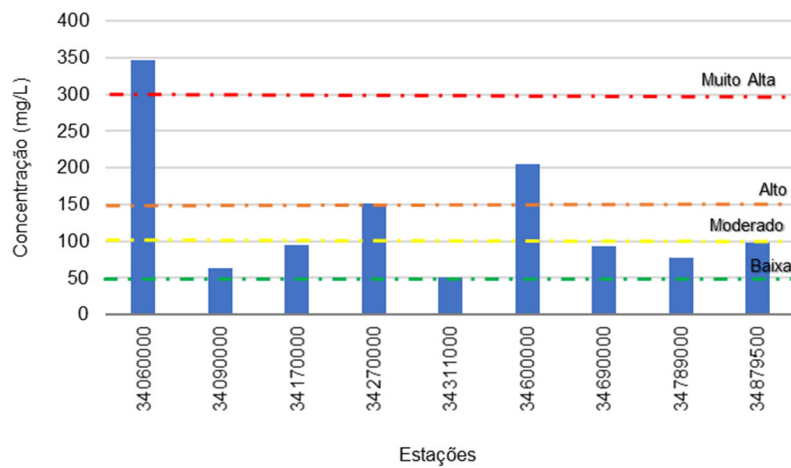


Figura 174. Concentração média de sedimentos em suspensão por estação.

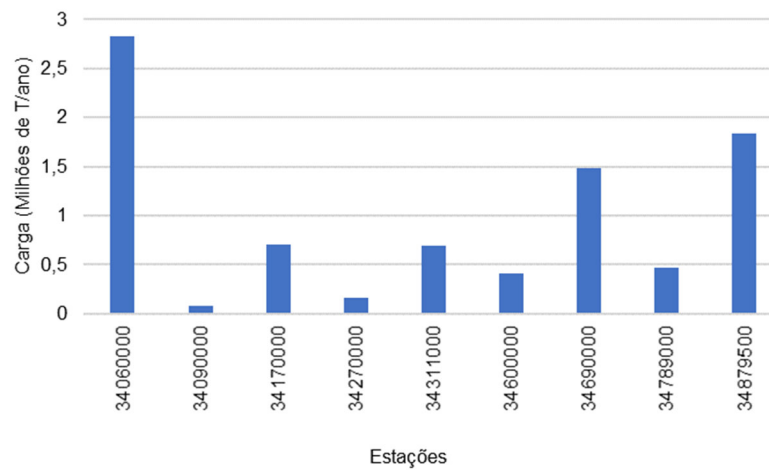


Figura 175. Produção (carga) média de sedimentos em suspensão por estação.

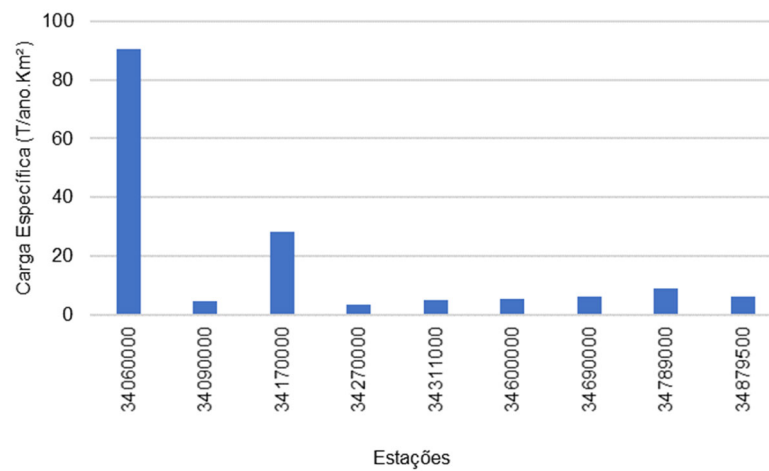


Figura 176. Produtividade (carga específica) média de sedimentos em suspensão por estação.

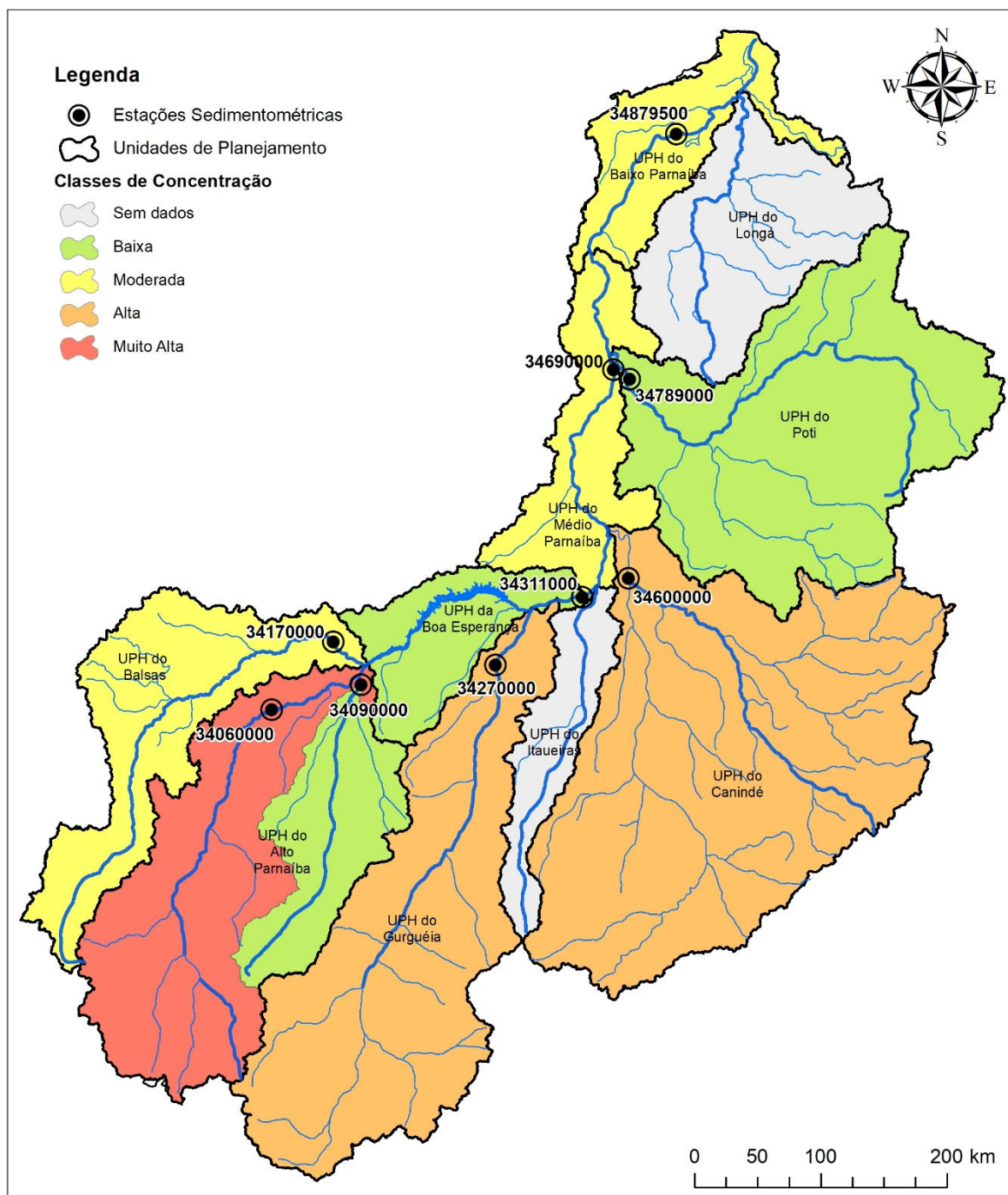


Figura 177. Classificação da concentração de sedimentos em suspensão por UPH.

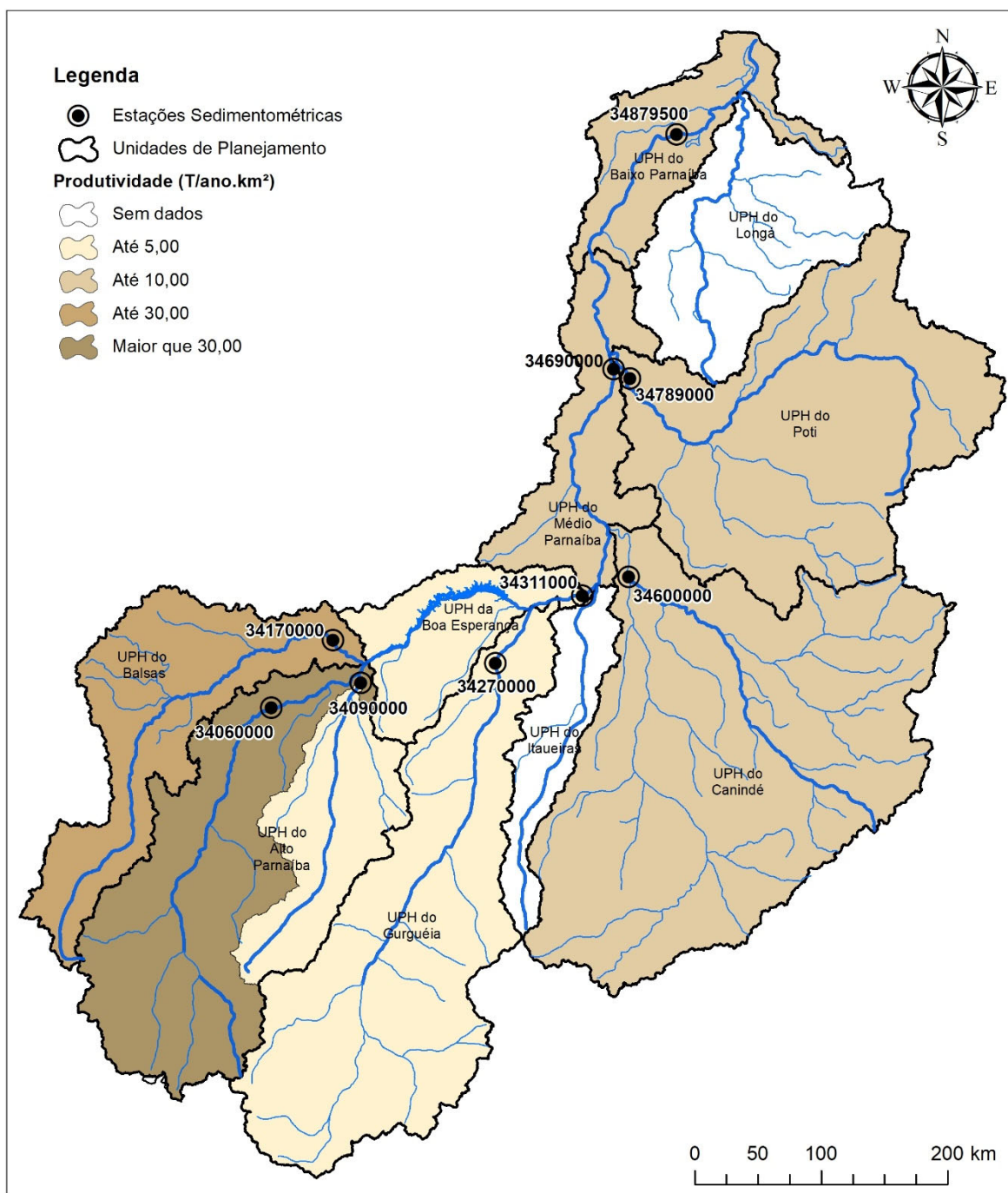


Figura 178. Graduação da produtividade (carga específica) de sedimentos em suspensão nas UPHs da Bacia do Parnaíba.

Cabe salientar que como a produção de sedimentos (carga) é resultante tanto da concentração dos sólidos em suspensão, como da vazão do curso d'água, locais com alta concentração de sedimentos não são necessariamente aqueles com maior produção de sedimentos, pois podem ter baixa vazão – a exemplo da UPH do Canindé (vide Figura 174 e Figura 175). Neste sentido, quando analisando diferentes locais

situados em um mesmo rio, é de se esperar um aumento gradativo de montante para jusante na carga de sedimentos, o que pode ser observado entre as estações 34311000, 34690000 e 34879500, todas no rio Parnaíba (Figura 175).

Importante destacar aqui que, embora a estação 34060000 também esteja no rio Parnaíba, à montante das estações citadas, a queda na produção de sedimentos entre esta estação e a 3431100 certamente se deve pela retenção de sólidos na Barragem Boa Esperança, que se situa entre elas. Tal retenção também foi apontada por Morais (2015), que segundo o autor, 70% dos sedimentos transportados pelo Rio Parnaíba até aquele ponto ficam retidos na barragem. A retenção dos sedimentos em barragens é importante de ser considerada, pois afeta sua vida útil e, pode contribuir para o risco de cheias e prejuízo na manutenção de praias fluviais (CARVALHO, 2000; LIMA, 2004; MORAIS, 2015).

Comparativamente entre as UPHs, verifica-se que a maior produtividade (carga específica) de sedimentos na Bacia ocorre nas UPHs do Balsas e do Alto Parnaíba, nas estações 34060000 e 34170000, respectivamente (Figura 176). Esse resultado corrobora com o mapeamento de uso e ocupação do solo, no qual se observa que a maior parte das áreas agrícolas da Bacia se concentram justamente nestas UPHs (Figura 81). Sabe-se que atividades antrópicas, principalmente desmatamentos e agropecuaristas, são importantes indutores de sedimentos em cursos d'água, o que finda por prejudicar a disponibilidade hídrica superficial, tanto em termos qualitativos (aumento de turbidez), como quantitativos (redução da calha do rio).

A relevância da análise sedimentométrica em uma bacia hidrográfica reside, portanto, na indicação indireta de regiões mais susceptíveis a erosão/assoreamento e, conseqüentemente, prioritárias em se promover a proteção e recuperação de matas ciliares e outras APPs. Conforme os resultados obtidos (Figura 176), as UPHs do Balsas e Alto Parnaíba respondem por 78% da produtividade de sedimentos na Bacia.

7.3.1.5. Análise da Qualidade em Relação aos Usos Atuais

Os indícios da perda de qualidade identificadas na análise qualitativa das águas superficiais, são retomadas nessa subseção, no intuito de estabelecer uma relação quanto aos usos. A principal causa da perda das qualidades das águas, identificada nos estudos desenvolvidos na região, é o lançamento de esgoto bruto nos corpos d'água, sendo o indicador mais usual quanto a contaminação por esgotos domésticos, o parâmetro coliformes termotolerantes.

O uso prioritário do recurso é o abastecimento humano e dessedentação de animais. Porém, o estágio de contaminação dos recursos hídricos pode restringir seu uso para estes fins, pois elevados estágios de degradação elevam os custos no tratamento da água para o consumo, podendo inviabilizar seu uso. A Figura 179 destaca os pontos classificados como classe 4, logo com restrição de uso para este fim sobre a ótica do

parâmetro (CONAMA, 357/2005). Ainda, na figura, se estabelece uma relação com os locais de lançamento de efluente doméstico segundo o Atlas do Esgoto 2017.

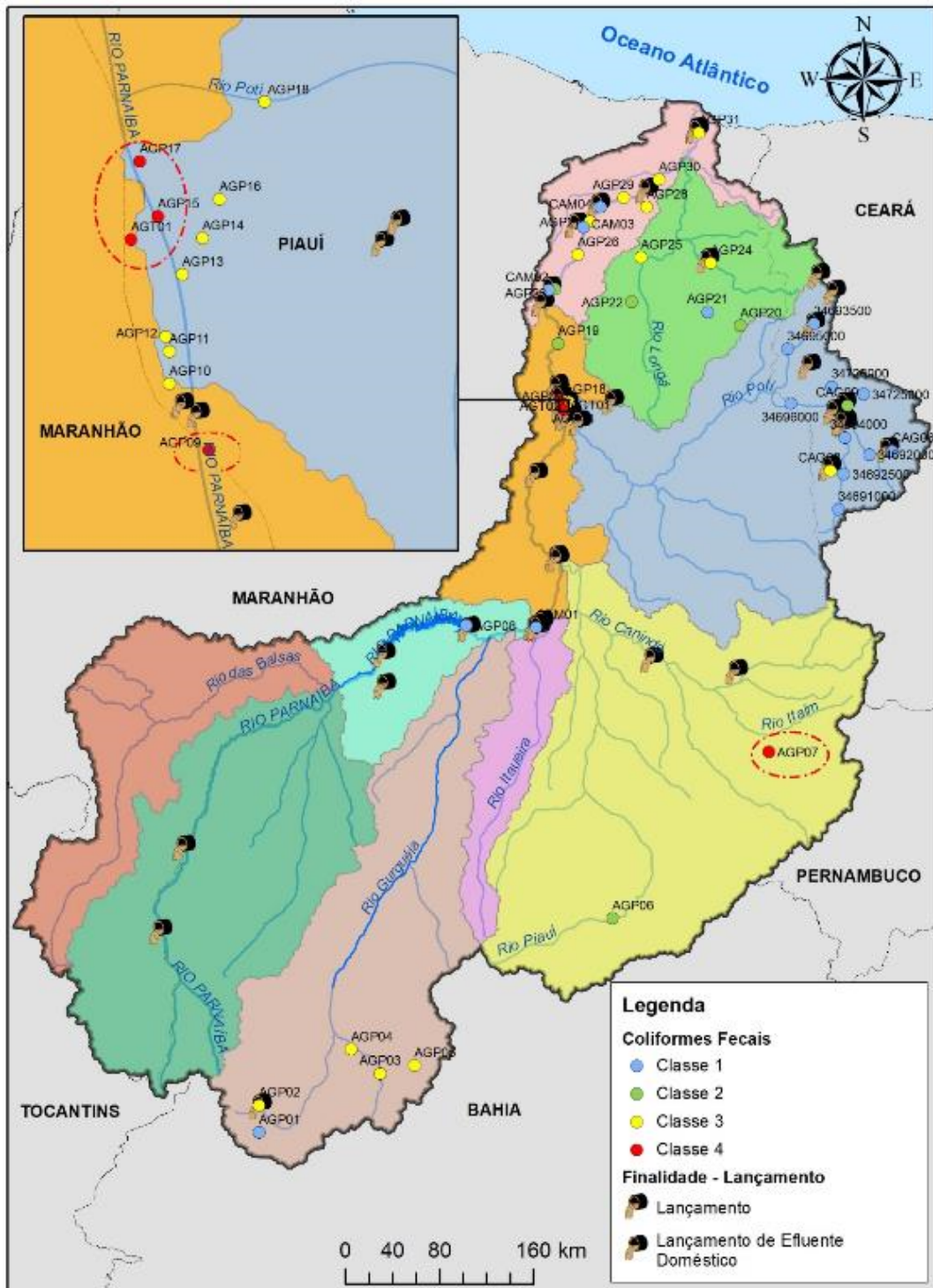


Figura 179. Valores médios de coliformes fecais e pontos de lançamento de esgotos domésticos.

(Mapa 50 RF - Caderno de Mapas, reduzido).

De modo geral os pontos próximos aos locais de lançamento apresentaram-se com concentração referente a classe 3, apesar de indicar certa degradação na qualidade, ainda não apresentam desconformidade quanto ao uso para o abastecimento humano após o tratamento avançado, o que remete que os principais focos de poluição são os despejos sem o tratamento adequado, associados a capacidade de diluição dos corpos d'água. A área mais preocupante é no entorno do município de Teresina, nos pontos de captação Águas de Teresina, que registram elevadas concentrações. Porém como já mencionado a análise para os pontos está pautada em baixa série de dados necessitando de análise mais detalhada. Salienta-se, entretanto, o alto potencial de contaminação por esgotos no entorno.

Os estados que compõem a bacia apresentam baixo desempenho quanto abrangência em serviços de saneamento. A concentração de pessoas em áreas com infraestrutura precária leva a maior exposição a um ambiente insalubre (disposição inadequada dos resíduos sólidos, abastecimento de água sem tratamento, esgotamento sanitário deficitário ou inexistente, entre outros) (MS, 2015). Os estados integrantes da bacia, estão entre os dez estados brasileiros com maior registro de internações por doenças diarreicas/gastroenterite para o período de janeiro a novembro de 2018, onde o estado do Maranhão é o segundo com maior registro de casos, Ceará sétimo, e Piauí ocupa a nona posição (Figura 180) (MS, 2018).

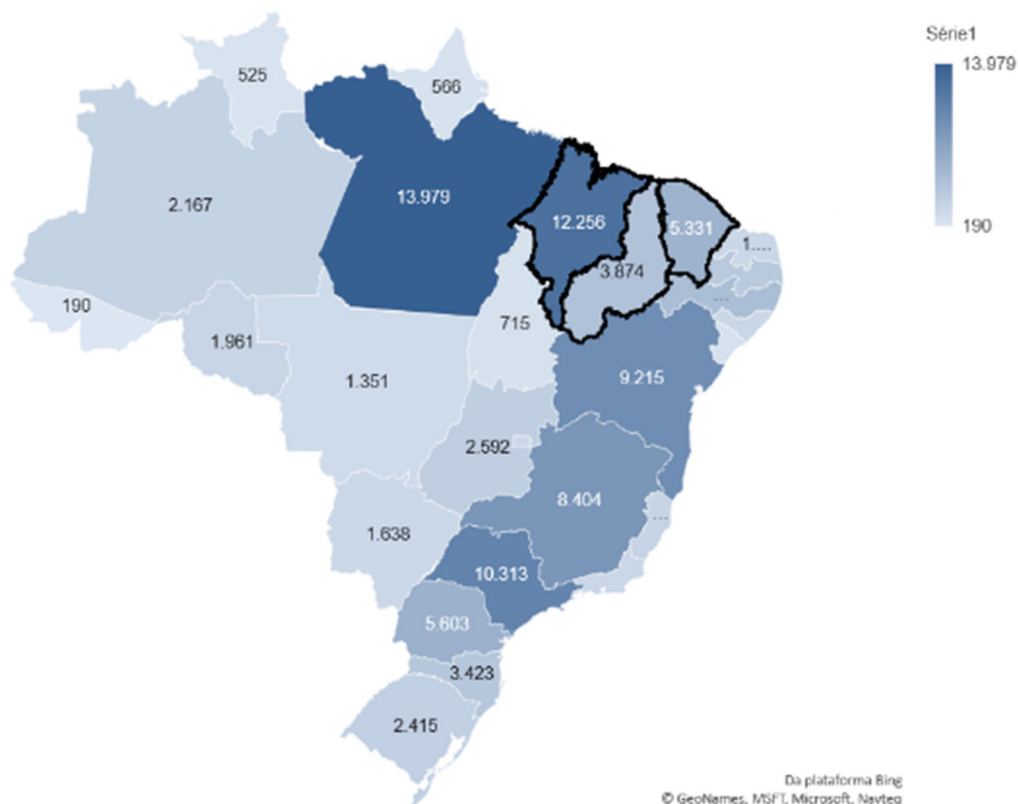


Figura 180. Internações por Diarreia e gastroenterite origem infecciosa presumível de janeiro a novembro de 2018.

Fonte: Elaboração própria; Adaptado MS DATASUS (2018).

A incidência municipal de internações associadas as principais doenças relacionadas a um saneamento inadequado (DRSAI), é apresentada na Figura 181, com destaque para os municípios com registros superiores a 150 internações. A análise é baseada no período de janeiro a novembro de 2018, considerando as doenças Cólera, Febre Tifoide e Paratifoide, Amebíase, Diarreia e gastroenterite, hepatite infecciosa e esquistossomose cujos dados foram obtidos MS - DATASUS. O município de Passagem Franca do Piauí registra o maior número de internação, com 1.310 casos, seguido do município de Parnaíba com 404, Uruçuí 382, e Teresina com 358.

A Figura 181 ainda retoma as concentrações de coliformes fecais e os pontos de lançamento de efluentes como uma forma indireta de identificar, possíveis locais com desconformidade quanto a balneabilidade, visto que a periodicidade dos dados não permite aplicação de índices específicos. A análise é pautada no § 4º da resolução onde estabelece que as águas serão consideradas impróprias:

- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- d) 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 (CONAMA 274 de 2000).

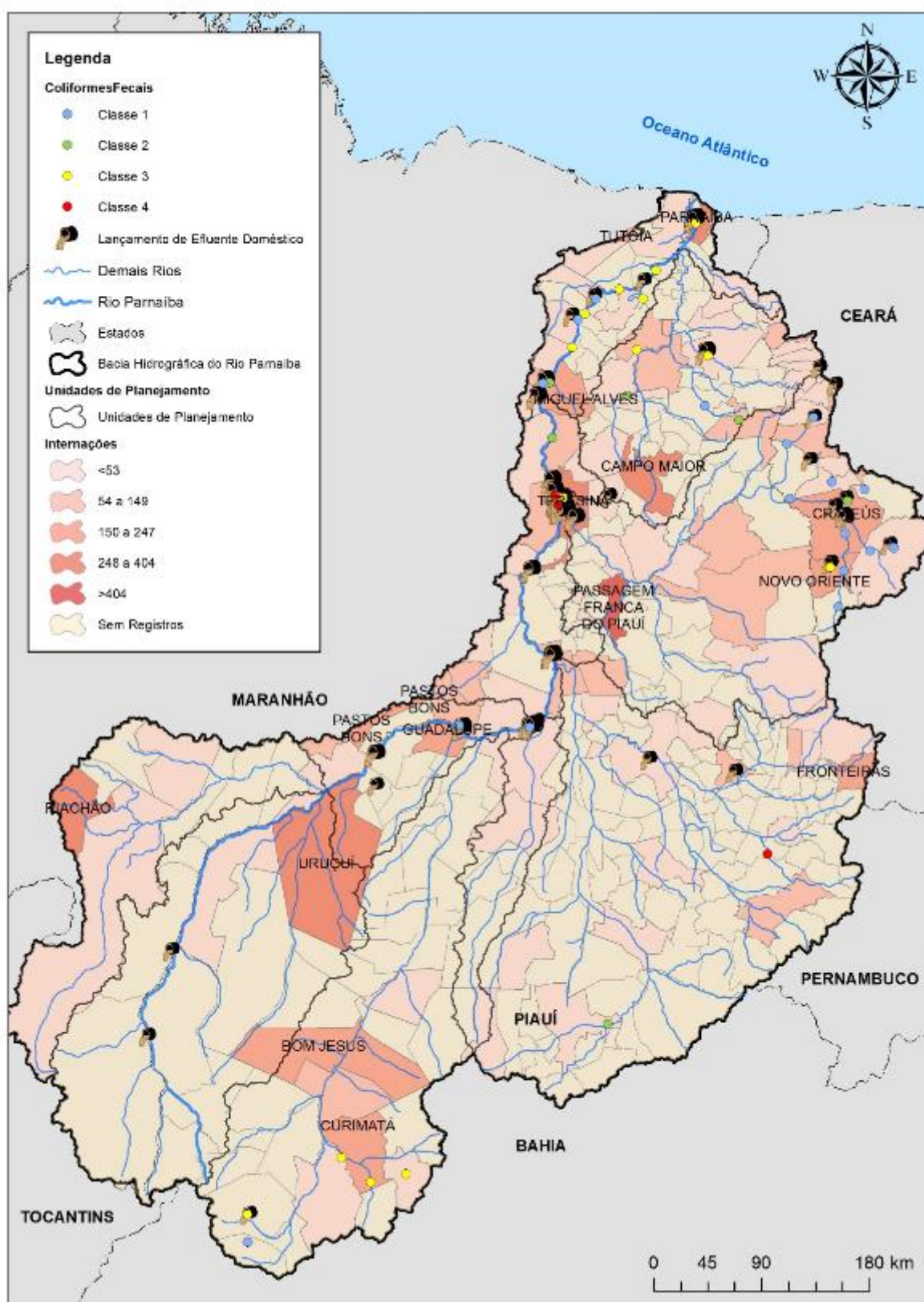


Figura 181. Ocorrências de intermissões municipais por DRSAI.
(Mapa 51 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

A avaliação da qualidade da água para irrigação, usualmente é avaliada pelo risco de salinidade. O critério de salinidade é calculado em função da condutividade elétrica, onde avalia o risco de que o uso da água ocasione altas concentrações de sais, com o correspondente efeito osmótico e diminuição de rendimentos de cultivos (EMBRAPA, 2010). Os valores de condutividade nos diferentes pontos foram classificados de acordo com a Tabela 57.

Tabela 57. Classificação do Risco de Salinidade

Classe	Risco de Salinidade	Cond. Elétrica (mS/cm)
C1	Baixa	$0 < C.E < 0,25$
C2	Média	$0,25 < C.E < 0,75$
C3	Alta	$0,75 < C.E < 2,25$
C4	Muito Alta	$2,25 < C.E$

Fonte: ANA (2010); COGERH (2018).

As águas na BHRP tem o risco de salinidade classificado entre baixo a medio, com apenas um registro no rio Piauí classificado com alto no entorno do município São Raimundo Nonato. A Figura 182, relaciona as areas plantadas das principais culturas a qualidade da água no entorno, quanto ao risco de salinidade.

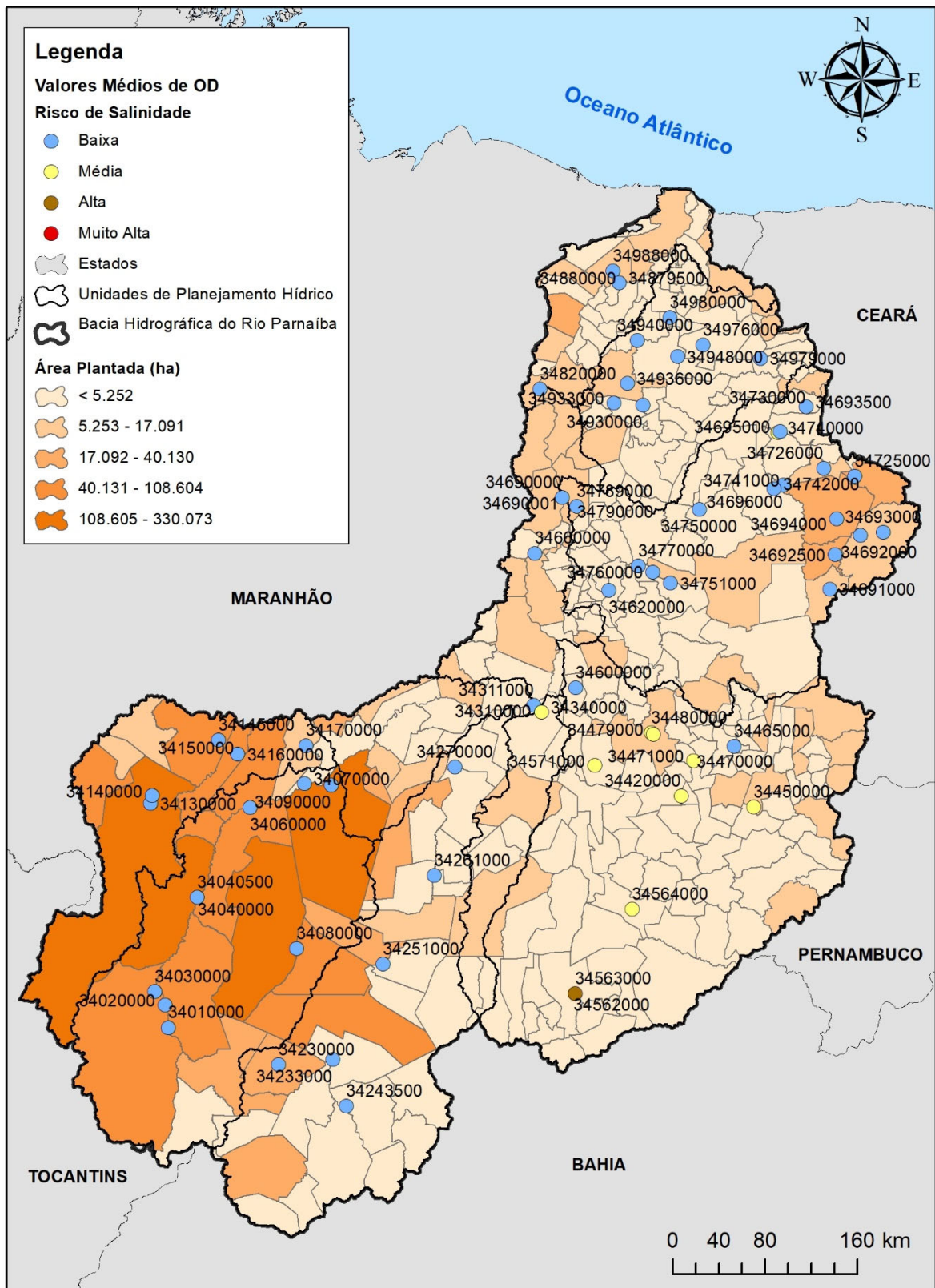


Figura 182. Risco de salinização em relação a área plantada.
(Mapa 52 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

7.3.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Do ponto de vista hidrogeológico, a qualidade da água subterrânea é tão importante quanto o aspecto quantitativo, pois assim como as águas superficiais, ela tem seu uso condicionado fundamentalmente pela qualidade física, química e biológica. Os processos e fatores que influem na evolução da qualidade das águas subterrâneas podem ser intrínsecos e extrínsecos ao aquífero. A Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. No Art. 3º da resolução as águas subterrâneas são classificadas em:

I - Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;

II - Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

III - Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

IV - Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

V - Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

VI - Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

Os principais problemas associados a qualidade das águas subterrâneas são a poluição e superexploração (CPRM, 2008). Apesar da necessidade de ampliar o monitoramento sobre a qualidade e disponibilidade das águas subterrâneas essa ainda é limitada.

O Serviço Geológico do Brasil-CPRM, em consonância com suas atribuições estabelecidas na Lei nº 8.970 de 28/12/1994 atua no planejamento, coordenação e operação da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS). O programa da rede de monitoramento é composto de poços existentes (cedidos) e poços construídos, visando atingir a densidade necessária para obter representatividade nos dados coletados (CPRM 2019). O Sistema SIAGAS, mantido

pela CPRM e criado para dar suporte ao gerenciamento de águas subterrâneas, está sendo adotado como o sistema para consistência e armazenamento dos dados contínuos que são gerados no monitoramento.

Há quinze poços classificados na tabela SIAGAS como poços equipados RIMAS com Medidor Automático. Destes, doze estão classificados quanto a natureza como poços de monitoramento e três como poços tubulares. A distribuição dos poços engloba quatro dos dezenove aquíferos inseridos na bacia, sendo cinco pontos de monitoramento no aquífero Cabeças, dois no Longá, três no Pimenteiras e no cinco Serra Grande.

Os dados disponibilizados pelo SIAGAS, trazem informações quanto a parâmetros de qualidade das águas subterrâneas. No entanto, esta disponibilidade de dados é limitada. A Tabela 58, traz o inventário dos dados disponíveis no SIAGAS por parâmetro, onde observa-se que apenas o parâmetro condutividade dispõe de observações em quantidade satisfatória.

Tabela 58. Inventário dos dados e parâmetros disponíveis, quanto a qualidade das águas subterrâneas.

Sistema Aquífero	Parâmetros					
	Condutivid. Elétrica	Sabor	Turbidez	Temperatura	Sólidos Sedimentáveis	Sólidos Totais
Barreiras	412			41		
Cabeças	2.106	1	1	2		
Corda	200			11		15
Faturado Centro-Sul	379			4		
Faturado Semiárido	741		11	2		4
Itapecuru	2			2		
Litorâneo Nordeste-Sudeste	94			37		
Longá	2.101					
Motuca	47		3	45		
Pastos Bons	58			23		
Pedra de Fogo	433		8	98		
Pimenteiras	884					
Poti-Piauí	2.458		6	54		
Sambaíba	5			3		
Santana						
Serra Grande	1.335		5	21	3	
Urucuia-Areado	22					
Total	11.277	1	34	343	3	19

Legenda - Coloração Verde: Quantidade de observações satisfatório / Coloração Amarela: Anos Quantidade de observações insatisfatória, mas superior a uma campanha / Coloração Vermelha: Quantidade de insatisfatória, uma campanha.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Visto que a disponibilidade e parâmetros não permitem um avanço, quanto ao enquadramento dos aquíferos na BHRP e dada sua relevância no abastecimento humano na bacia, os dados de qualidade, foram comparados aos padrões de potabilidade da Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde.

A Tabela 59 traz a variação dos parâmetros e seus valores médios por aquíferos, qualificados como “conformidade” e “desconformidade”. Não há limite para condutividade estabelecido na legislação, porém a condutividade elétrica em águas doces varia de 10 a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (a água do mar, naturalmente, possui 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.), neste sentido valores superiores a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foram considerados como desconformidade.

O sistema aquífero Fraturado Semiárido apresenta desconformidade quanto aos padrões de potabilidade no parâmetro sólidos totais registrando valores até 4 vezes acima de até 1.000 mg/L, limite permitido para o consumo humano. Além do risco à saúde, as águas com demasiado teor de minerais dissolvidos devem ser encaradas como potencialmente corrosivas para os filtros e outras partes da estrutura dos poços, mesmo abstraindo-se outras características das águas.

Tabela 59. Dados de qualidade nos poços tubulares SIAGAS.

Sistema Aquífero	Turbidez (NTU)			Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)			Temperatura $^{\circ}\text{C}$			Sólidos Totais (mg/L)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Barreiras				23,00	9.620,00	697,89	24,00	34,00	28,44			
Cabeças	0,50	0,50	0,50	0,14	6.630,00	295,54	25,00	29,30	27,15			
Cordeira				19,00	918,00	276,32	26,10	28,90	26,97	12,35	347,75	135,36
Faturado Centro-Sul				38,00	5.200,00	619,09	26,90	31,00	29,00			
Faturado Semiárido	0,13	16,20	3,37	22,00	14.010,00	2.363,12	32,00	32,20	32,10	1.127,50	4.101,50	2.402,50
Itapecuru				573,00	1.520,00	1.046,50	27,00	27,00	27,00			
Litorâneo Nordeste-Sudeste				26,00	3.070,00	597,91	26,00	32,00	29,22			
Longá				1,10	5.610,00	445,10	0,00	0,00				
Motuca	0,10	0,60	0,33	2,40	3.250,00	680,15	25,80	34,80	27,98			
Pastos Bons				40,00	838,00	367,43	27,00	30,00	27,98			
Pedra de Fogo	0,05	30,70	6,04	5,00	1.540,00	241,29	23,90	34,50	27,18			
Pimenteiras				39,00	5.710,00	581,67	0,00	0,00				
Poti-Piauí	0,02	1,90	0,77	6,00	4.940,00	326,75	25,00	34,00	28,03			
Sambaíba				20,50	1.220,00	277,24	26,00	28,20	26,73			
Santana												
Serra Grande	0,50	6,90	2,76	32,00	8.540,00	457,11	23,00	31,60	27,67			
Urucuia-Areado				40,00	580,00	351,32	0,00	0,00				
Total Geral	0,02	30,70	3,10	0,14	14.010,00	535,50	23,00	34,80	27,91	12,35	4.101,50	612,66

Legenda - Coloração Verde: Conformidade / Coloração Vermelha: Desconformidade

Fonte: Elaboração própria; Adaptado SIAGAS (2018); Portaria de Consolidação 5 (2017).

A análise das médias dos valores de condutividade registrados nos sistemas aquíferos Itapecuru e Fraturado semiárido apresentam indícios de ambientes impactados ou em processo de salinização. O aquífero Itapecuru está inserido na sua maior parte na UPH Baixo Parnaíba, já o Fraturado Semiárido, nas UPHs Canindé e Poti. Os valores médios de condutividade elétrica, registrados nos poços organizados por UPH, apresentada na Figura 183, se enquadram dentro do limite estimado para águas doces, de 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

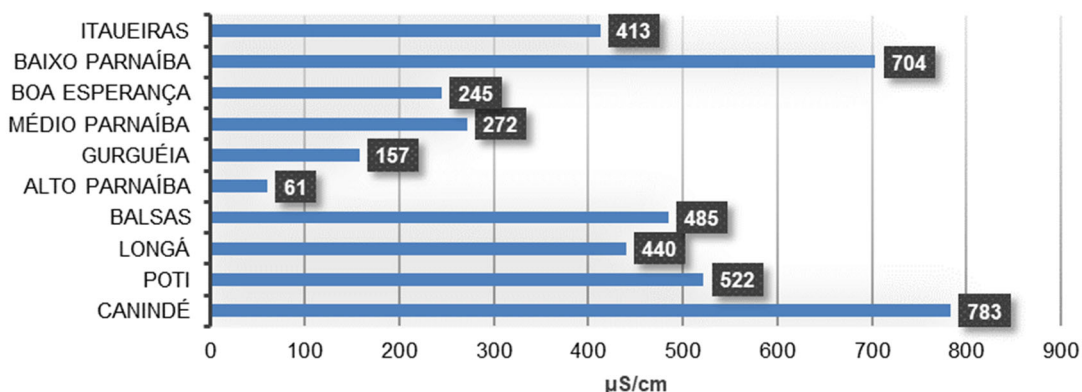


Figura 183. Valores médios de condutividade elétrica nas UPHs da BHRP.

Fonte: Elaboração própria (2019).

Na Figura 184 é possível observar as áreas mais críticas em relação ao parâmetro condutividade elétrica, sendo a maior parte inserida na parcela semiárida da bacia. Entre os fatores para o atual cenário estão a temperatura, formações geológicas, diluição nos aquíferos, visto que a área coincide com a área classificada com produtividade muito baixa. Valores acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ podem indicar ambientes impactados (CETESB, 2015).

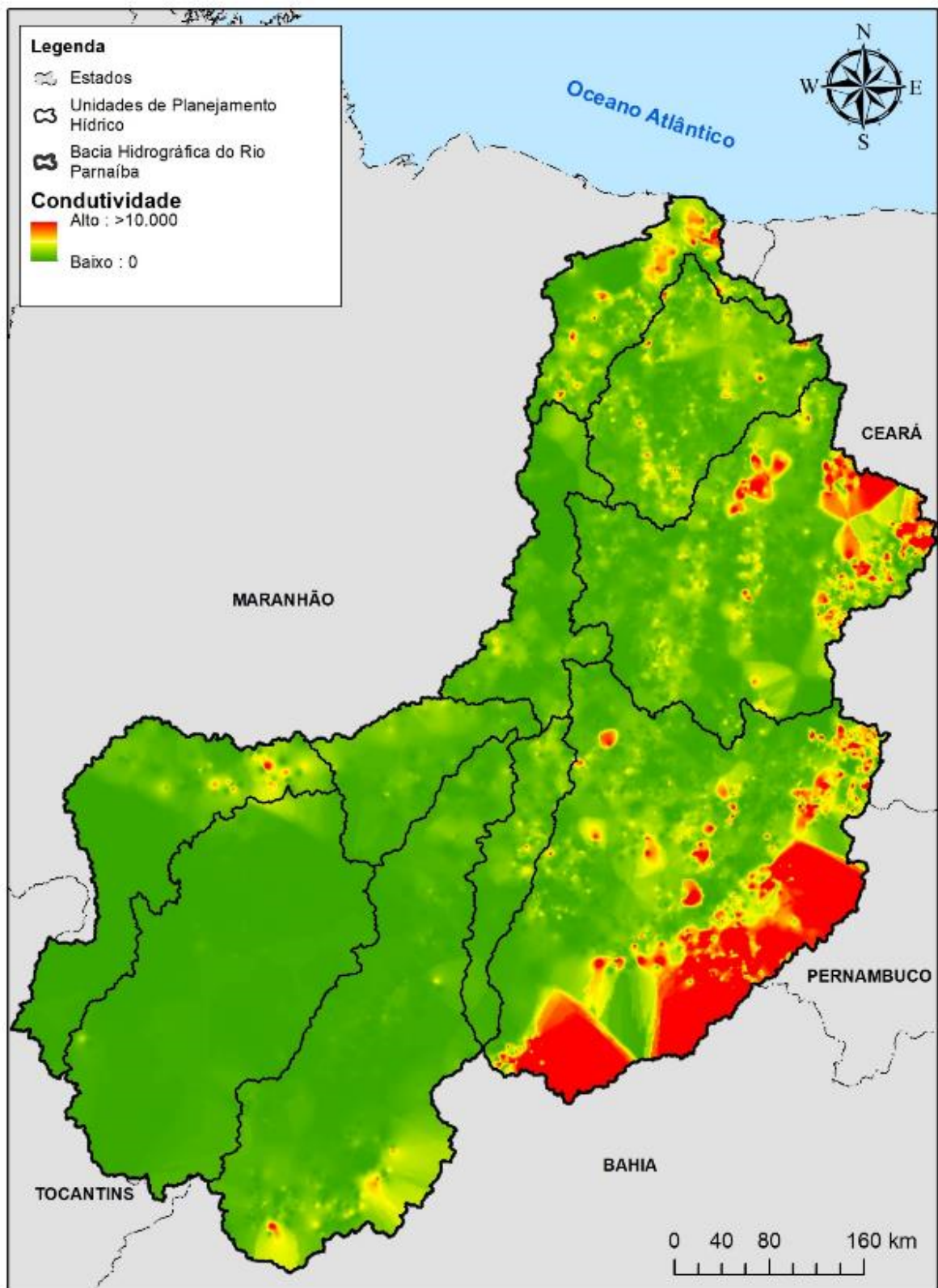


Figura 184. Valores médios de condutividade elétrica das águas subterrâneas da BHRP.
(Mapa 53 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica. Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 a 0,75, gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD) (MME, 2004). O fator adotado neste diagnóstico é de 0,65, visto que o mesmo foi adotado em trabalhos executados no entorno, como por exemplo, no Projeto Cadastro De Fontes De Abastecimento Por Água Subterrânea para o município de Água Branca pertencente ao estado do Piauí (CPRM, 2004).

Os valores estimados estão apresentados na Tabela 60. A análise dos valores médios nos aquíferos mostra que apenas o sistema aquífero Fraturado Semiárido, possui média superior ao limite para o consumo humano, desconformidade já constatada nos dados apresentados na Tabela 54, elaborada com os dados SIAGAS.

Tabela 60. Valores estimados de sólidos dissolvidos (mg/L) nos sistemas aquíferos da BHRP.

Sistema Aquífero	Mínimo	Máximo	Média
Barreiras	15,0	4.192,5	444,1
Cabeças	0,1	4.309,5	196,3
Corda	12,4	596,7	187,1
Fraturado Centro-Sul	23,7	3.380,0	420,1
Fraturado Semiárido	3,4	6.818,5	1.458,0
Itapecuru	372,5	988,0	680,2
Litorâneo Nordeste-Sudeste	16,9	1.995,5	409,6
Longá	0,7	3.646,5	285,8
Motuca	1,6	1.110,2	302,2
Pastos Bons	26,0	464,1	213,6
Pedra de Fogo	4,2	1.170,0	170,2
Pimenteiras	25,4	3.711,5	399,9
Poti-Piauí	3,9	3.211,0	214,0
Sambaíba	13,3	44,40	23,9
Serra Grande	20,8	5.551,0	256,1
Urucuia-Areado	26,0	377,0	219,8
BHRP	0,1	6.818,5	338,4
Legenda - Coloração Verde: Conformidade / Coloração Vermelha: Desconformidade			

Fonte: Elaboração própria (2019).

Para complementar o diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas, compõem o diagnóstico, dados de poços tubulares de captação para consumo humano provenientes da CAGECE (Tabela 61) e AGESPISA (Tabela 62) obtidos nas entrevistas. Estes foram categorizados quanto à conformidade e desconformidade com os parâmetros estabelecidos pela Portaria de Consolidação 5/2017 MS.

Tabela 61. Qualidade da água dos poços tubulares monitorados CAGECE.

Sistema Aquífero	Fraturado Semiárido				Serra Grande
Município	Ararendá	Independência	Novo Oriente	Tamboril	Poranga
Amônia (mg /L)	0,17	0,41	0,13	0,49	0,06
Cloreto (mg/L)	356,34	490,41	473,46	227,58	38,75
Sulfato (mg/L)	32,88	52,25	39,56	398,09	4,70
Ferro Total (mg/L)	0,11	0,09	0,14	11,46	0,11
Dureza Total (mg/L)	606,72	648,53	823,83	609,79	12,58
Sólidos Dissolvidos Totais (mg /L)	888,12	1.352,42	1.172,44	1.007,33	87,98
Condutividade (uS/cm)	1.620,75	2.458,95	2.131,71	1.805,24	159,98

Legenda - Coloração Verde: Conformidade / Coloração Vermelha: Desconformidade

Fonte: Elaboração própria; Adaptado CAGECE (2018); Portaria de Consolidação MS 5 (2017).

Tabela 62. Qualidade da água dos poços tubulares monitorados AGESPISA.

Aquífero	Cabeças	Serra Grande					
Município	Capitão de Campos	São João do Piauí					
UPH	UPH do Longá	UPH do Canindé					
	Poço 01	Poço 02	Poço 02	Poço 02	Poço 02	Poço 02	Poço 02
pH	7,60	6,00	6,20	6,40	6,00	6,70	6,60
Turbidez	0,7	23	10,8	2,9	36	0,8	3
Cloretos (mg/L)	35	25	-	-	24	23	25
Dureza mg/L)	56	130	-	-	82	66	60
Ferro (mg/L)	0,5	0,3	1,5	0,3	1,3	-	405
Coliformes Totais (N.M.P/100m)	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Presença	Presença	Ausência
Escheríchia Coli (N. M. P. /100ml)	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Legenda - Coloração Verde: Conformidade / Coloração Vermelha: Desconformidade

Fonte: Elaboração própria; Adaptado CAGECE (2018); Portaria de Consolidação MS 5 (2017).

Com base nos dados CAGECE, mais uma vez é evidenciado a perda de qualidade no sistema aquífero Fraturado Semiárido, com indícios de salinização.

Quanto o aquífero Serra Grande na captação no município de Poranga, não registra desconformidades. Já nos pontos AGESPISA o poço localizado no município de São João do Piauí, apresenta sinais de contaminação por esgotos domésticos.

Apesar de ser relativamente mais protegidos que as águas superficiais, os aquíferos também sofrem impactos ambientais. A vulnerabilidade de um sistema aquífero depende das suas propriedades físicas bem como de sua sensibilidade a impactos naturais e àqueles causados por seres humanos. Segundo a CETESB (2019):

A vulnerabilidade de um aquífero pode ser entendida como o conjunto de características que determinam o quanto ele poderá ser afetado pela carga de poluentes. São considerados aspectos fundamentais da vulnerabilidade: o tipo de aquífero (livre a confinado), a profundidade do nível d'água, e as características dos estratos acima da zona saturada, em termos de grau de consolidação e litologia (argila a cascalho) CESTEB (2019).

Como já discutido no relatório os municípios integrantes a BHRP, são deficitários quanto a infraestrutura de saneamento, além da principal atividade econômica ser a agricultura, considerada a principal responsável pela salinização dos aquíferos.

Além dos fatores externos a qualidade das águas subterrâneas é afetada diretamente por sua integração geoquímicas com os diferentes tipos de rochas subjacentes bem como sofre a influência das atividades antrópicas realizada nas superfícies. Na BHRP classificam-se em oito tipos químicos de água, fáceis hidroquímicas, classificadas com base no Diagrama Triangular de Feré, onde são confrontados os percentuais relativos (em meq/l) dos principais cátions (Ca, Mg, Na e K) e ânions (Cl, HCO₃, SO₄ e NO₃) (IBGE, 2013). Na BHRP predominam o tipo de água subterrânea Bicarbonatada mista representando 60% da área total da bacia, seguido do tipo Cloretada Mista (18%), Mista-Sódica (10%), Bicarbonatada-Sódica (4%), os demais tipos, Cloretada-Sódica, Sulfatada-Sódica, Bicarbonatada-Cálcica-Magnésiana e Cloretada-Sódica (CS) (Figura 185), somados representam 18% da área (IBGE, 2013).

O Quadro 13 traz a síntese quanto à qualidade das águas subterrâneas dos principais sistemas aquíferos da BHRP identificado na literatura. É possível observar que nestes a água é considerada admissível para o consumo.

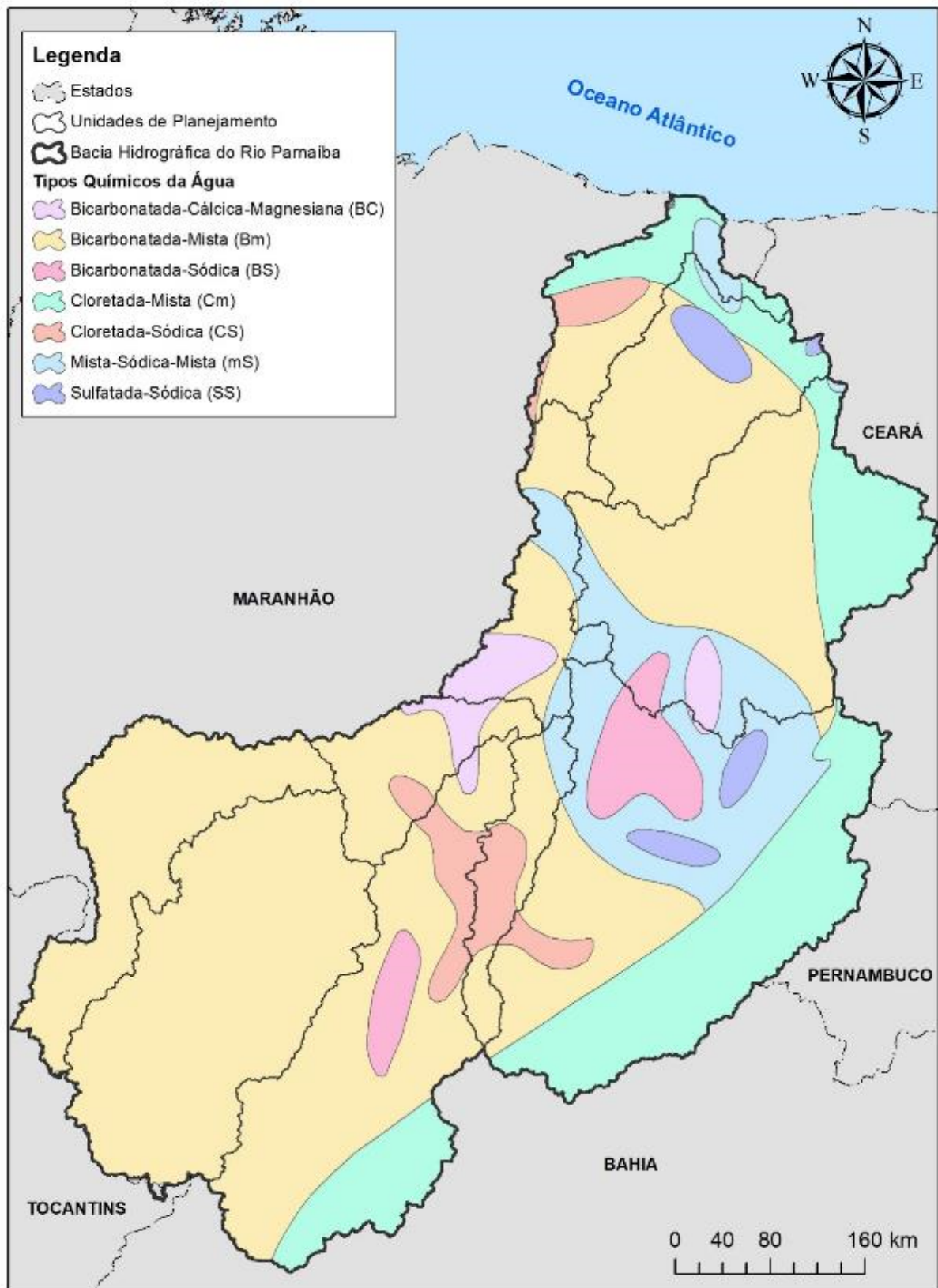


Figura 185. Tipos químicos das águas subterrâneas na BHRP (dados geoespaciais: IBGE, 2013). (Mapa 54 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

Quadro 13. Síntese da análise qualitativa das águas subterrâneas dos principais sistemas aquíferos na BHRP.

AQUÍFEROS	POTI/PIAUI	CABEÇAS	PEDRA DE FOGO	SERRA GRANDE	URUCUIA-AREADO	FRATURADO SEMIÁRIDO	FRATURADO CENTRO-SUL
PARÂMETROS MÉDIOS							
Tipo do Aquífero	Poroso	Poroso	Poroso	Poroso	Poroso	Fraturado	Fraturado
Hydroestratigrafia	SAPP Piauí (2) C2pi / (3) C2pi Poti (2) Clpo / (3) Clpo	(1) D2c (3) D2c	SAU (5) P12pf	(1) Ssg (5) Ssg	SAU (1) K2u	(5) Fr	(5) Fr
pH	6,1	6,7	7,6	6,8	5,8	Sem dados	Sem dados
Na ⁺	0,59 mg/l	13,2 mg/l	107,1 mg/l	Sem dados	0,32 mg/l	Sem dados	Sem dados
K ⁺	0,14 mg/l	12,9 mg/l	Sem dados	Sem dados	0,26 mg/l	Sem dados	Sem dados
Ca ⁺²	1,01 mg/l	16,8 mg/l	5,71 mg/l	Sem dados	1,82 mg/l	Sem dados	Sem dados
Mg ²⁺	0,84 mg/l	10,4 mg/l	1,5 mg/l	Sem dados	0,16 mg/l	Sem dados	Sem dados
NH ₃	Sem dados	0,27 mg/l	Sem dados	0,03 mg/l	0,32 mg/l	Sem dados	Sem dados
HCO ₃ ⁻	1,81 mg/l	73,0 mg/l	267,7 mg/l	135,81 mg/l	7,0 mg/l	Sem dados	Sem dados
Cl ⁻	5,06 mg/l	25,8 mg/l	13,16 mg/l	179,4 mg/l	3,62 mg/l	Sem dados	Sem dados
SO ₄ ⁻²	0,04 mg/l	31,2 mg/l	9,95 mg/l	Sem dados	1,88 mg/l	Sem dados	Sem dados
Fe	Sem dados	0,3 mg/l	Sem dados	0,2 mg/l	0,65 mg/l	Sem dados	Sem dados
Alcalinidade Total	Sem dados	60,5 mg/l	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados	Sem dados
Dureza Total (DT)	Sem dados	85,2 mg/l	Sem dados	32,0 mg/l	Sem dados	Sem dados	Sem dados
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	200,0 mg/l	175,7 mg/l	200,0 mg/l	176,4 mg/l	15,13 mg/l	Sem dados	Sem dados
Condutividade Elétrica (CE)	231,0 µS/cm	219,2 µS/cm	268,0 µS/cm	271,9 µS/cm	82,8 µS/cm	Sem dados	Sem dados
Classificação Portaria nº2914/2011	Água doce	Água doce	Água doce	Água doce	Água doce	Água doce	Água doce
Classificação da água em Relação ao Resíduo seco	87% grupo 01 10% grupo 02 3% grupo 03	68% grupo 01 11% grupo 02 21% grupo 03	63% grupo 01 14% grupo 02 6% grupo 03	87% grupo 01 10% grupo 02 3% grupo 03	Sem dados	35% grupo 01 44% grupo 02 21% grupo 03	35% grupo 01 44% grupo 02 21% grupo 03
QUALIDADE PARA CONSUMO	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL

Fonte: Elaboração própria; Adaptado de SIAGAS (2018); Monteiro et. al. (2010); Filho et. al. (2010); MME (2006); LEAL (1977); SILVA, SILVA-FILHO, GOMES, BIDONE, CASTILHOS (2014)

7.4. FONTES DE POLUIÇÃO

7.4.1. FONTES PONTUAIS

7.4.1.1. Esgotamento Sanitário e Cargas Poluidoras

O lançamento dos esgotos domésticos sem o tratamento adequado é considerado o principal fator de degradação ambiental na BHRP. A situação da região em relação ao esgotamento sanitário é bastante crítica. Os três estados que compõem a BHRP figuram entre os mais deficitários do país. No ranking das 27 unidades federativas do Brasil, frente a disponibilidade dos serviços, o estado do Maranhão apresenta o pior desempenho, ocupando a última posição (27ª) e o estado do Piauí a e 23ª posição (ANA, 2017a).

Os índices de atendimento ao serviço de esgotamento sanitário na BHRP, são apresentados na Figura 186. Com base na imagem apenas 2% da população tem seus esgotos coletados e tratados na BHRP, ou seja, 2.469.824 da população urbana não tem acesso a nenhum tipo de serviço de esgotamento sanitário.

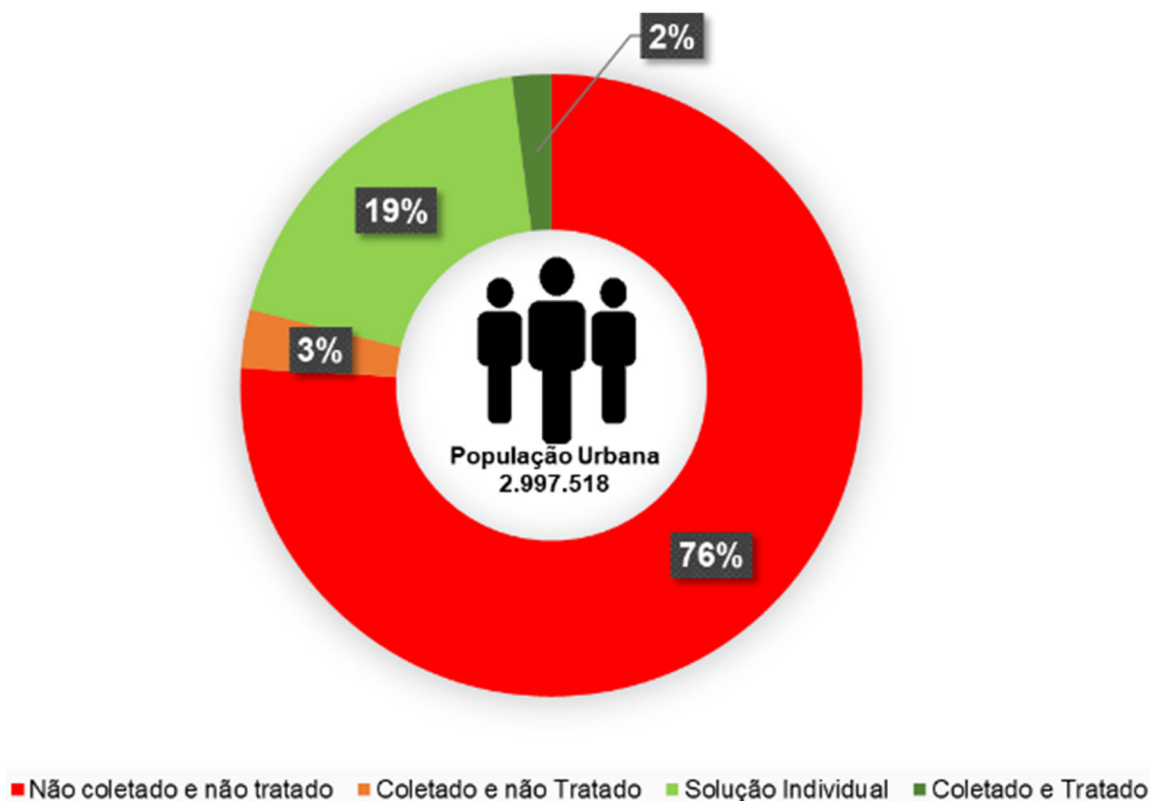


Figura 186. Panorama geral dos índices de coleta e tratamento da BHRP.

A Tabela 63. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH. apresenta os índices de coberturas por UPH. O índice mais baixo quanto ao tratamento de esgotos é registrado na UPH Boa esperança e na UPH Canindé com valor médio de 0%.

Tabela 63. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH.

UPH	Nº de Sedes Municipais	% População Atendida por Rede Coletora	% Poluição atendida por rede coletora e Tratamento de esgoto	% Solução Individual
Alto Parnaíba	8	6	3	11
Baixo Parnaíba	31	2	2	22
Boa Esperança	8	1	0	10
Balsas	11	3	2	10
Canindé	90	3	0	18
Gurguéia	25	2	1	11
Itaueiras	4	4	3	40
Longá	31	2	3	33
Médio Parnaíba	18	3	1	18
Poti	52	4	5	19
BHRP	278	3	2	20

Fonte: Elaboração própria; Adaptado Atlas do Esgoto ANA (2017a).

Visto o baixo acesso da população aos serviços de coleta e tratamento de esgoto, a fim de determinar a carga efetiva lançada na bacia proveniente de esgoto domésticos, foram estimadas as cargas remanescentes de fósforo e DBO.

Para as estimativas da carga de fósforo remanescente foram realizadas considerando a população urbana nas UPHs, com a geração per capita de 1g P/hab.dia (Von Sperling, 1996). Com base na carga total produzida nas UPHs e os índices de tratamentos, estimaram-se as cargas remanescentes. Nos casos em que o efluente coletado é tratado, foram consideradas no cálculo um abatimento de 20% na carga de fósforo. O mesmo abatimento foi aplicado em casos de efluente encaminhado para fossas sépticas/sumidouros.

Para Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, as estimativas da carga orgânica poluidora pelo lançamento de esgotos domésticos foram realizadas considerando a população urbana existente nas UPHs e a geração per capita de 54 g/hab.dia de DBO (Von Sperling, 1996). Para o cálculo da carga abatida foram utilizados dados referentes a eficiência de remoção do Atlas do Esgoto 2017.

As estimativas das cargas orgânicas de DBO e P provenientes de efluentes domésticos são apresentadas a seguir (Tabela 64), para cada UPH. O levantamento dos índices de cobertura do esgoto urbano e as estimativas de carga por município são apresentadas no ANEXO D.

Tabela 64. Estimativa da carga de Fósforo (P) e DBO – produzida, abatida e remanescente – dos efluentes domésticos, por UPH

UPH	População (2015)	Fósforo			DBO		
		Carga Gerada Total(kgP/dia)	Carga Remanescente Total	P Abatida (kg)	Carga Gerada (kgDBO/dia)	DBO Abatida	Carga Remanescente (kgDBO/dia)
Alto Parnaíba	54.714	55	53	2	2.955	250	2.686
Baixo Parnaíba	438.709	439	414	25	23.690	4.125	19.320
Balsas	131.707	132	128	4	7.112	619	6.447
Boa Esperança	61.569	62	60	1	3.325	205	3.104
Canindé	362.820	363	351	12	19.592	1.948	17.485
Gurguéia	119.980	120	117	3	6.479	513	5.925
Itaueiras	65.232	65	60	5	3.523	819	2.670
Longá	398.732	399	370	28	21.532	4.678	16.524
Médio Parnaíba	397.830	398	359	39	21.483	5.955	15.149
Poti	1.218.476	1.218	1.093	126	65.798	22.008	43.241
BHRP	3.249.769	3.250	3.005	245	175.488	41.122	132.551

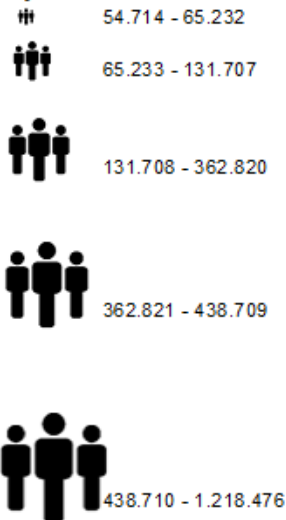
Fonte: Elaboração própria (2019).

A maior contribuição de carga remanescente (DBO e P) na Bacia é proveniente da UPH Poti a qual contribuiu com 33% da carga remanescente total da BHRP. A UPH referida possui a maior densidade demográfica da BHRP com 28,95 habitantes/km. É na UPH Poti que se localiza a capital do estado do Piauí, Teresina. A capital possui a maior densidade demográfica do estado. O adensamento populacional registrado na UPH atrelado ao baixo índice de tratamento de esgoto, 5%, tornam a UPH suscetível a degradação da qualidade das águas.

A Figura 187 apresenta a síntese da carga remanescente de DBO por município. A figura ainda estabelece relação entre as cargas geradas total por UPH, percentual de contribuição da UPH na composição da carga remanescente total da BHRP. As cargas de fosforo são apresentadas na Figura 188.

Legenda

População Urbana (2015)



Carga Remanescente kgDBO/dia

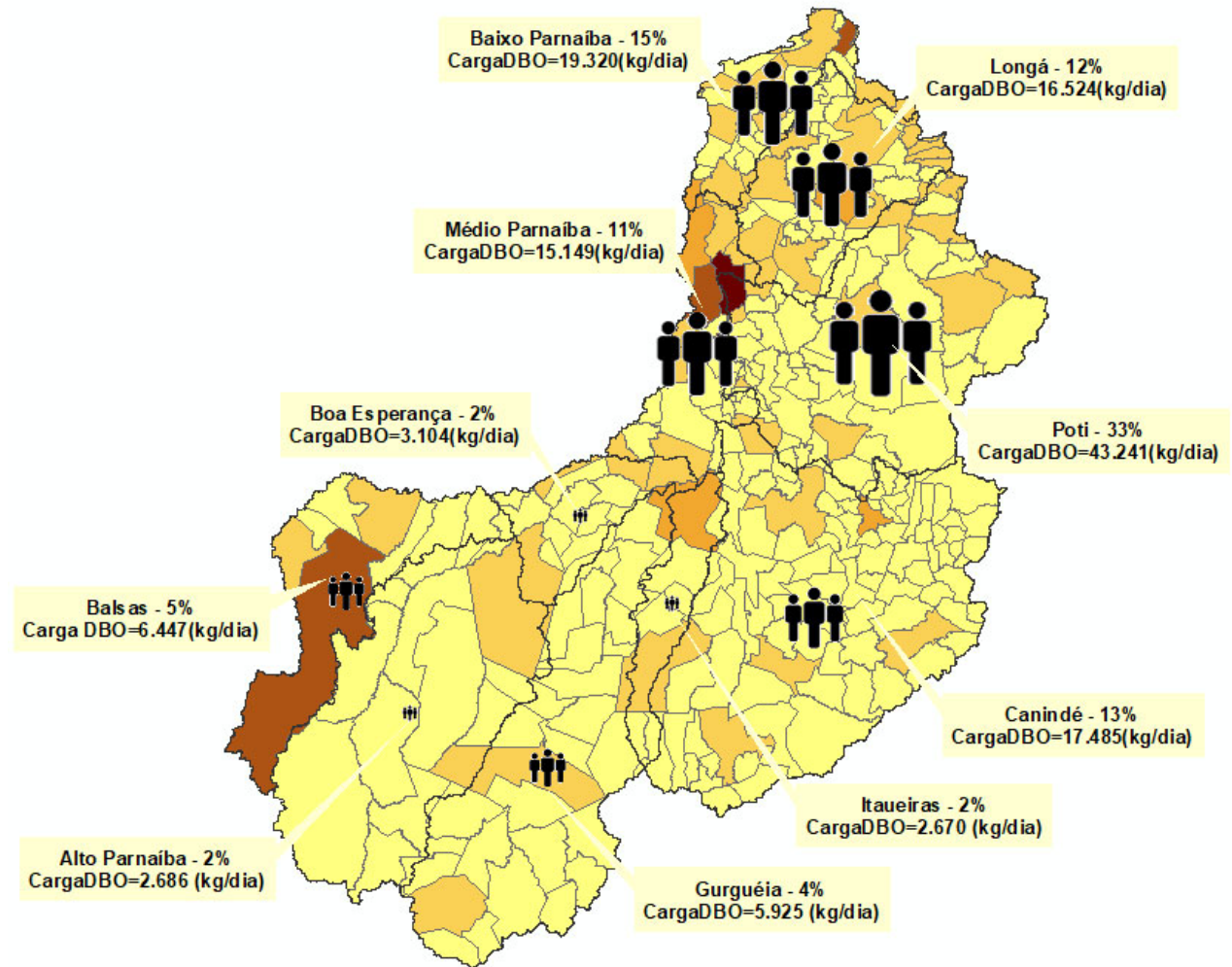
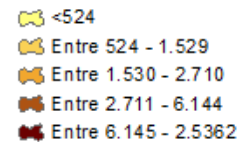
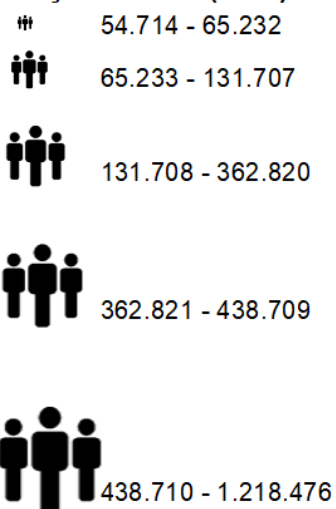


Figura 187. Carga Remanescente de DBO por sede municipal, população urbana (2015) por UPH, carga remanescente total por UPH e distribuição percentual na composição da carga total na BHRP.

Legenda

População Urbana (2015)



Carga Remanescente de kgP/dia

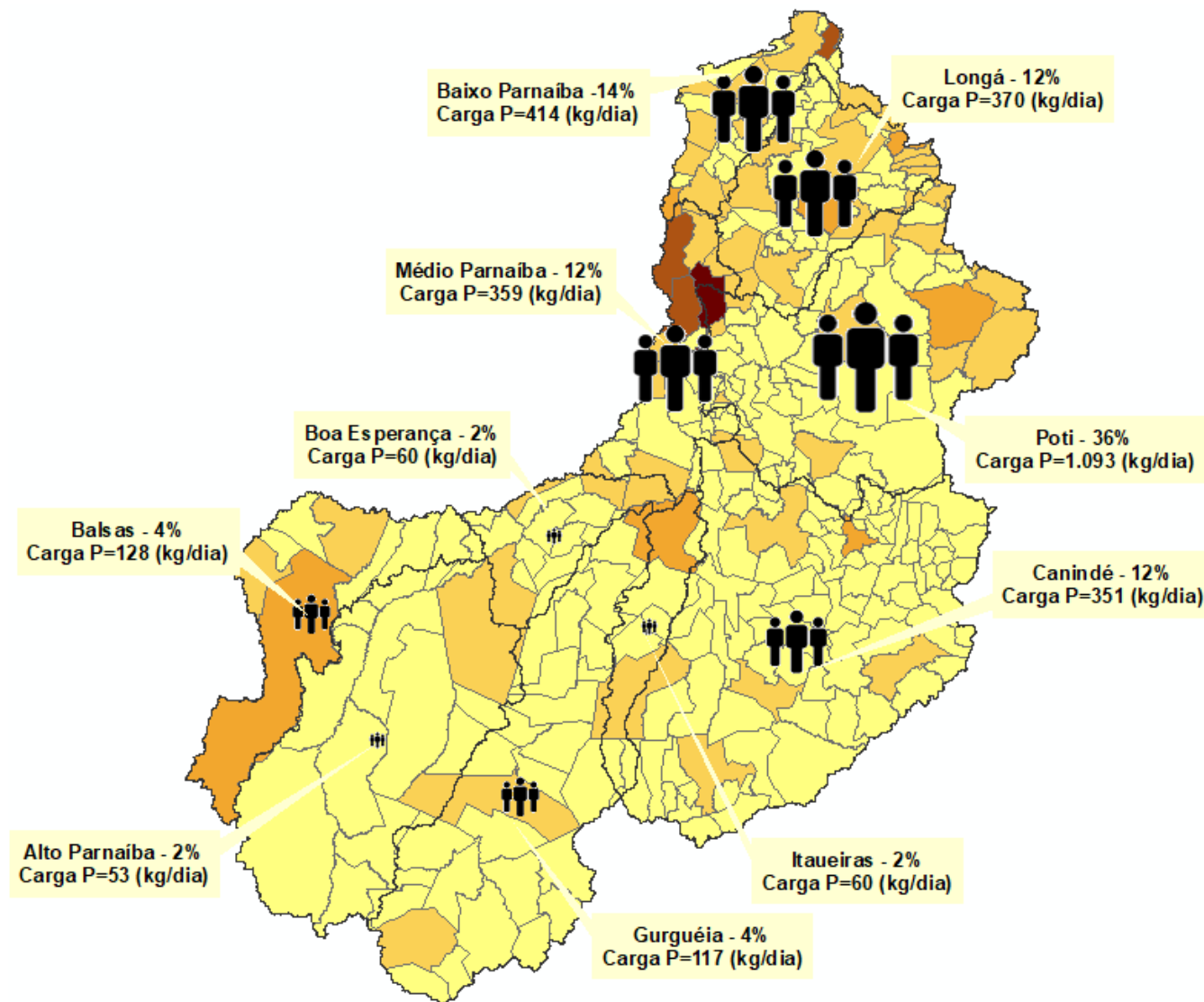


Figura 188. Carga Remanescente de P por sede municipal, população urbana (2015) por UPH, carga remanescente total por UPH e distribuição percentual na composição da carga total na BHRP

7.4.1.2. Resíduos Sólidos Urbanos

As informações sobre a situação dos resíduos sólidos são derivadas do Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016 disponibilizado pelo SNIS. Das 102 unidades de destinação de resíduos 90% são classificadas com lixões e apenas 3% classificam-se como aterro sanitários, sendo o pior desempenho quanto a gestão dos resíduos sólidos registrado na UPH Canindé com 36 lixões instalados na UPH.

Tabela 65. Destinação final dos resíduos sólidos nos municípios da BHRP

UPH	Aterro controlado	Aterro Sanitário	Lixão
Alto Parnaíba			1
Baixo Parnaíba		1	7
Balsas	1		3
Boa Esperança			6
Canindé		1	36
Gurguéia			7
Itaueiras			1
Longá	3	1	7
Médio Parnaíba			5
Poti	3		19
Bacia	7	3	92

Fonte: Elaboração própria; Adaptado de SNIS (2018).

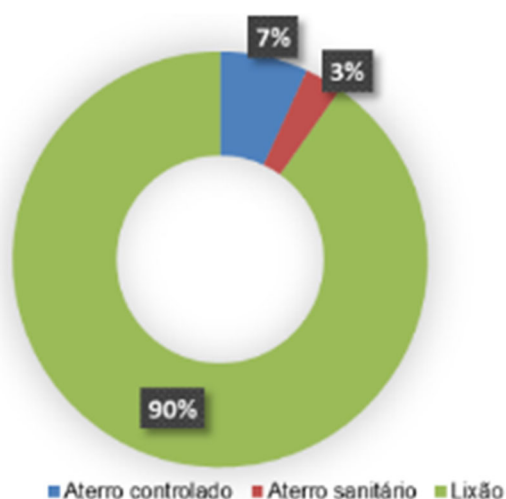


Figura 189. Distribuição percentual das categorias de unidades de tratamento / destinação final de resíduos.

Fonte: Elaboração própria; adaptado de SNIS (2018).

Apenas quatro municípios dispõem de licenciamento de operação para as unidades, sendo estes o aterro sanitário do município de Coivaras, os aterros controlados localizados nos municípios Piracuruca, Água Branca, Teresina. A coleta seletiva foi identificada apenas o município Novo Oriente, UPH Poti, dispõem do serviço, com taxa de cobertura em termos populacionais de 40,92%.

7.4.2. FONTES DIFUSAS

Dentre os poluentes potenciais oriundos de cargas difusas destaca-se o fósforo, gerado sobretudo pelo uso do solo em atividades agrícolas devido a aplicação de fertilizantes, pelo potencial de implicar na eutrofização de corpos d'água, principalmente em ambientes lênticos da bacia, como reservatórios.

Os agrotóxicos podem alterar e contaminar a qualidade dos corpos d'água superficiais e subterrâneos, em menor ou maior intensidade, dependendo das suas características físico-químicas, características do terreno e do solo, condições climáticas e práticas agrícolas. Já os fertilizantes estão relacionados à geração de gases associados ao efeito estufa, acidificação dos solos, eutrofização, pelo fósforo, dos rios e lagos, e contaminação, principalmente pelo nitrogênio, das águas subterrâneas e reservatórios de água.

A partir da análise dos dados disponibilizados pelo IBGE, constata-se que houve, em média um crescimento de 10% da quantidade de fertilizantes utilizada por unidade de área no Brasil no período de 2007 a 2014. Nos estados pertencentes a BHRP, o estado do Piauí teve um crescimento de 109%, sendo muito acima da média nacional, seguindo o estado do Maranhão com um aumento de 70%. O estado do Ceará registrou um crescimento de 14% na utilização de fertilizantes por unidade de área, sendo o mais próximo do crescimento nacional.

Quanto ao consumo de fertilizantes dentre os estados que compõem a BHRP, o estado do Maranhão registra o maior consumo, principalmente de fósforo (52kg/ha) e potássio (53,7 kg/ha), porém abaixo da média do país cujo consumo é de 62kg/há para o fosforo e 70 kg/há para o potássio.

A partir da análise dos dados disponibilizados pelo IBGE, constata-se que houve uma queda de 1% na quantidade de comercialização de agrotóxicos e afins por área plantada no País entre 2013 e 2014 (6,8kg em 2013 e 6,7kg em 2014). Diferente do comportamento nacional de redução, nos estados pertencentes a BHRP houve um crescimento de 33% no Ceará, 14% no Maranhão e 13% no Piauí.

O ingrediente Herbicida está entre as classes de agrotóxicos mais intensamente aplicados na BHRP com 9,8 mil toneladas em 2014. Em 2013, nos três estados, ocorreu uma queda de comercialização das classes de uso de agrotóxicos, porém em 2014 já voltou a crescer. Inseticida foi a classe que mais teve crescimento em 2013.

Devido à complexidade de determinar as cargas de origem difusas, necessitando de metodologias mais complexas e maior disponibilidade de dados (GEBLER, et al., 2012.), este estudo afim de simplificação apresenta estimativas das cargas difusas de fósforo e nitrogênio pelo método de contribuição unitária onde a carga total de fósforo afluente às massas de água é calculada multiplicando a área de cada tipo de uso do solo, em cada área drenante, por uma carga específica ou concentração de fósforo, atribuída a cada classe de uso do solo (CASTRO (1986); TANIK (1999); OSPAR (1991); NOVOTNY, OLEM (1994); NOVOTNY (2003); DIOGO et al. (2007); DIOGO et al. (2008); LIMA, (2016). Os coeficientes de contribuição unitária adotados foram determinados com base na literatura cujos valores estão apresentados no Quadro 14, limitando-se as principais fontes de contribuição de fosforo e nitrogênio quanto ao uso do solo.

Quadro 14. Contribuições unitárias típicas

Fonte	Tipo	Valores típicos (kgP/km ² .ano)	Valores típicos (KgN/Km ² .ano)
Drenagem	Áreas agrícolas	50	1.076
	Áreas urbanas	100	465
	Pastagem / Criação de Animais	12	182

Fonte: Von Sperling (1996); Diogo et al., (2004).

Definidos os coeficientes de contribuição unitária, foram então o levantamento da área por UPH destinada as distintas atividades, por meio do mapa do uso do solo IBGE 2018, com ano de referência 2016 cujos resultados apresentados na Tabela 66.

Tabela 66. Porcentagem de tipo de uso do solo por região fisiográfica e na BHRP.

UPH	Agricultura (km ²)	Pastagem / Criação de Animais (km ²)	Área Urbana (km ²)
Alto Parnaíba	1.175,03	307,52	27,70
Balsas	10.127,85	82,00	16,00
Baixo Parnaíba	610,64	77,00	93,28
Boa Esperança	3.765,92	643,60	39,00
Canindé	646,10	92,75	53,22
Gurguéia	1.776,70	474,35	41,00
Itaueiras	107,00	0,00	4,00
Longá	260,10	212,00	106,34
Médio Parnaíba	359,53	310,45	170,00
Poti	540,11	213,00	237,00
BHRP	19.368,97	2.412,67	787,54

Fonte: Elaboração própria (2019).

Como pode ser observado, na tabela, o uso mais expressivo nas UPHs, dentre os tipos observados, é agricultura representando 6% da área total da BHRP, onde 52% desta área localizada na UPH Alto Parnaíba e 19% na UPH Balsas. O uso do solo para a criação animal destaca-se a UPH Balsas e Boa Esperança, onde 2,4% do território de cada UPH destinada a tal fim. As áreas urbanas, também denominadas como artificiais, em termos territoriais são as menos expressivas com menos de 1% nas UPH.

Na Tabela 67, são apresentadas as estimativas de carga com base no uso. A atividade de maior contribuição de P e N é a agricultura, sendo as principais fontes a UPH Alto Parnaíba e Balsas. Quanto a criação de animais as maiores cargas de P e N são registradas na UPH Balsas. A maiores cargas de origem urbana são registradas nas UPHs Poti e Médio Parnaíba, estas são as UPHs com maior população dentre as unidades hidrográficas.

Tabela 67. Estimativa de Carga de P e N (kg.ano), quanto ao uso do solo.

UPH	Agricultura		Pastagem / Criação de Animais		Área Urbana	
	P	N	P	N	P	N
Boa Esperança	58.752	1.265.216	3.690	56.122	2.770	12.879
Alto Parnaíba	506.392	10.905.158	984	14.965	1.600	7.440
Baixo Parnaíba	30.532	657.502	924	14.053	9.328	43.377
Balsas	188.296	4.054.958	7.723	117.458	3.900	18.135
Canindé	32.305	695.683	1.113	16.926	5.322	24.748
Gurguéia	88.835	1.913.061	5.692	86.569	4.100	19.065
Itaueiras	5.350	115.212	0	0	400	1.860
Longá	13.005	280.063	2.544	38.690	10.634	49.450
Médio Parnaíba	17.977	387.125	3.725	56.658	17.000	79.052
Poti	27.005	581.559	2.556	38.873	23.700	110.207
BHRP	968.448	20.855.538	28.952	440.312	78.754	366.214

Fonte: Elaboração própria (2019).

A Figura 190 apresenta a contribuição das UPHs na composição da carga total de fosforo e nitrogênio de origem difusa na BHRP. Com base na imagem observa-se a maior representatividade da UPH Alto Parnaíba responsável pela geração de 50% da carga total gerada na bacia.

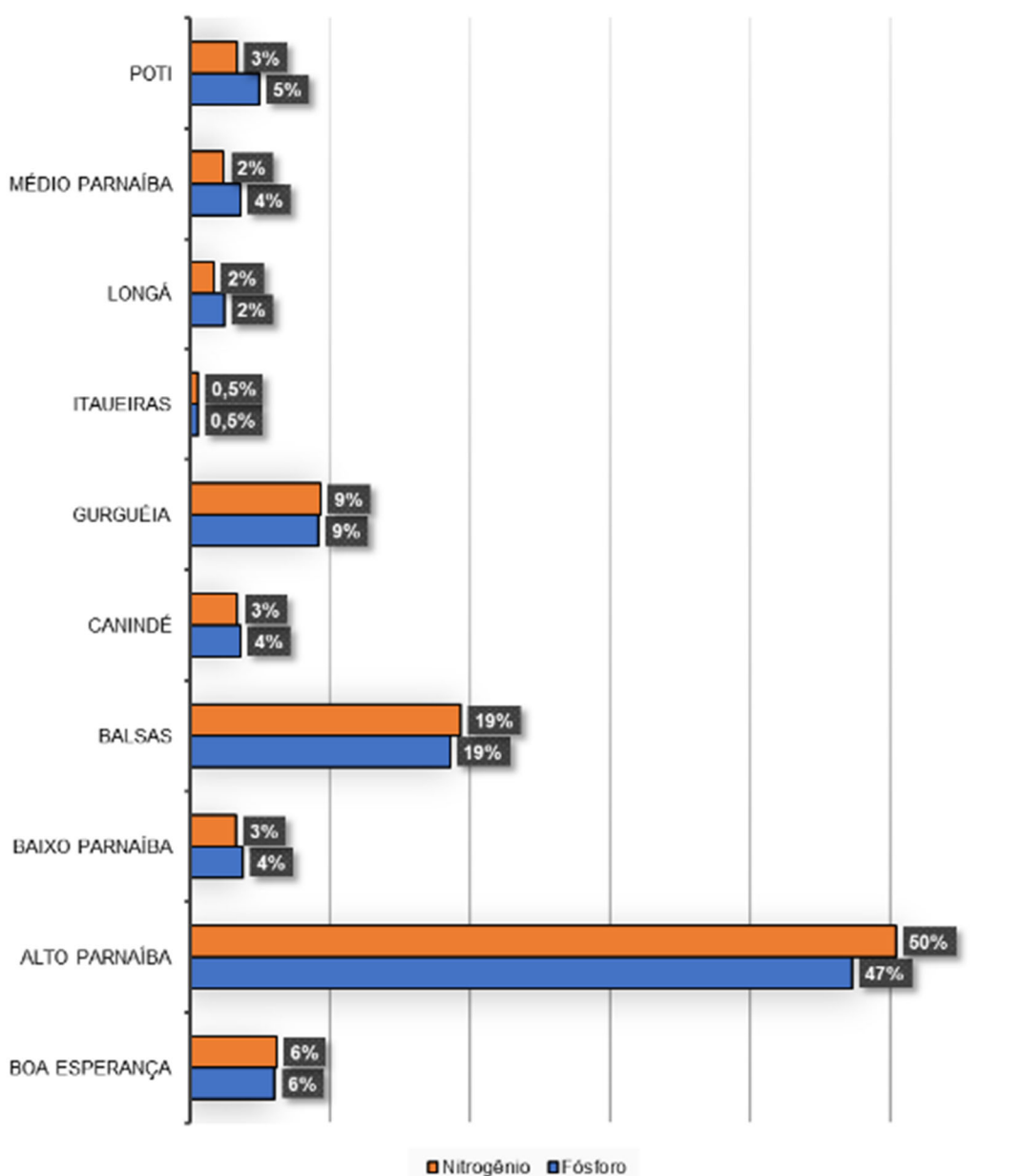


Figura 190. Contribuição percentual da carga de fósforo e nitrogênio total de origem difusa pelas UPHs.

A Figura 191 e Figura 192 representa a parcela percentual da carga total de fosforo e nitrogênio respectivamente, por tipo de uso do solo nos limites da UPH, onde novamente constata-se a relevância do setor agrícola como fonte de poluição na BHRP.

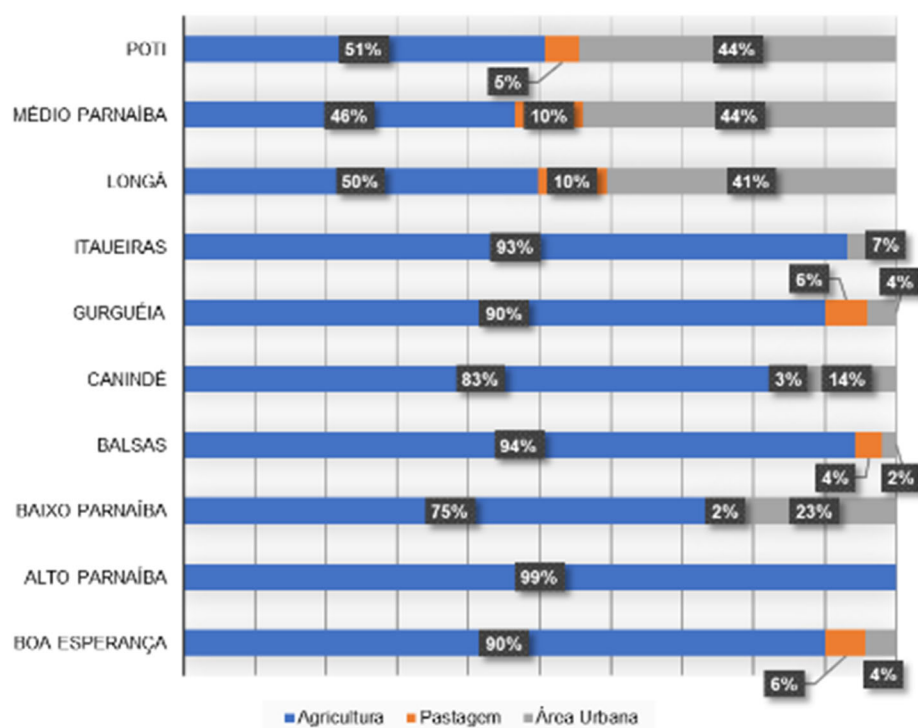


Figura 191. Composição percentual da carga de fósforo na UPH.

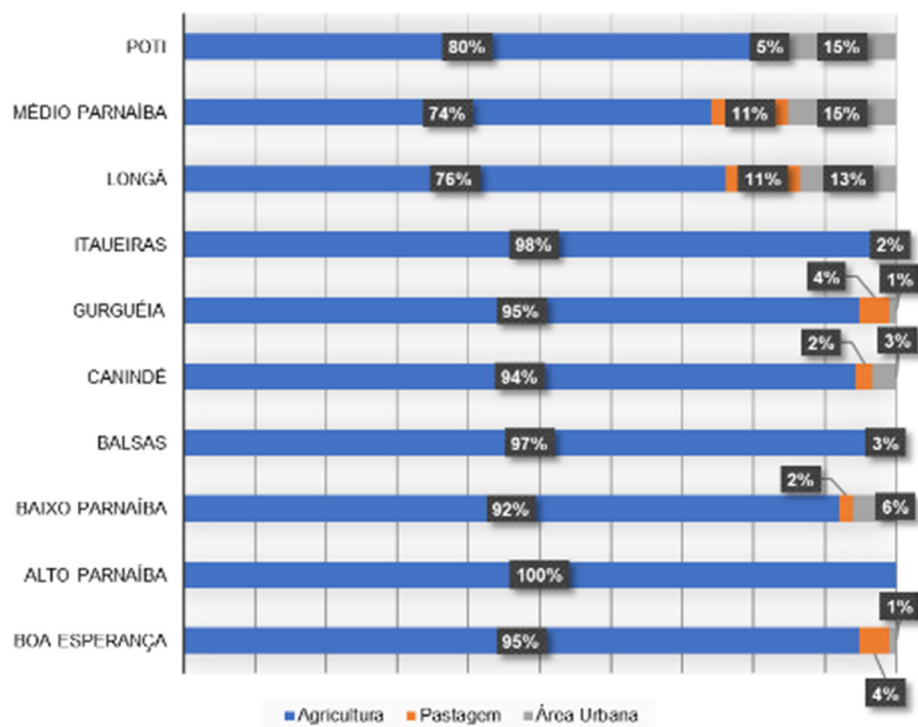
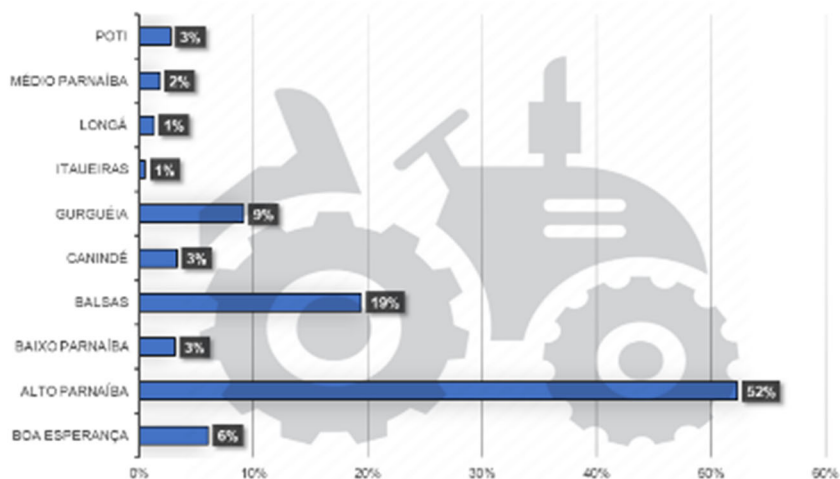


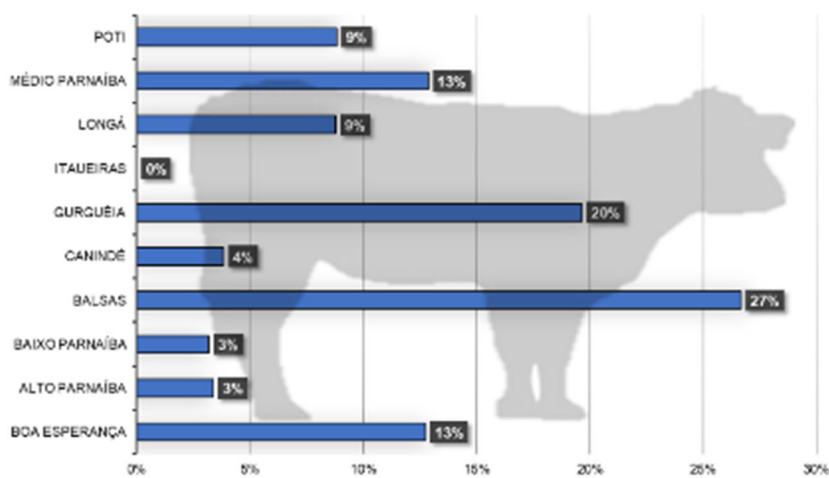
Figura 192. Composição percentual da carga de nitrogênio na UPH.

A Figura 193 apresenta a contribuição das UPHs em relação a carga total por tipo de uso do solo. A UPH Alto Parnaíba representa 52% da carga total da atividade gerada

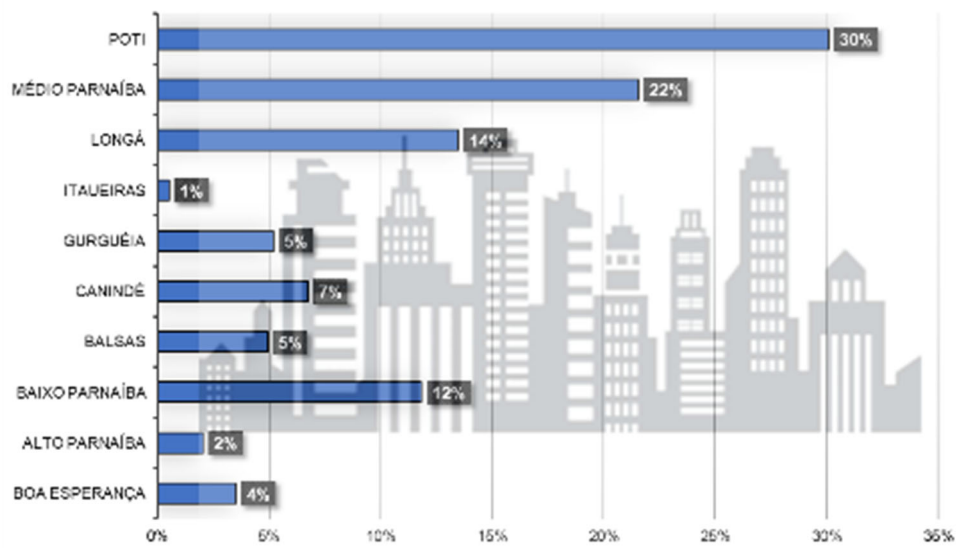
na bacia (Figura 193 (a)). Já a análise das cargas proveniente da pastagem /criação animal destaca-se as UPHs Balsas, a qual concentra 27% da carga gerada, e a UPH Gurguéia com 20% (Figura 193 (b)). A UPH Poti destaca-se no uso urbano contribuindo com 30% do total gerado frente ao uso e a UPH Médio Parnaíba com 22%.



(a)



(b)



(c)

Figura 193. Contribuição por UPH na composição da carga total por uso do solo – (a) Agricultura; (b) Pastagem / Criação Animal; (c) Área Urbana.

As cargas estimadas, apresentadas na Tabela 67 foram especializadas por município, onde as cargas de fosforo apresentadas na Figura 194, e as cargas de nitrogênio na Figura 195 para N.

Legenda

Carga de Fósforo Total por Município (Kg.ano)

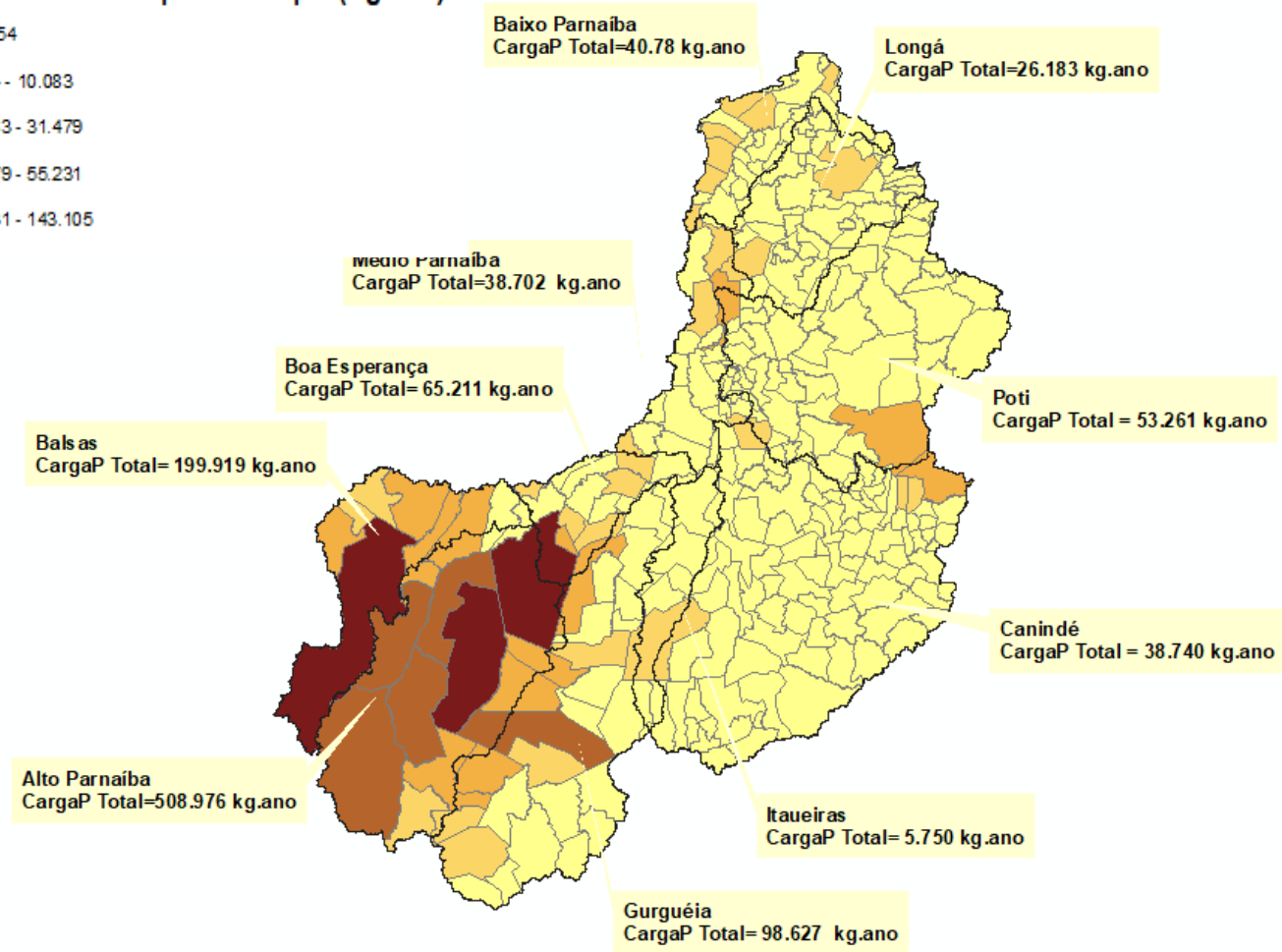
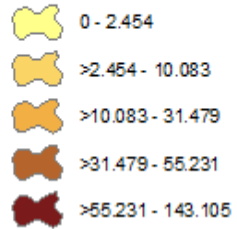


Figura 194. Estimativa da carga de fosforo total de origem difusa por município.

Legenda

Carga de Nitrogênio Total por Município (Kg.ano)

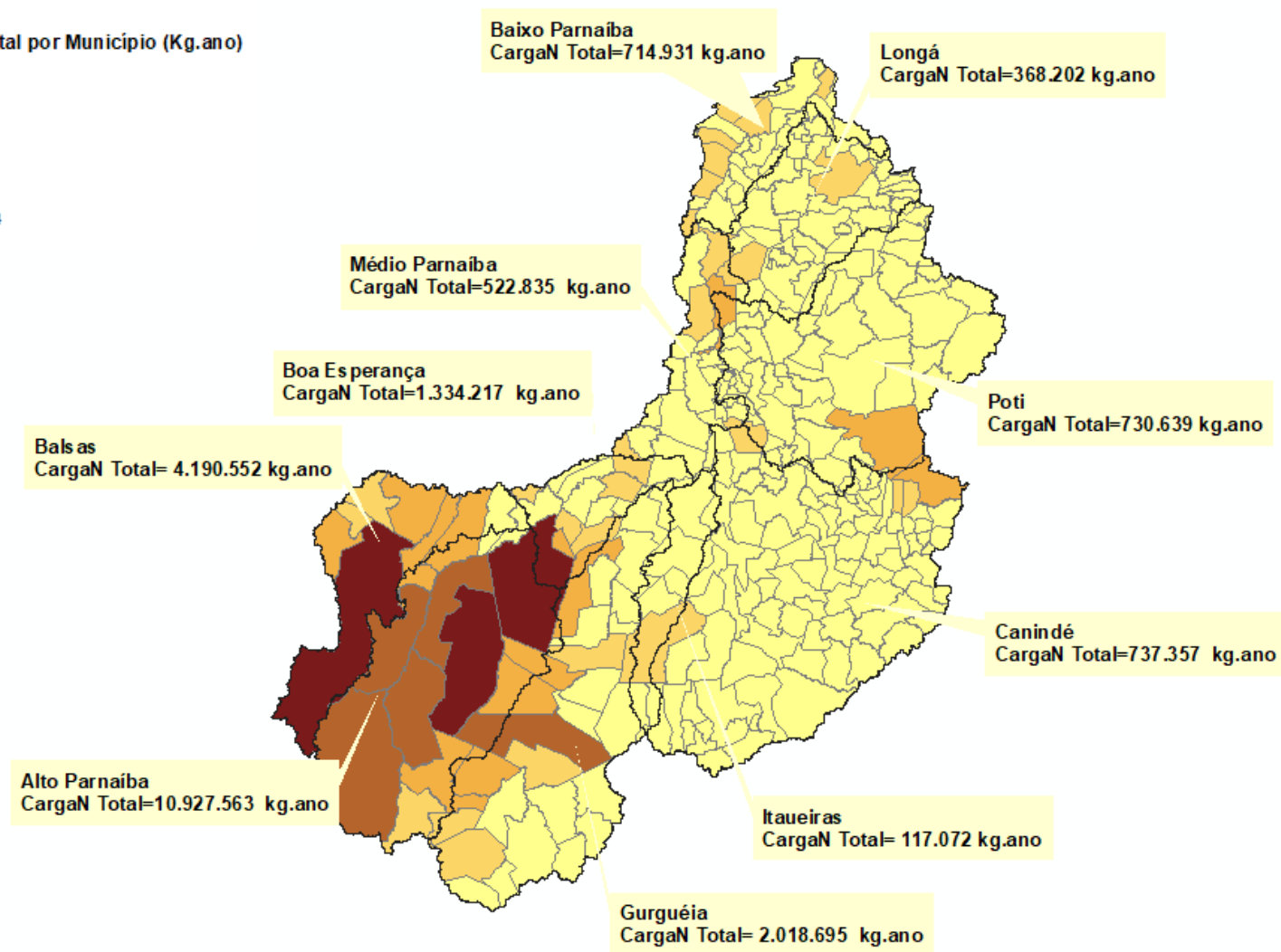
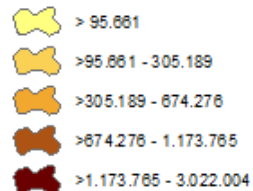


Figura 195. Estimativa da carga de nitrogênio total de origem difusa por município.

7.5. BALANÇOS HÍDRICOS

Conceitualmente, balanço hídrico é o resultado do confronto entre as disponibilidades e as demandas de água numa determinada região. Os balanços permitem identificar áreas de conflito ou próximas dessa situação, resultados que são importantes para saber onde implementar medidas preventivas ou corretivas em relação a eles.

Quando há menos água disponível que a necessária para atender os diversos usos (demandas) consuntivos tem-se uma situação de *conflito quantitativo*. Ou seja, um conflito que aponta uma situação de escassez de água.

Por outra parte, quando a qualidade da água disponível não atende aos padrões adequados aos usos pretendidos, mesmo que seja farta, tem-se, então, uma situação de *conflito qualitativo*, isto é, *de qualidade*.

Portanto, para a BHRP, dois tipos de balanços hídricos foram efetuados quanto ao confronto entre disponibilidades e demandas. No primeiro caso, o balanço é feito entre as disponibilidades e as demandas totais para consumo. No segundo, são acrescentadas as demandas para diluição de poluentes.

Embora ambos os tipos de balanços sejam quantitativos, para facilitar o entendimento em relação aos resultados apresentados, foi adotada a terminologia balanços quantitativos para os que consideram somente as demandas consuntivas e, balanços quali-quantitativos para os que incluem também a demanda de água para diluição. (SDS, 2018).

O balanço quantitativo neste estudo refere-se somente à relação entre as demandas consuntivas e a disponibilidade hídrica, supondo que toda esta é passível de ser consumida.

O balanço qualitativo, por sua vez, considera a capacidade de assimilação das cargas poluentes pelos corpos d'água. Assim, quando a quantidade de água no corpo hídrico não for suficiente para diluí-los até o nível requerido pelos usos pretendidos, tem-se um conflito qualitativo. Neste sentido, a realidade mostra que a prática comum dos usuários é a de priorizar as captações (quantidade de água) que as suas atividades requerem, retirando do corpo hídrico o que for necessário, sem maior preocupação com a qualidade das águas remanescentes. Assim, neste estudo, o balanço qualitativo se faz sobre as águas remanescentes. Como estas são o resultado do balanço quantitativo, o balanço final apresentado corresponde a um balanço quali-quantitativo, representativo da criticidade sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo simultaneamente (ANA, 2018a).

Neste estudo, seguindo critério utilizado pela ANA, o balanço quantitativo é relativo às demandas de captação, sem considerar os efluentes devolvidos ao corpo hídrico. Trata-se de um critério de segurança face às incertezas quanto aos efluentes.

Quanto aos balanços qualitativos, os resultados apresentados correspondem aos requerimentos do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, representativo

das cargas orgânicas que atingem os corpos hídricos. Aspecto este, reconhecido como a principal causa da degradação dos corpos hídricos no Brasil. No caso, as cargas orgânicas consideradas são as provenientes dos esgotos domésticos.

Os balanços são efetuados por trechos fluviais estabelecidos mediante o método das Ottobacias. No caso, conforme segmentação efetuada pela ANA, a rede hidrográfica da BHRP corresponde a 33.135 (otto)trechos, distribuídos por UPH conforme ilustrado na **Figura 196** abaixo.

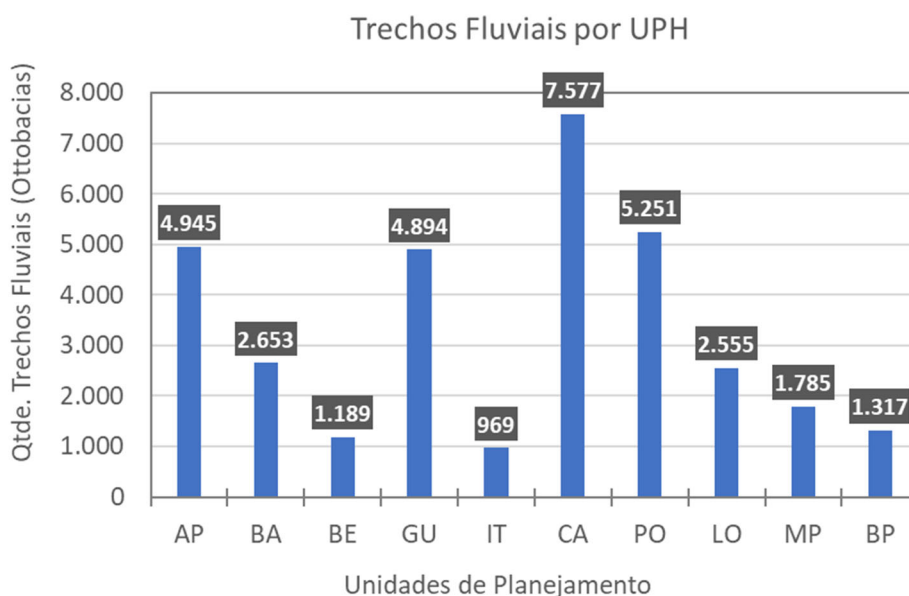


Figura 196. Quantidade de (otto)trechos por Unidade de Planejamento.

Sendo assim, espera-se que os resultados dos balanços hídricos, especificamente em relação à identificação de conflitos, forneçam os elementos necessários à definição de políticas e medidas de planejamento e de gestão dos recursos hídricos, a serem estabelecidas na etapa da elaboração do plano da BHRP.

7.5.1. BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL

7.5.1.1. Quantitativo

Os balanços hídricos quantitativos foram realizados tendo como referência as vazões mensais e diárias de 95% de permanência e as demandas médias anuais. Para ambos os casos foi elaborado um balanço considerando as demandas consuntivas totais e outro somente com as demandas legalmente prioritárias.

Balanços com a disponibilidade hídrica correspondente às vazões mensais de 90% de permanência (Q90), bem como com as demandas futuras (ano de 2030), também foram elaborados e são apresentados em arquivo anexo, juntamente com aqueles do cenário referente às Q95.

A base hidrográfica utilizada foi a mesma para ambas, a qual compreende 33.135 trechos fluviais (ottobacias). O Quadro 15 abaixo indica os balanços superficiais quantitativos apresentados e discutidos a seguir.

Quadro 15. Relação dos balanços hídricos superficiais quantitativos apresentados no relatório.

Disponibilidade Demanda	Q95 mensal	Q95 diária
Média total anual (todos os usos consuntivos)	Balanço quantitativo para demandas totais com Q95 mensais (Figura 197 a Figura 200)	Balanço quantitativo para demandas totais com Q95 diárias (Figura 205 a Figura 208)
Média prioritária anual (abastecimento humano e dessedentação animal)	Balanço quantitativo para demandas prioritárias com Q95 mensais (Figura 201 a Figura 204)	Balanço quantitativo para demandas prioritárias com Q95 diárias (Figura 209 a Figura 212)
Média total do trimestre de maior demanda)	Balanço quantitativo para o trimestre de maior demanda com Q95 mensais (Figura 213 a Figura 216)	Balanço quantitativo para o trimestre de maior demanda com Q95 diárias (Figura 217 a Figura 220)

Conforme se observa nos mapas e gráficos abaixo, os resultados dos balanços hídricos superficiais confirmam o entendimento consensual de que as sub-bacias do Parnaíba inseridas no semiárido são as mais críticas em termos da relação demanda/disponibilidade. Como se pode verificar no mapa da **Figura 197** e nos gráficos subsequentes (**Figura 198 a Figura 200**), quase a totalidade das UPHs do Itaueiras, Canindé e Baixo Parnaíba apresenta relação demanda/disponibilidade superior a 100% – ou seja, uma condição em que a demanda por água se iguala ou excede a disponibilidade hídrica superficial. Nas UPHs do Poti e Longá, o panorama é relativamente melhor, porém, mais de 50% de suas áreas ainda se encontram nesta situação. As demais áreas destas duas UPHs chegam a apresentar um balanço hídrico superficial mais favorável. Para a UPH do Baixo Parnaíba a exceção ocorre apenas ao longo do próprio rio Parnaíba, uma vez que a disponibilidade superficial deste rio é elevada ($Q95m > 300 \text{ m}^3/\text{s}$).

Apresentando cenário completamente oposto, tem-se as UPHs do Alto Parnaíba, Balsas, Boa Esperança e Médio Parnaíba, onde o balanço hídrico superficial é confortável e possui relação demanda/disponibilidade inferior a 20% em praticamente toda sua região. Não por acaso, este resultado corrobora com a informação de que nos últimos 37 anos (1980 a 2016), menos de 10% de todos os eventos de secas e estiagens registrados pela Defesa Civil na Bacia do Parnaíba ocorreram nessas UPHs.

Ainda analisando-se o balanço quantitativo com base nas Q95 mensais, porém a partir das demandas prioritárias, verifica-se um panorama melhor que o descrito

anteriormente para todas as UPHs – o que é lógico, uma vez que neste caso são consideradas apenas as demandas para abastecimento humano e dessedentação animal – vide mapa da **Figura 201** e gráficos subsequentes (**Figura 202** a **Figura 204**). Não obstante as UPHs do Itaueiras, Canindé e Baixo Parnaíba ainda continuam numa situação extremamente crítica em termos de balanço hídrico superficial.

Sob a ótica dos balanços diários, as interpretações são as mesmas que aquelas descritas acima para os balanços mensais, exceto pelo fato de que no diário, todos os valores da relação demanda/disponibilidade são mais críticos que no mensal, uma vez que a disponibilidade hídrica média diária é menor.

É importante ressaltar que os balanços apresentados implicam no confronto entre as demandas nas ottobacias, e as disponibilidades hídricas superficiais que fluem nos cursos de água em época de estiagem, no caso, representadas pelas vazões Q95. Portanto, os resultados fornecem o cenário daquilo que seria possível atender caso se dispusesse apenas das águas superficiais que fluem pela rede hidrográfica da bacia nesses períodos. Neste sentido, trechos e áreas em vermelho nos mapas devem ser interpretadas como áreas críticas que requerem especial cuidado para efeitos de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos superficiais, ocasião na qual devem ser consideradas também, entre as demandas, as vazões ecológicas. Além disto, as áreas vermelhas também devem ser entendidas como áreas nas quais as demandas existentes são ou devem ser atendidas por águas subterrâneas ou outras fontes, caso existentes. Aspecto este discutido mais adiante.

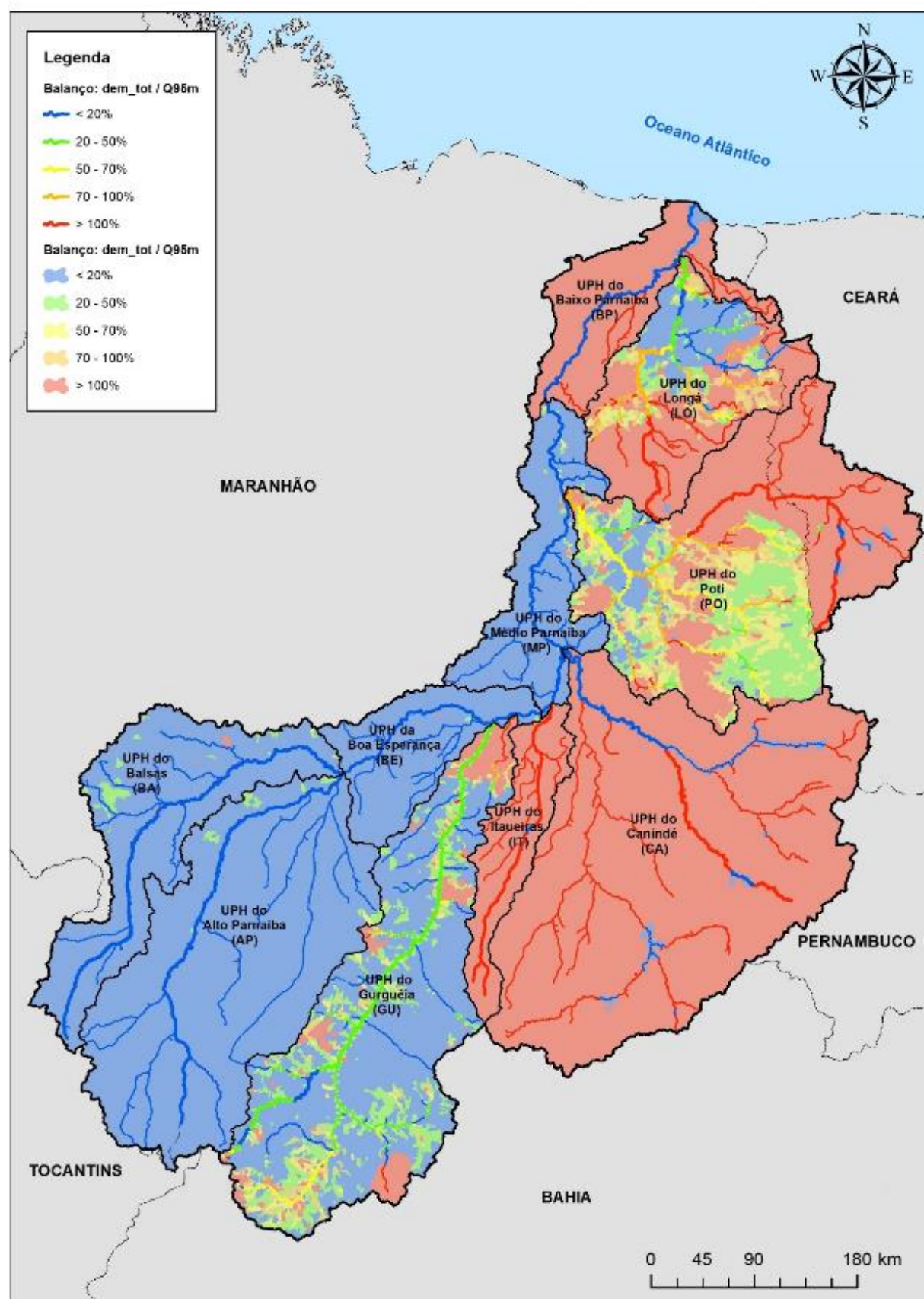


Figura 197. Mapa do balanço quantitativo para demandas totais com Q95 mensais. (Mapa 55 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

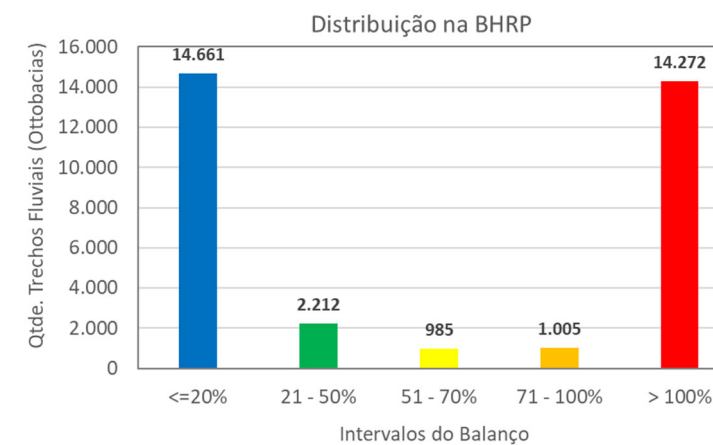


Figura 198. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.

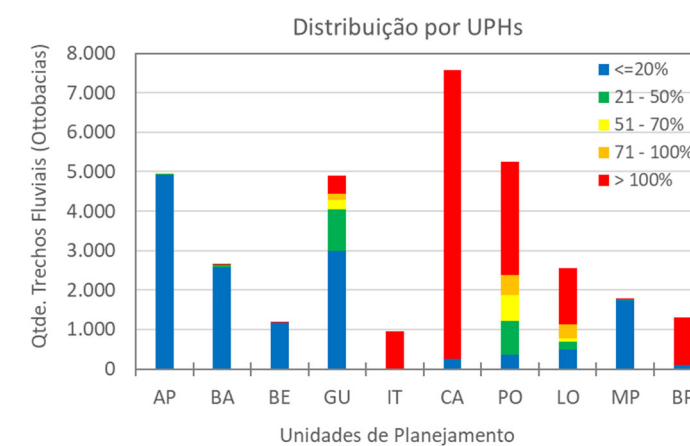


Figura 199. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 mensais considerando as UPHs.

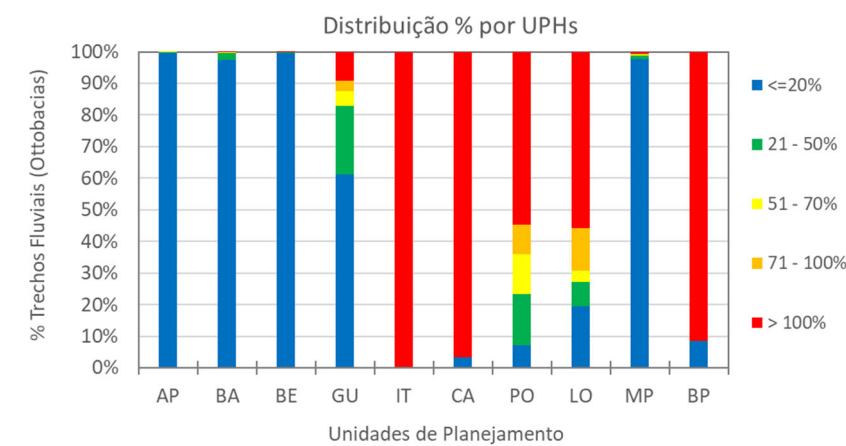


Figura 200. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas totais com Q95 mensais, considerando as UPHs.

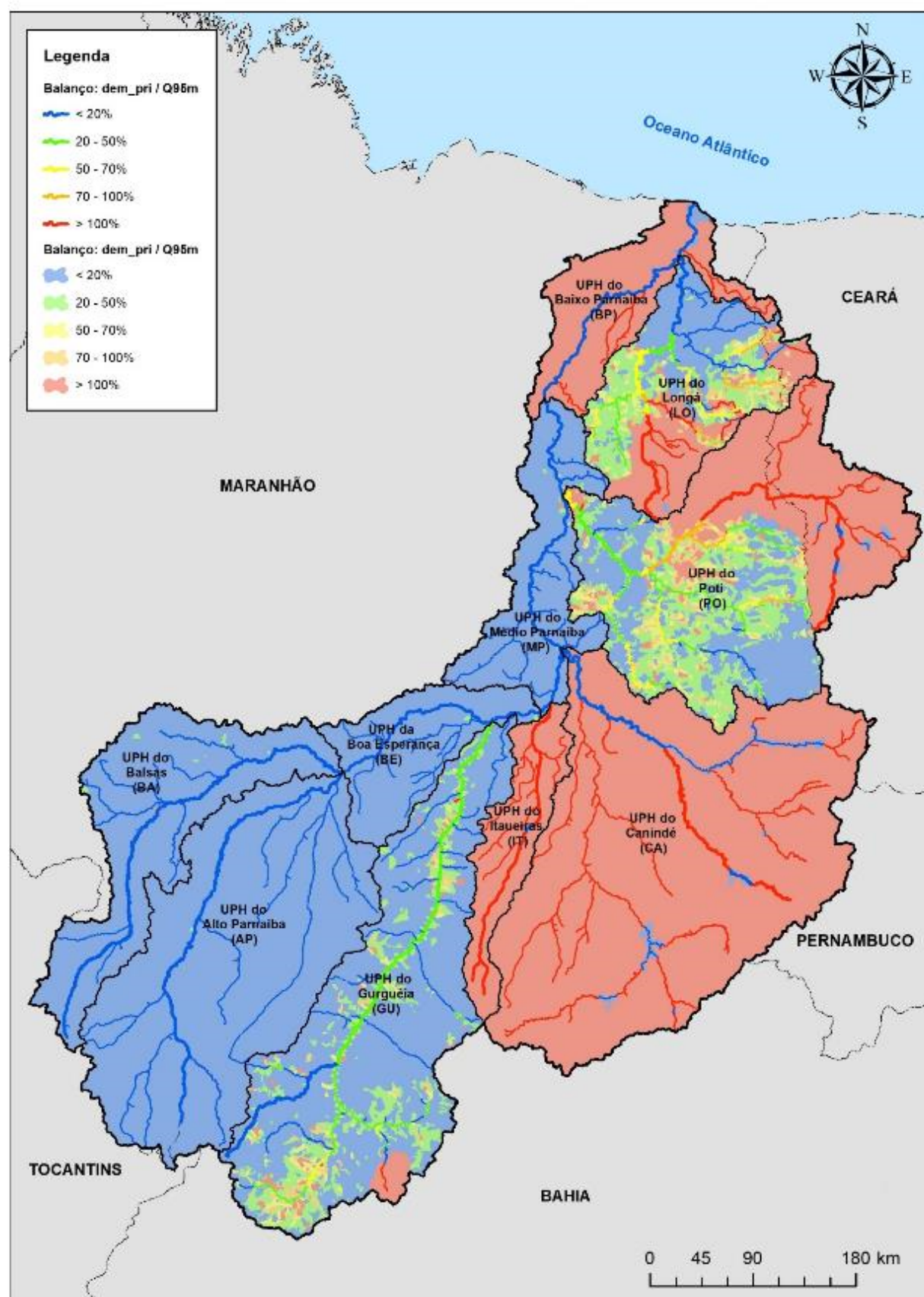


Figura 201. Mapa do balanço quantitativo para demandas prioritárias com Q95 mensais.
(Mapa 56 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

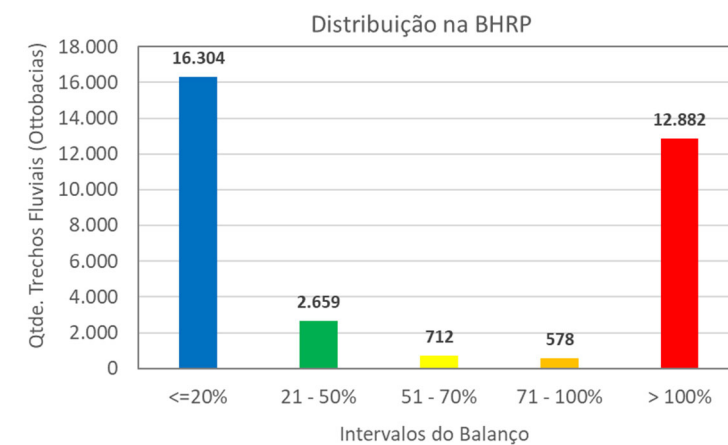


Figura 202. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.

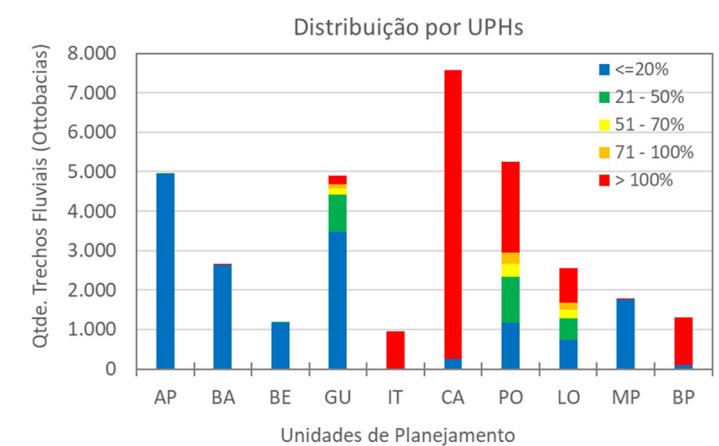


Figura 203. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 mensais considerando as UPHs.

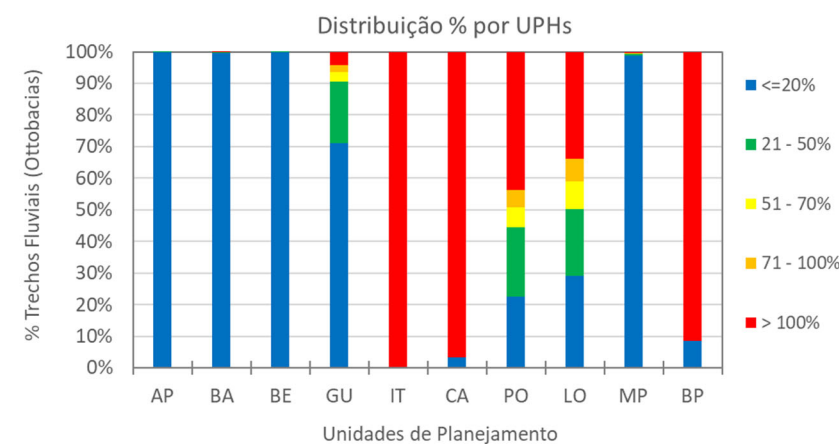


Figura 204. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas prioritárias com Q95 mensais, considerando as UPHs.

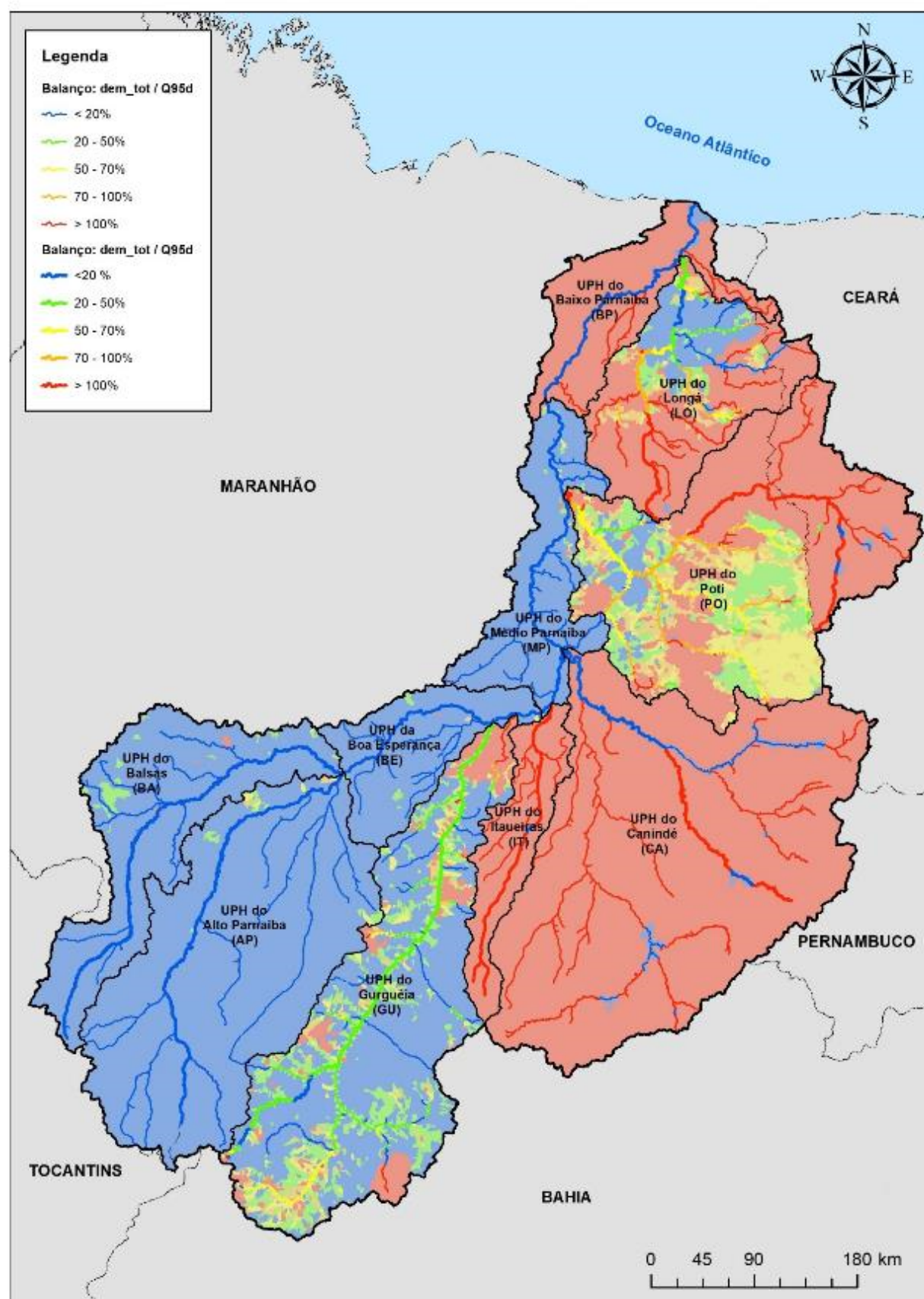


Figura 205. Mapa do balanço quantitativo para demandas totais com Q95 diárias.
(Mapa 57 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

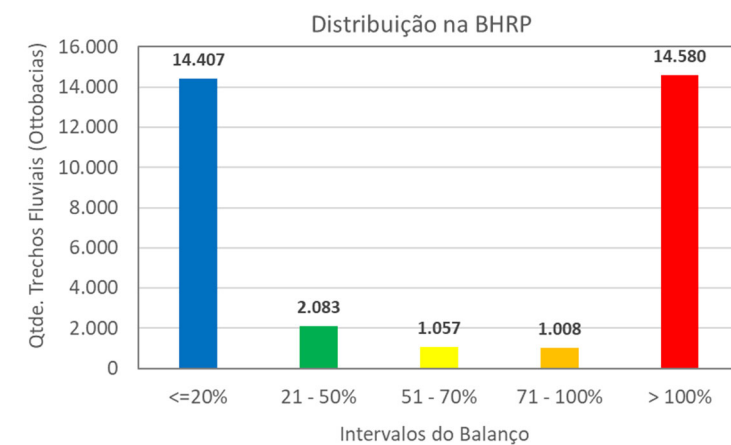


Figura 206. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.

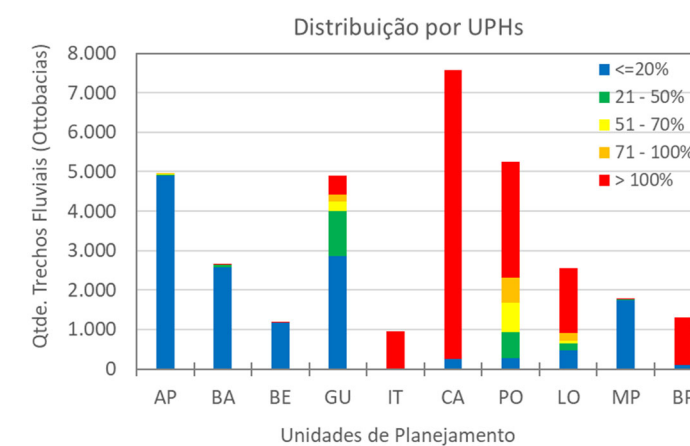


Figura 207. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas totais com Q95 diárias considerando as UPHs.

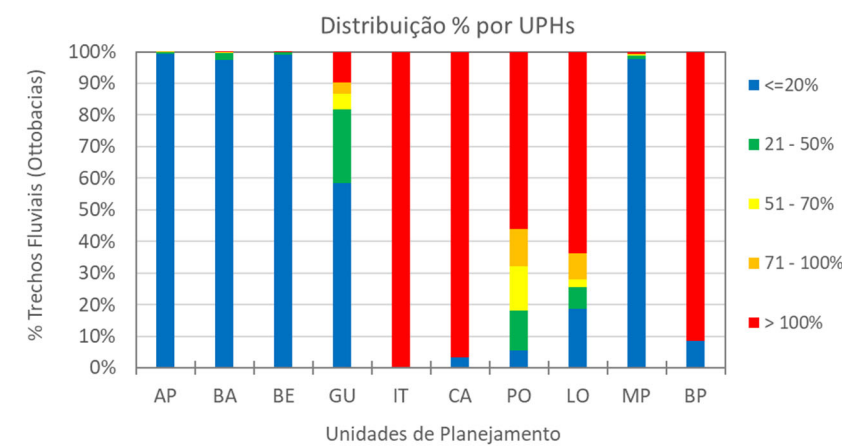


Figura 208. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas totais com Q95 diárias considerando as UPHs.

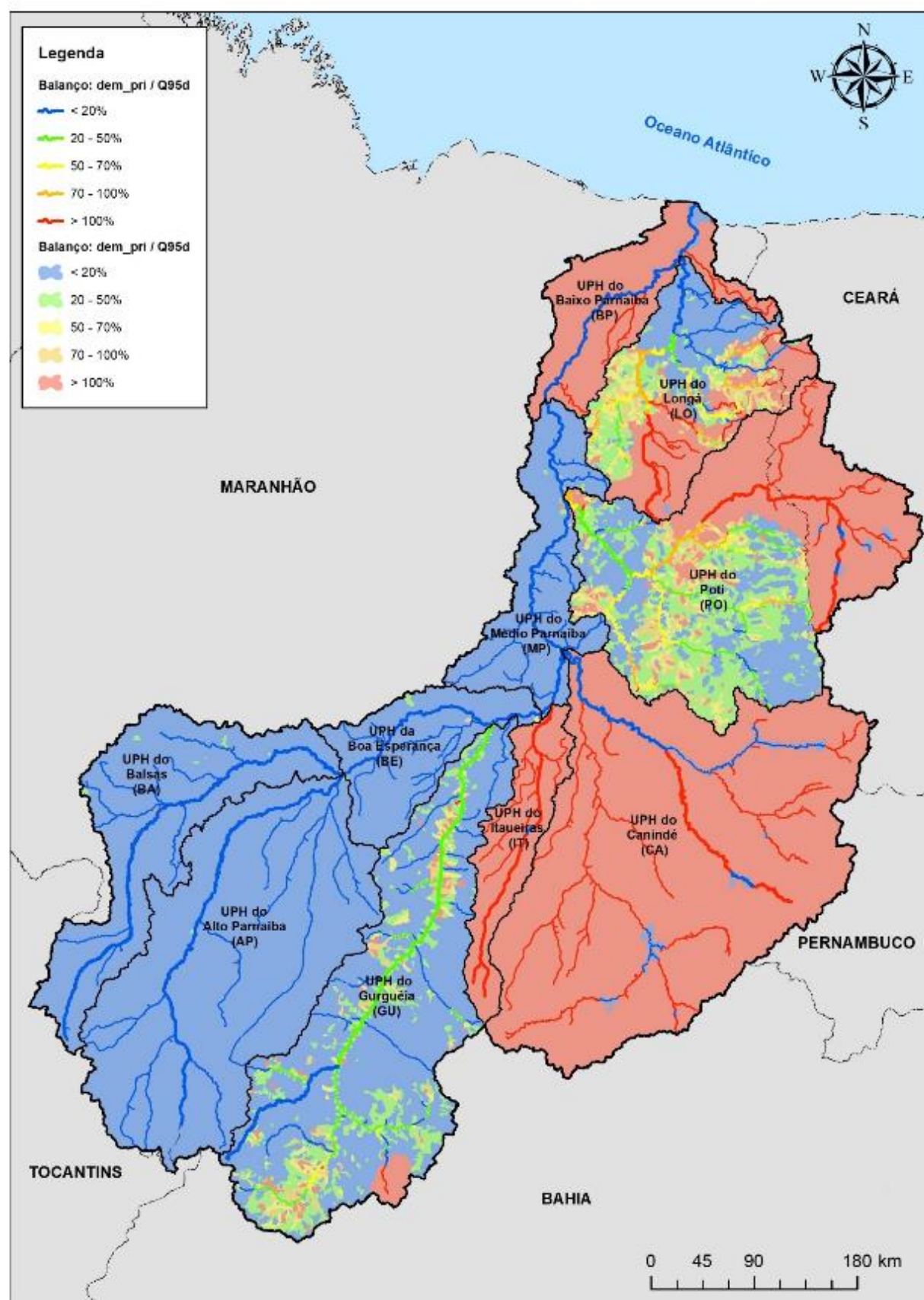


Figura 209. Mapa do balanço quantitativo para demandas prioritárias com Q95 diárias.
(Mapa 58 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

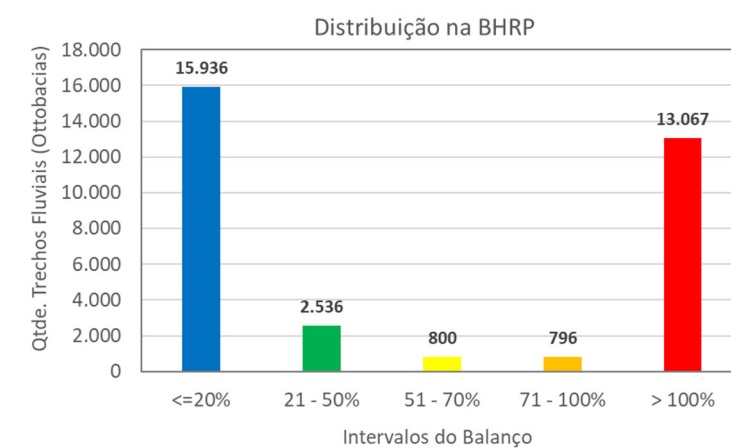


Figura 210. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.

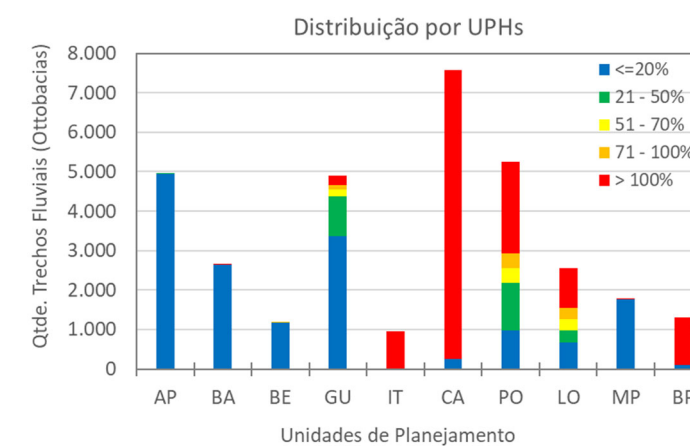


Figura 211. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para demandas prioritárias com Q95 diárias considerando as UPHs.

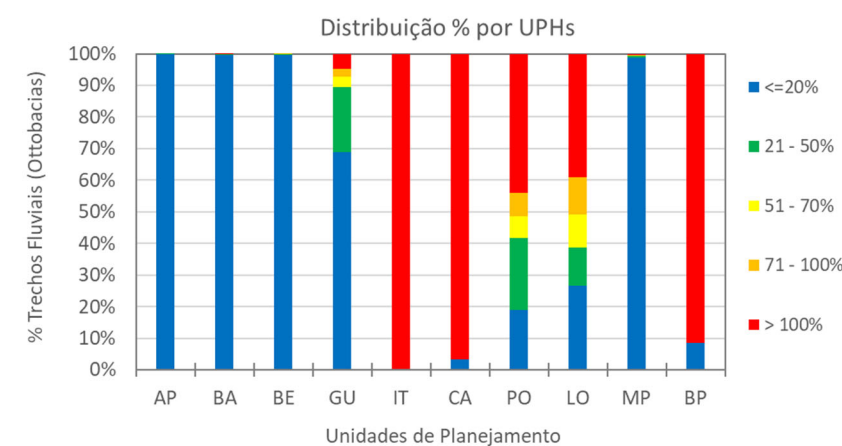


Figura 212. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço das demandas prioritárias com Q95 diárias considerando as UPHs.

Balanços no Trimestre de Maior Demanda

Visando resultados representativos do cenário de maiores demandas sazonais, foram efetuados, também, balanços com as vazões Q95 diárias e mensais e as demandas médias do trimestre Agosto, Setembro e Outubro, identificado como o trimestre de maior demanda hídrica no conjunto total da BHRP. Os resultados estão apresentados abaixo (Figura 213 a Figura 220).

Os resultados mostram, como esperado, que o balanço hídrico piora em relação à condição de demandas médias anuais, uma vez que, neste caso (trimestre de maior demanda), as demandas são mais altas. Sendo assim, áreas que já se mostravam como críticas no balanço com as demandas anuais, agora, analisadas com a média do trimestre de maior demanda, o balanço fica ainda pior. Do mesmo modo, essa relativa piora – embora sutil – também ocorre para todas as classes do balanço, o que pode ser verificado comparando-se os gráficos da Figura 198 e Figura 218.

Da comparação dos referidos gráficos (Figura 198 e Figura 218) conclui-se que, no conjunto da BHRP, o cenário do trimestre de maior demanda apresenta um acréscimo de 515 ottotuchos com relação Demanda/Disponibilidade maior que 100%. Este aumento de trechos (1,5% do total na bacia) em situação de não atendimento das demandas concentra-se, principalmente, nas UPHs do Poti e Longá.

O objetivo de se analisar o balanço nesta condição se deve ao fato de que as demandas de irrigação apresentam caráter sazonal e, apesar de serem as únicas com esta característica, de modo geral, elas são as que exigem maiores vazões de retirada.

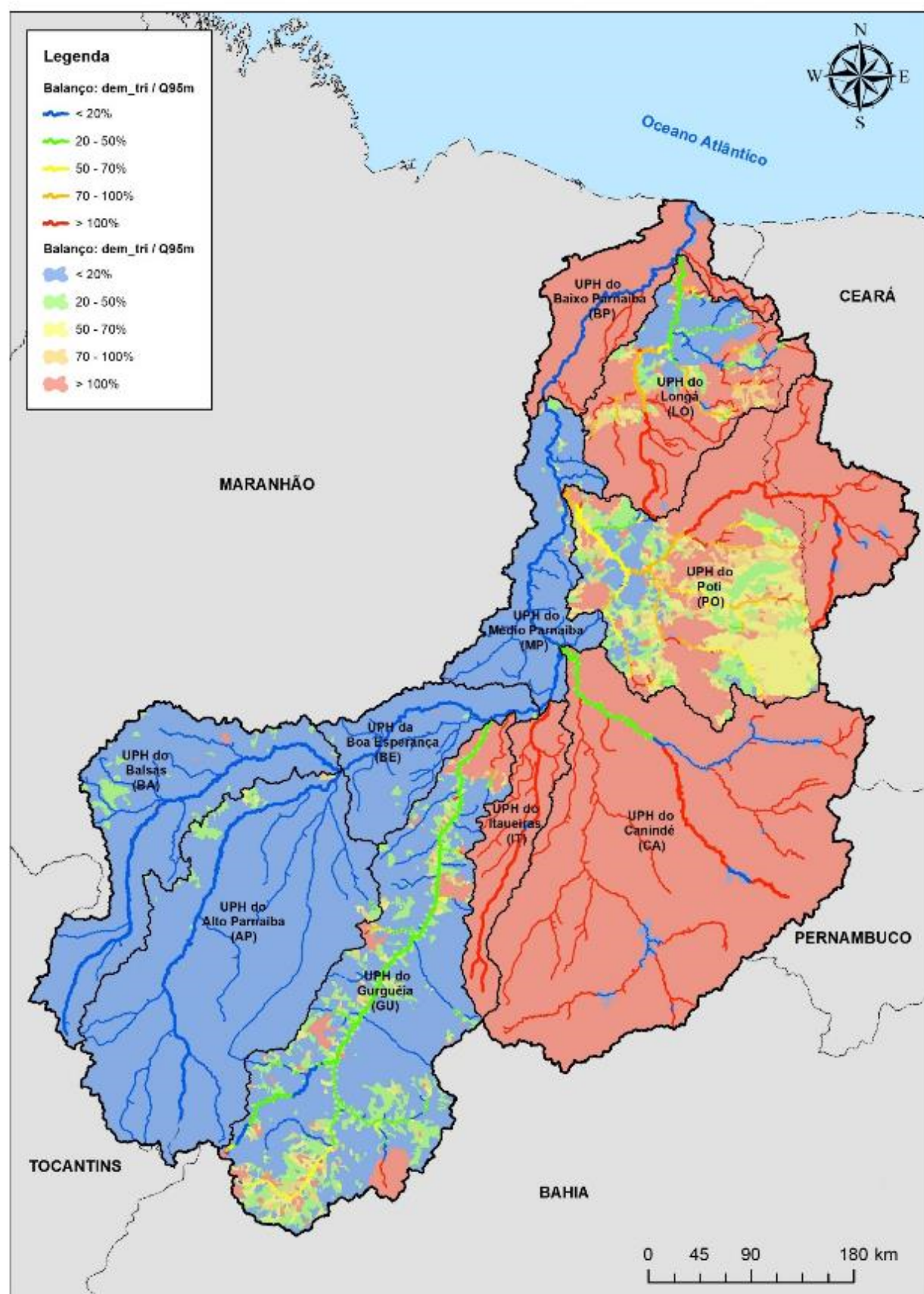


Figura 213. Mapa do balanço quantitativo para o trimestre de maior demanda com Q95 mensais. (Mapa 59 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

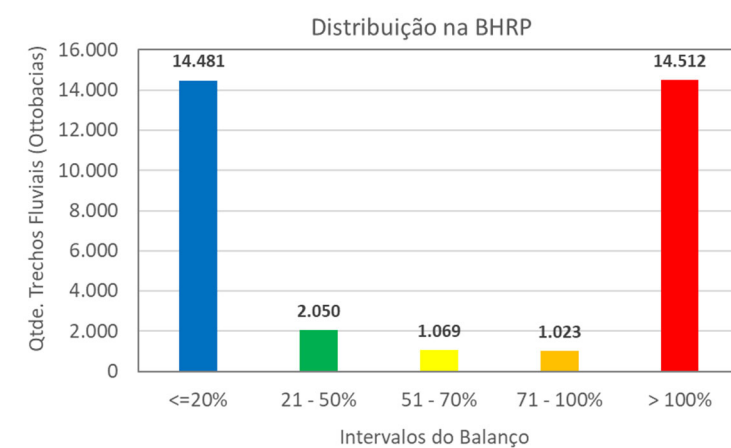


Figura 214. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 mensais considerando a BHRP como um todo.

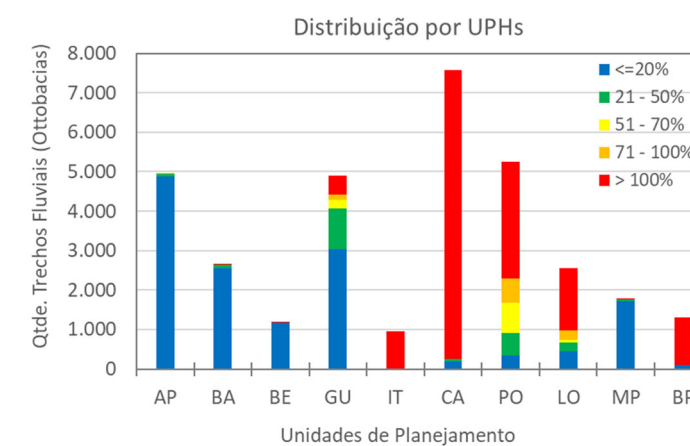


Figura 215. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 mensais considerando as UPHs.

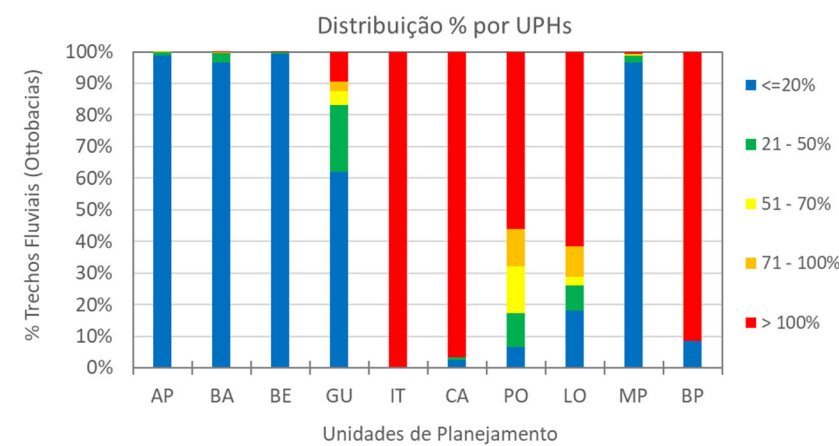


Figura 216. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço do trimestre de maior demanda com Q95 mensais considerando as UPHs.

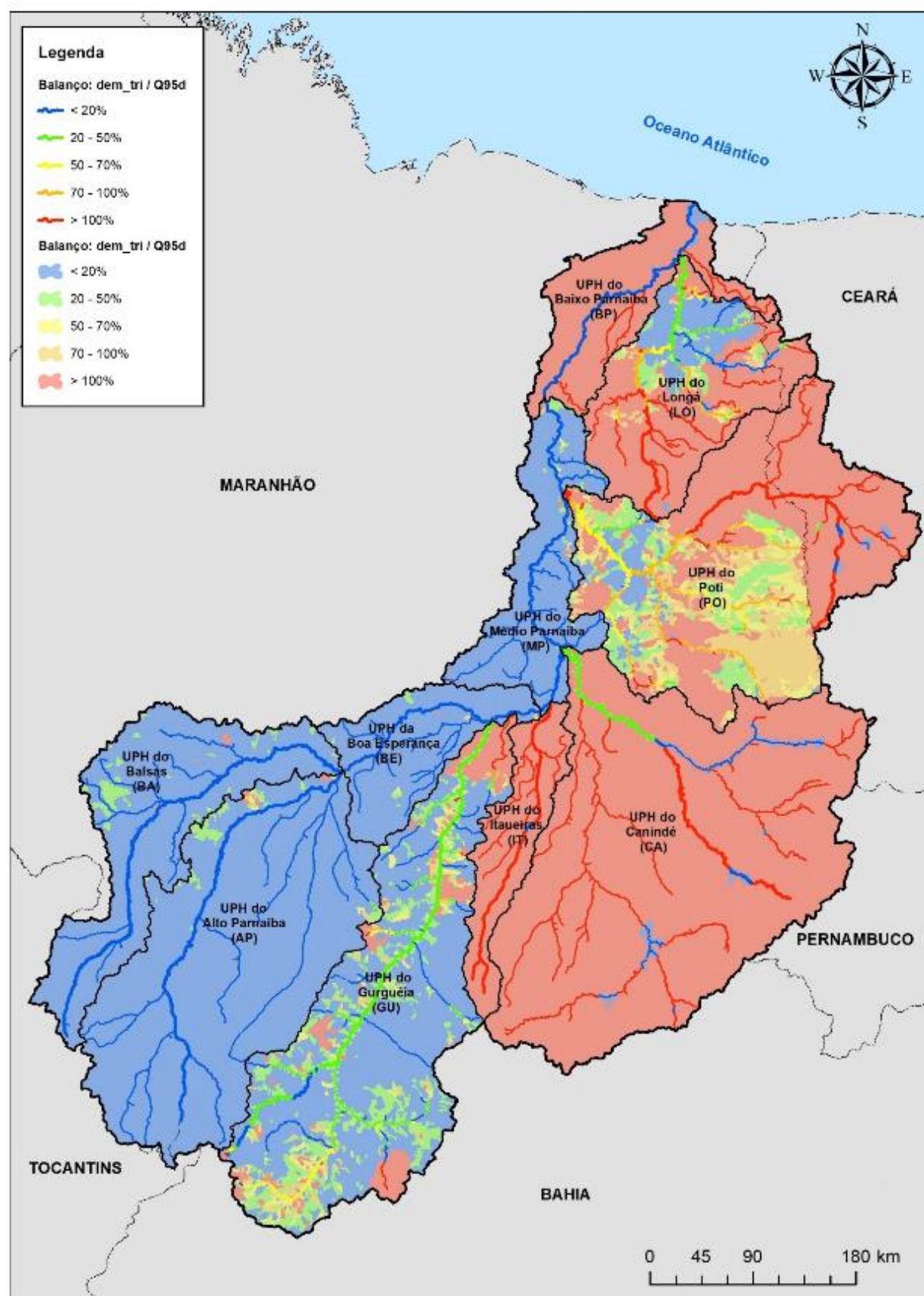


Figura 217. Mapa do balanço quantitativo para o trimestre de maior demanda com Q95 diárias. (Mapa 60 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

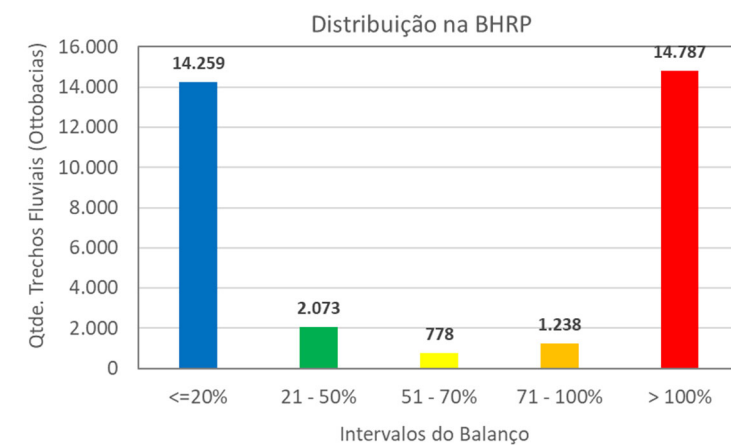


Figura 218. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 diárias considerando a BHRP como um todo.

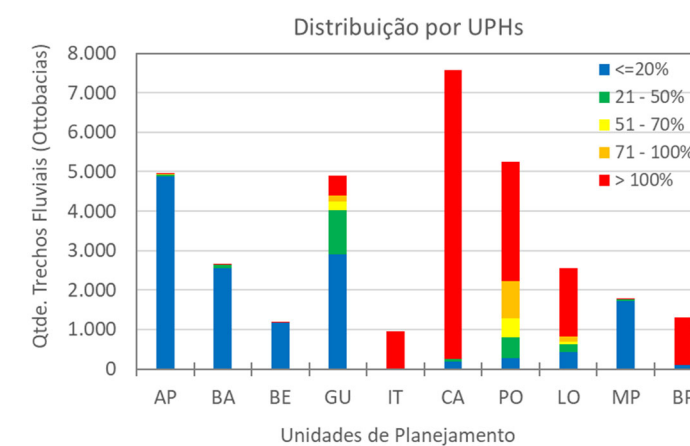


Figura 219. Número de trechos fluviais por intervalo do balanço hídrico para o trimestre de maior demanda com Q95 diárias considerando as UPHs.

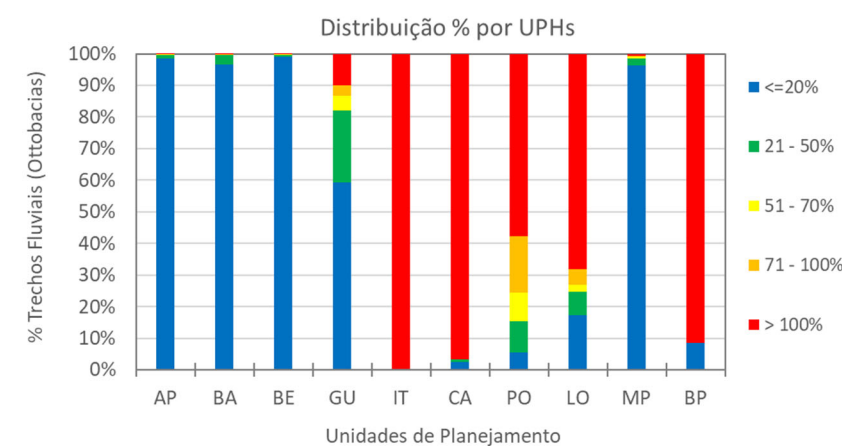


Figura 220. Percentual de trechos fluviais por intervalo da relação Demanda/Disponibilidade, no balanço do trimestre de maior demanda com Q95 diárias considerando as UPHs.

Déficits Acumulados

Para facilitar a análise quanto à possibilidade de suprir as demandas não atendidas com outras fontes existentes na bacia, procedeu-se à quantificação dos déficits por Unidade de Planejamento – UPH.

Na Tabela 68, a seguir, é apresentada uma súmula das demandas não atendidas nos ottotrechos das UPHs, resultantes dos balanços quantitativos com as vazões Q95 diárias e mensais. Trata-se da somatória dos déficits nas ottobacias, calculados com as mesmas demandas e disponibilidades com as quais foram estabelecidas as relações Demandas/Disponibilidades. A referida tabela abaixo compila os resultados decorrentes tanto dos balanços no trimestre de maior demanda na BHRP, como os das demandas totais médias anuais.

Tabela 68. Demandas consuntivas não atendidas por UPH.

UPH	Soma dos Déficits [m³/s]			
	Q95 mensal e Trimestre de Maior Demanda	Q95 diária e Trimestre de Maior Demanda	Q95 mensal e Demandas Totais Médias Anuais	Q95 diária e Demandas Totais Médias Anuais
Alto Parnaíba (AP)	0,00	0,01	0,00	0,00
Balsas (AP)	0,29	0,29	0,30	0,30
Boa Esperança (BE)	0,03	0,04	0,01	0,02
Baixo Parnaíba (BP)	8,90	8,90	4,36	4,36
Canindé (CA)	3,29	3,29	3,19	3,19
Gurguéia (GU)	0,94	0,96	0,66	0,69
Itaueiras (IT)	0,37	0,37	0,29	0,29
Longá (LO)	6,11	6,34	3,45	3,63
Médio Parnaíba (MP)	0,90	0,93	0,66	0,68
Poti (PO)	5,51	5,76	4,25	4,49

Resultados de destaque nas UPHs de rios perenes são observados no Balsas e Baixo Parnaíba, onde a maior demanda é do setor de irrigação. Nestas UPHs, a capacidade de extração de água pelos poços em operação é de 0,047 m³/s e 1,184 m³/s, respectivamente. Mas, conforme se pode verificar na Tabela 68 acima (e, na Tabela 72 adiante, no item 7.5.2), mesmo aproveitando todo o recurso subterrâneo extraído, juntamente com a disponibilidade superficial, as demandas continuam excedendo as disponibilidades. Entretanto estes déficits, embora válidos em relação às águas fluentes, na realidade são mais aparentes que reais.

No caso da UPH Balsas, o balanço global é claramente positivo. Os déficits apontados correspondem a situações produzidas por demandas para irrigação muito pontuais e localizadas numa área onde a base hidrográfica de espelhos d'água (ANA, 2016c) indica a existência de 52 reservatórios, entre naturais e artificiais. São reservatórios pequenos, que pelo seu tamanho não tem influência significativa na regularização das vazões do conjunto dos rios da UPH, mas que têm muita importância local. No caso,

estes reservatórios são a fonte de abastecimento de irrigação para os pontos em que ocorreram os déficits comentados. Ou seja, embora as águas fluentes no período crítico de estiagem não consigam satisfazer as demandas da irrigação, no caso real esta atividade é viabilizada pela existência dos pequenos reservatórios e lagoas naturais já mencionados.

No caso da UPH Baixo Parnaíba, o aparente déficit, mesmo considerando a capacidade dos poços em operação, também tem explicação nas altas demandas para irrigação. Entretanto, este é mais um caso onde a dita atividade não é abastecida pelas águas fluentes nos cursos de água, como a Q95 dos períodos de estiagem. A fonte de abastecimento está nas águas dos banhados ou áreas inundadas que se formam após o período de chuvas, como consequência de extensas planícies de solos hidromórficos. O mapeamento de massas d'água da ANA (2016c) mostra 178 espelhos de água naturais, correspondentes a áreas permanentemente ou, pelo menos, sazonalmente, inundadas na UPH Baixo Parnaíba. Águas que, no caso, se constituem em importante fonte de abastecimento para a atividades da rizicultura regional.

Outro caso singular é verificado na UPH do Longá, mas este será discutido no item 7.5.2, mais adiante, conjuntamente com o caso das demais unidades de planejamento hidrológico na região semiárida da BHRP.

7.5.1.2. Integrado Quali-Quantitativo

Similarmente ao caso dos balanços resultantes da comparação entre disponibilidades e demandas consuntivas, foram também efetuados balanços acrescentando as necessidades de água para a diluição do lançamento de poluentes. No caso, o parâmetro considerado foi a Demanda Bioquímica de Oxigênio, DBO, procedente dos esgotos domésticos.

Os balanços foram feitos tendo em conta que quando um lançamento de poluente é efetuado, a água disponível para diluição é a que estiver no rio. Não é possível separar uma parte dela mantendo-a livre desse processo. Portanto, as análises foram feitas considerando como vazões disponíveis para diluição, as vazões remanescentes após a retirada para fins de consumo, pois, conforme já registrado, os usuários priorizam as retiradas de água que eles requerem (SDS, 2018).

A metodologia aplicada foi aquela já utilizada pela ANA em estudos anteriores, pautada na estimativa da capacidade de assimilação dos trechos fluviais (ANA, 2005a). Metodologia que, neste estudo, foi aplicada às vazões remanescentes do balanço quantitativo.

Em resumo, os cálculos foram feitos considerando a capacidade de assimilação das águas remanescentes para atender a concentração de DBO permitida legalmente para trechos fluviais enquadrados na classe 2, isto é, 5 mg/L. Assim, o balanço foi

feito considerando, em cada ottotrecho, a carga orgânica recebida e, por outro lado, a carga correspondente à vazão remanescente com concentração máxima permitida. Denominando de Índice de Capacidade de Assimilação – ICA¹⁴ o quociente entre ambas as cargas, temos que valores de ICA maiores que 1,00 indicam trechos fluviais onde a carga orgânica recebida supera a carga máxima permitida, isto é, trechos com conflito de qualidade.

Dois cenários de demandas para diluição da DBO foram considerados nos balanços. No primeiro cenário, em cada trecho fluvial foram consideradas somente as cargas orgânicas lançadas no trecho. Assim, os trechos com $ICA > 1$ são indicativos de situações de criticidade quanto à qualidade, pois a carga orgânica lançada neles – mesmo sem considerar as cargas procedentes de montante – já é maior que a capacidades de diluição das águas remanescentes. Já no segundo cenário foram consideradas também todas as cargas afluentes de montante, mas sem considerar a autodepuração. Portanto, o cenário real deve corresponder a uma situação compreendida entre os 2 cenários considerados.

Os cálculos foram efetuados a partir das vazões remanescentes resultantes do balanço quantitativo das demandas consuntivas totais, tendo como referência as vazões de 95% de permanência, representativas das situações de estiagens.

As cargas poluentes lançadas sobre os cursos d'água foram obtidas a partir da estimativa de DBO nos municípios, tendo como base critérios apresentados e discutidos no item 7.4.1.1 deste relatório. Após estimadas as cargas municipais provenientes dos esgotos domésticos urbanos, estas foram então distribuídas nos ottotrechos que se sobrepõem à mancha urbana do respectivo município.

Conforme já registrado, estimadas as cargas lançadas e a carga assimilável dos trechos fluviais, o resultado do balanço quali-quantitativo foi determinado por meio do índice ICA, igual à razão entre a carga lançada e a carga assimilável pela vazão remanescente.

Os valores possíveis do ICA foram distribuídos em classes e categorizados conforme os critérios utilizados pela ANA (ANA, 2005a), que constam no Quadro 16. Desse modo, tem-se uma escala de valores que corresponde à seguinte relação: 0-0,5 (ótima), 0,5- 1,0 (boa), 1,0-5,0 (razoável), 5,0-20,0 (ruim) e >20 (péssima).

¹⁴ Trata-se de um índice aproximado pois supõe que a água remanescente receptora não tem DBO e que a vazão poluente é muito menor que a vazão de diluição.

Quadro 16. Categorias do Índice de Capacidade de Assimilação (ICA).

Classe	Condição	Cor
0 - 0,5	Ótima	Azul
0,5 - 1	Boa	Verde
1,0 a 5,0	Razoável	Amarelo
5,0 a 20,0	Ruim	Laranja
>20	Péssima	Vermelho

Fonte: ANA (2018).

Cenário 1

Para o Cenário 1 foram considerados apenas as cargas orgânicas lançadas no trecho. O resultado do balanço quali-quantitativo é apresentado para as vazões de referência Q 95 diária (Figura 221) e mensal (Figura 222).

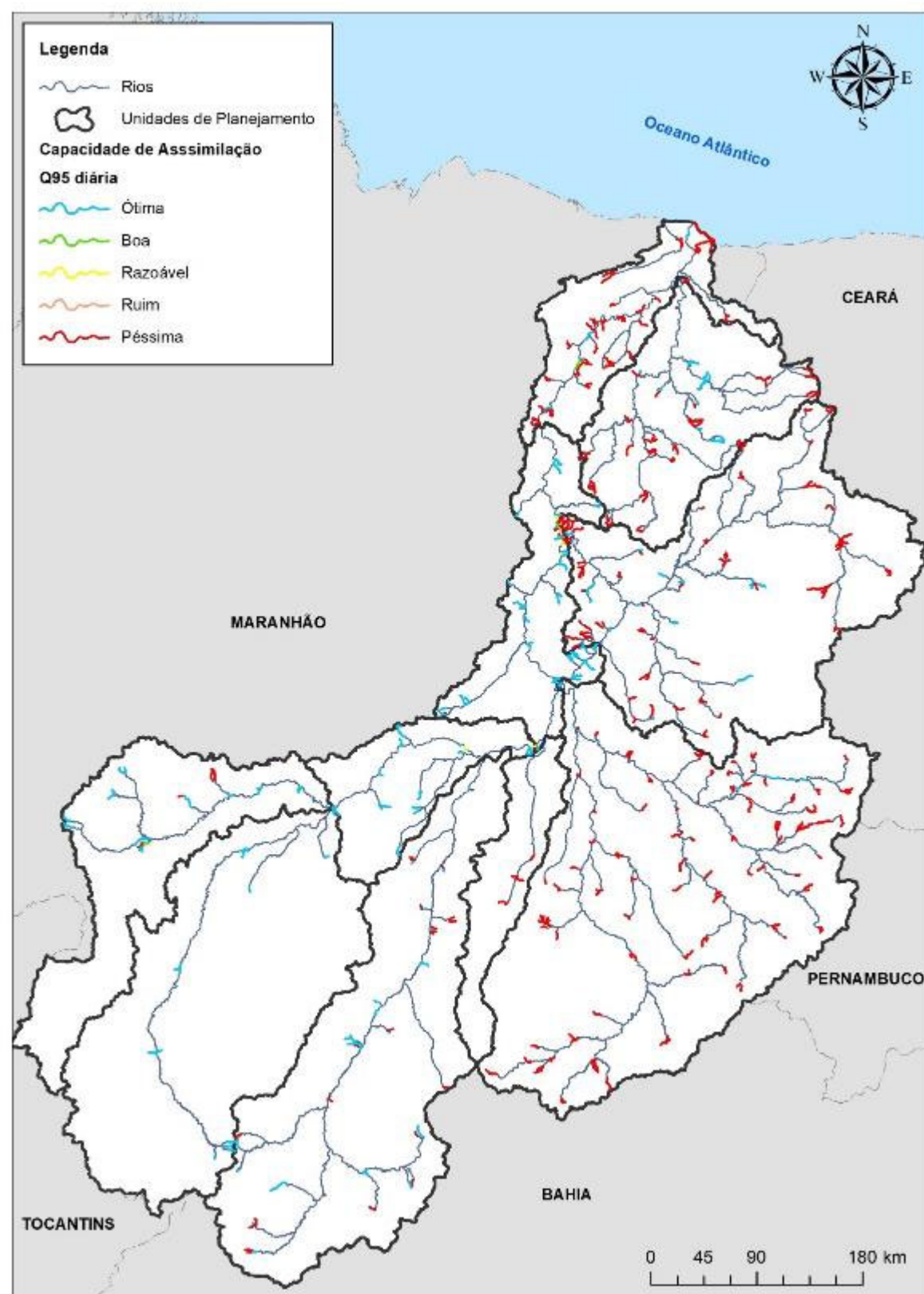


Figura 221. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 diária – Cenário 1.
(Mapa 61 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

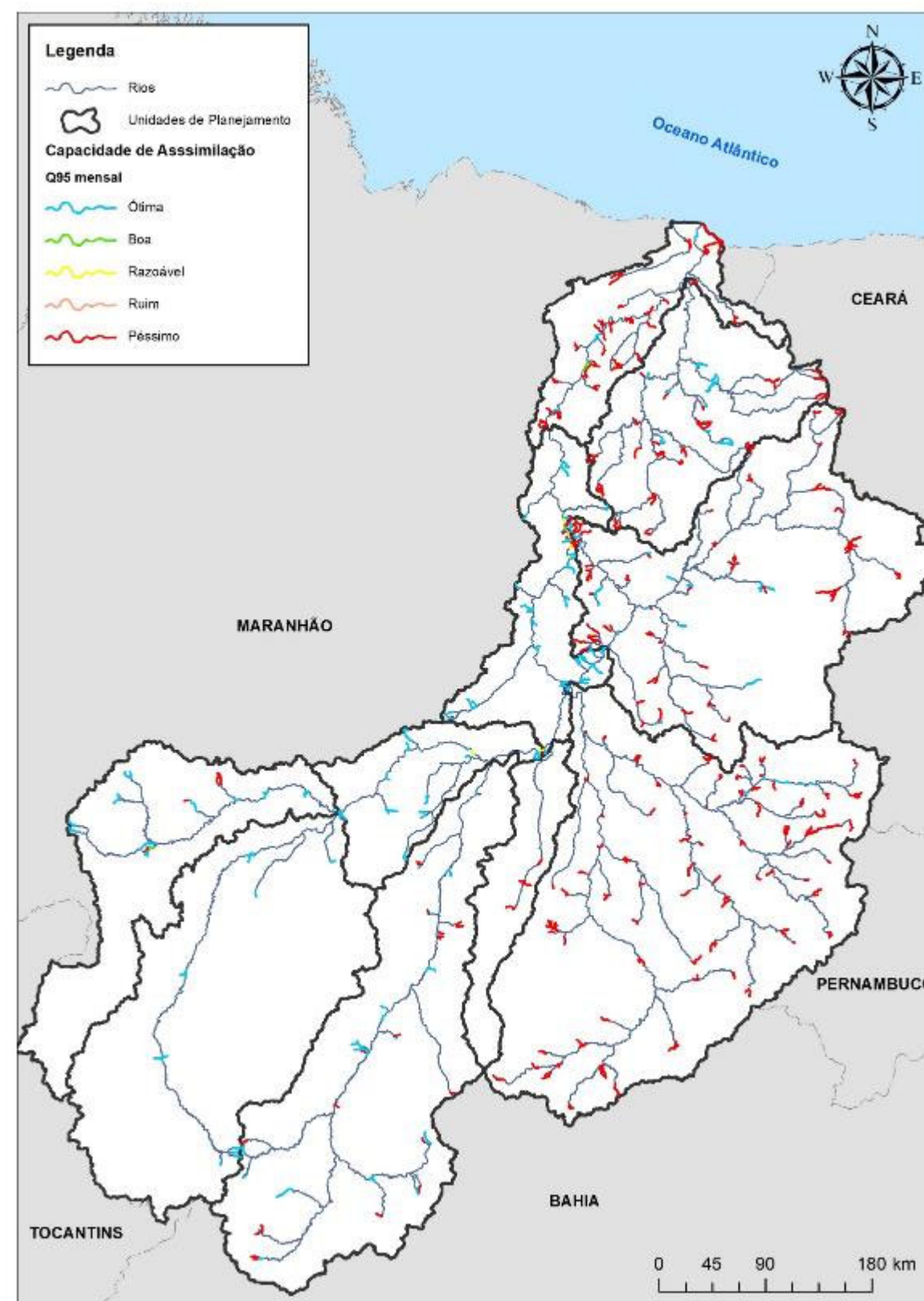


Figura 222. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 mensal – Cenário 1.
(Mapa 62 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

Com base nas figuras, observa-se que nos trechos fluviais que receberam carga orgânica predomina a classe de ICA péssimo (cor vermelha), ou seja, os resultados apontam que considerando apenas a condição inicial de lançamento a carga excede a capacidade de diluição dos corpos d'águas.

A Figura 223 apresenta em valores percentuais o quantitativo para os ottotrechos nas diferentes classificações do ICA para as vazões Q95 diária e Q95 mensal. De acordo com a Figura 223, dos 684 ottotrechos de lançamento, 434 ou 63% classifica-se como péssimo considerando a vazão Q95 diária e 426 ottotrechos (62%) classifica-se como péssimo considerando a Q95 mensal.

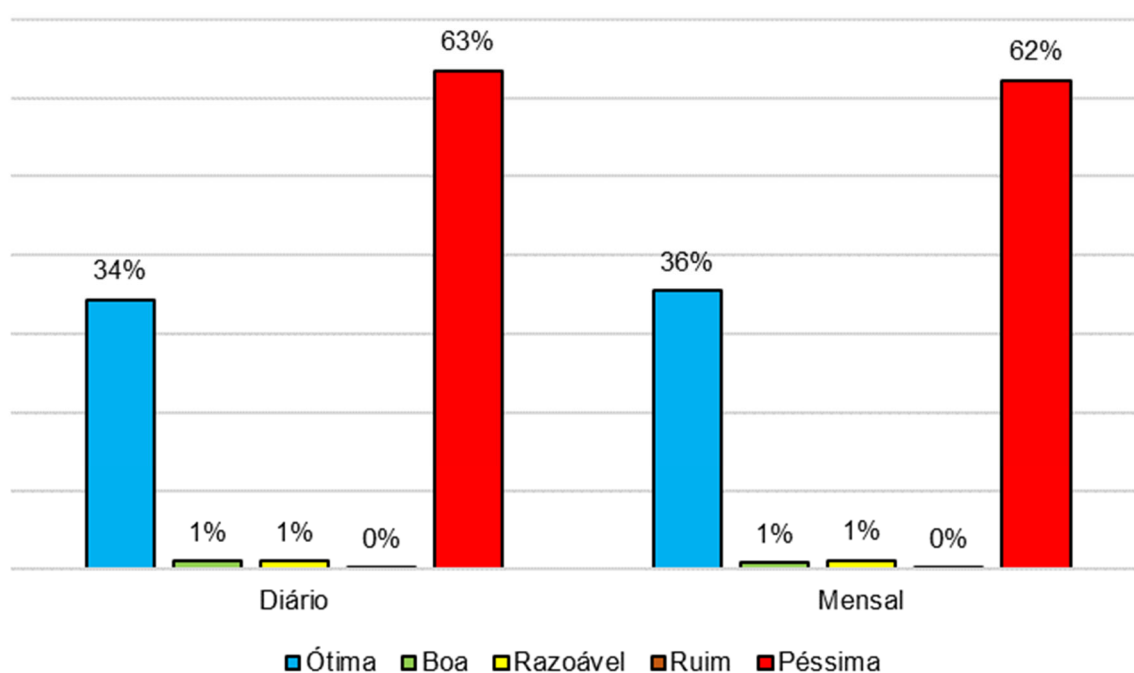


Figura 223. Quantidade percentual de ottobacias nas diferentes classificações do ICA com distintas vazões de referência - Q95diária e Q95 mensal.

A análise a nível de UPH é apresentada nos gráficos abaixo (Figura 224 e Figura 225), onde é possível observar a distribuição percentual da classe do ICA dos ottotrechos nos limites das respectivas UPHs. A análise permitiu identificar as áreas críticas sendo estas as UPHs Itaueiras, Longá, Poti e Canindé as quais obtiveram como classificação de ICA predominante péssima, acima de 90% nos trechos observados. As UPHs referidas estão inseridas na parcela semiárida da BHRP, com baixa disponibilidade de águas superficiais e presença de rios intermitentes.

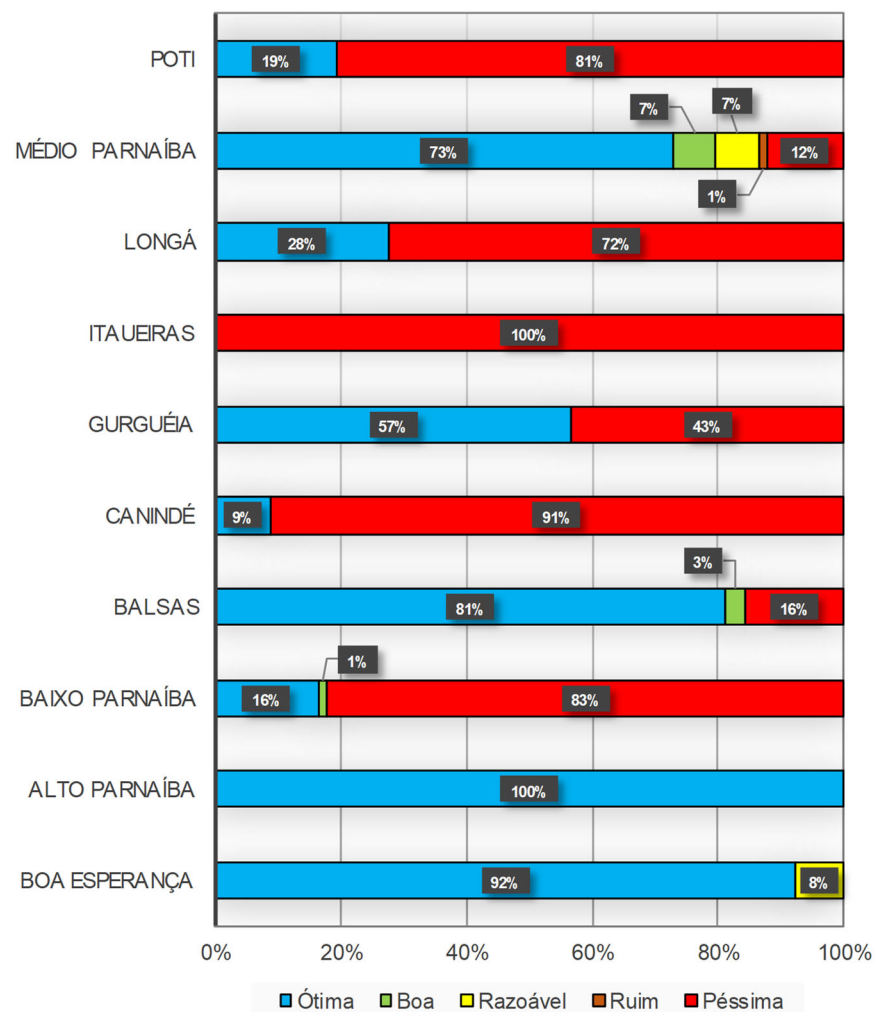


Figura 224. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 diária – Cenário 1.

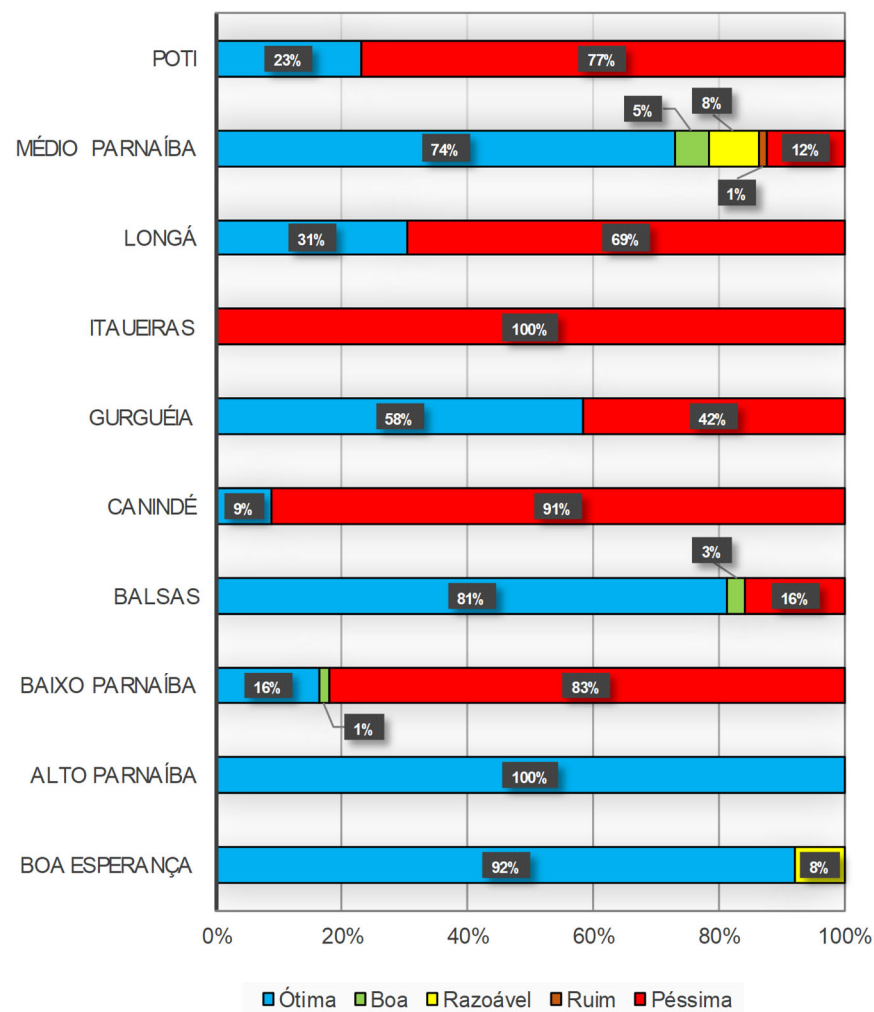


Figura 225. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 mensal – Cenário 1.

Atrelado ao comprometimento da assimilação na parcela semiárida devido à suas características climatológicas, o cenário de perda de qualidade das águas é agravado pela baixa abrangência do serviço de tratamento de esgoto sanitário que na BHRP é de apenas 2% (ANA, 2017a).

As extensões dos trechos nas distintas classes do ICA por UPH é apresentado na Tabela 63. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH. Já a distribuição percentual das extensões dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH é apresentada na Figura 226 para a Q95 diária e Figura 227 para a Q95 mensal.

Tabela 69. Extensão acumulada (Km) dos trechos conforme classes de ICA, por UPH, resultante do balanço quali-quantitativo – Cenário 1.

Extensão Acumulada (km)										
UPH	Q95 Diária					Q95 Mensal				
	Ótima	Boa	Razoável	Ruim	Péssimo	Ótima	Boa	Razoável	Ruim	Péssimo
BE	124		8			113				19
AP	98					73	3	20	2	
BP	31	8			357					396
BA	128	7			38	113	2	7	13	38
CA	44				763	44				763
GU	165				128	168				125
IT					34					34
LO	103				290	114				279
MP	262	11	12	5	30	247				73
PO	108				527	126				509
BHRP	1.063	26	20	5	2.167	998	5	27	15	2.236

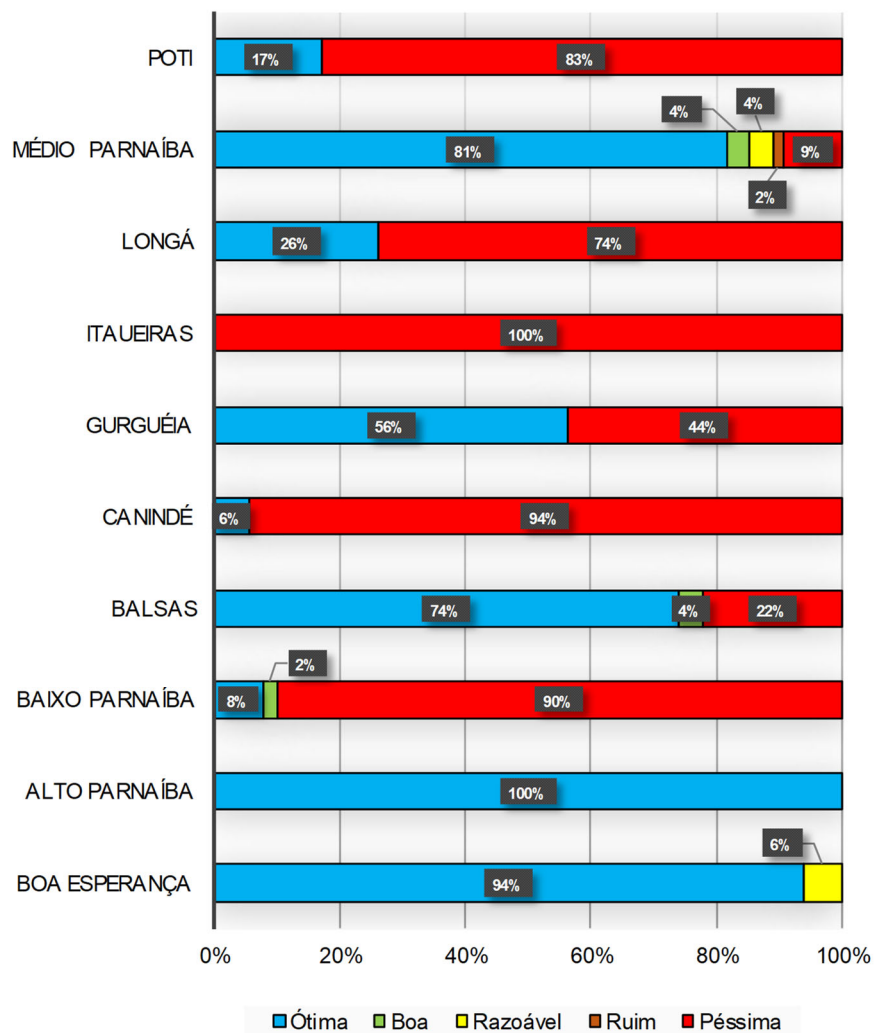


Figura 226. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 diária) – Cenário 1.

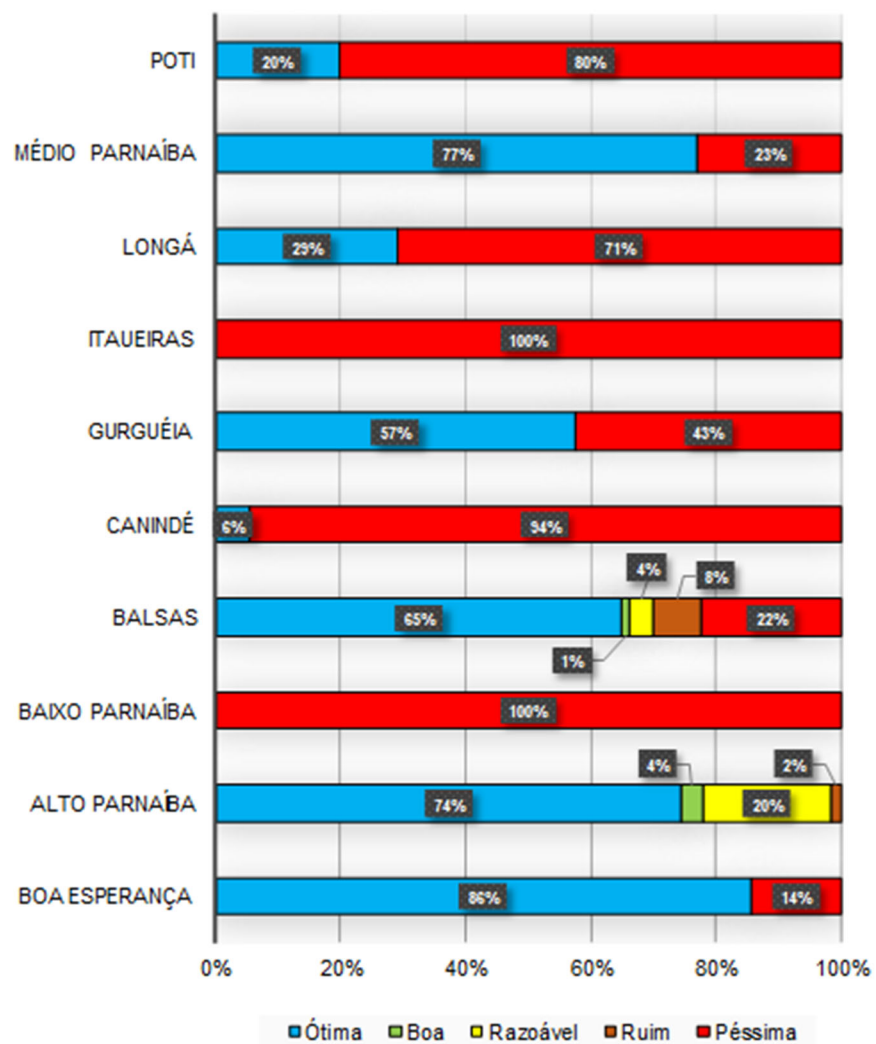


Figura 227. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 mensal) – Cenário 1.

Cenário 2

Para o Cenário 2 todas as cargas afluentes de montante foram consideradas. Com base nos resultados obtidos no Cenário 1 de modo geral, nas condições iniciais de lançamento a carga excede a capacidade do corpo receptor. Neste sentido visando obter uma visão mais conservadora não foi considerado o decaimento natural nos trechos. Portanto, o cenário real corresponde a uma situação intermediária entre os cenários 1 e 2, cenários de resultados igualmente péssimos.

Os resultados do balanço quali-quantitativo referente ao cenário 2 são apresentados na Figura 228 para Q95 diárias e, na Figura 229, para Q95 mensais. Com base nas imagens observa-se que, praticamente em toda sua extensão, o Rio Parnaíba possui ICA ótima, enquanto a parcela semiárida da bacia possui ICA variando de razoável a péssima.

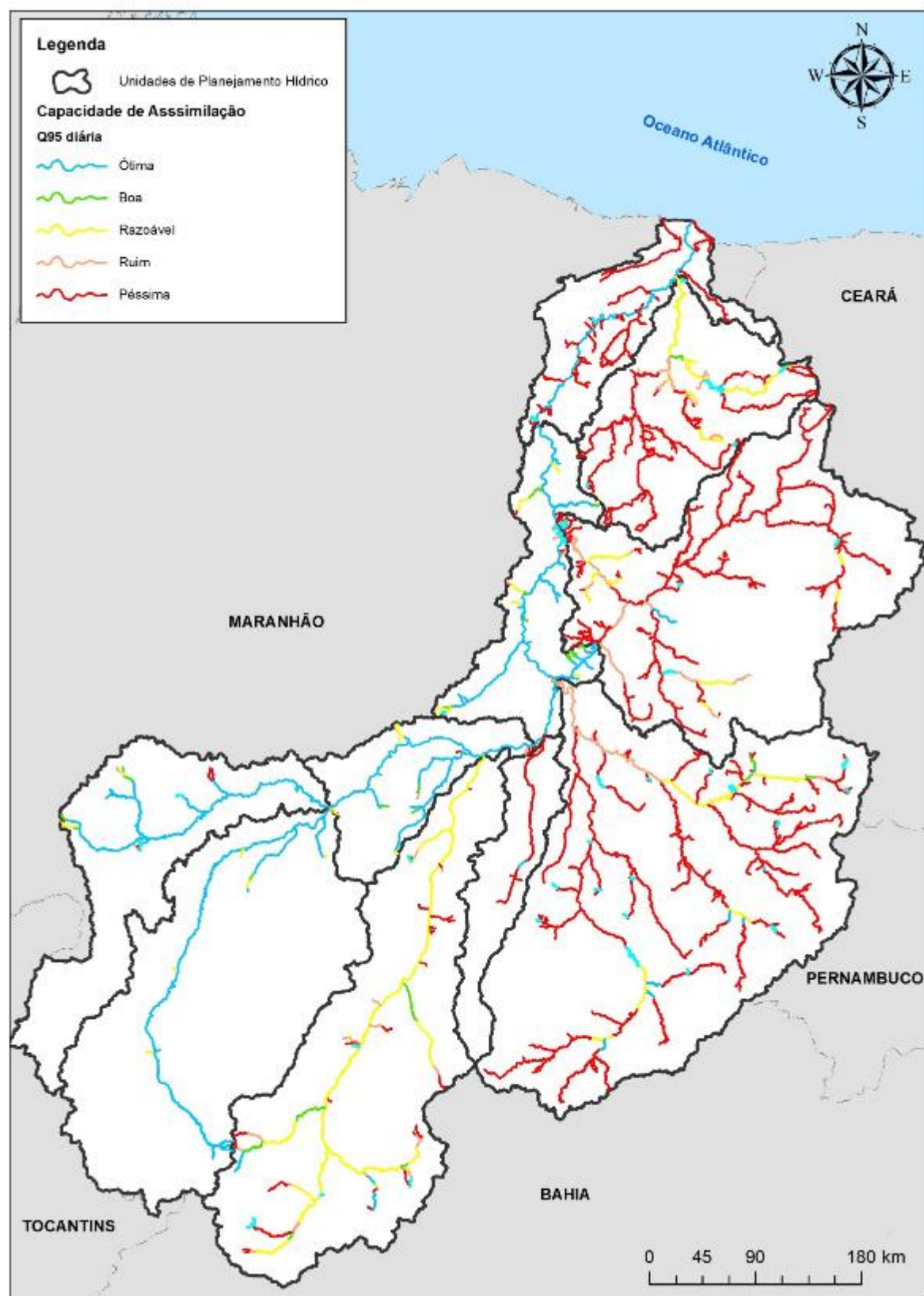


Figura 228. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 diária – Cenário 2.
(Mapa 63 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

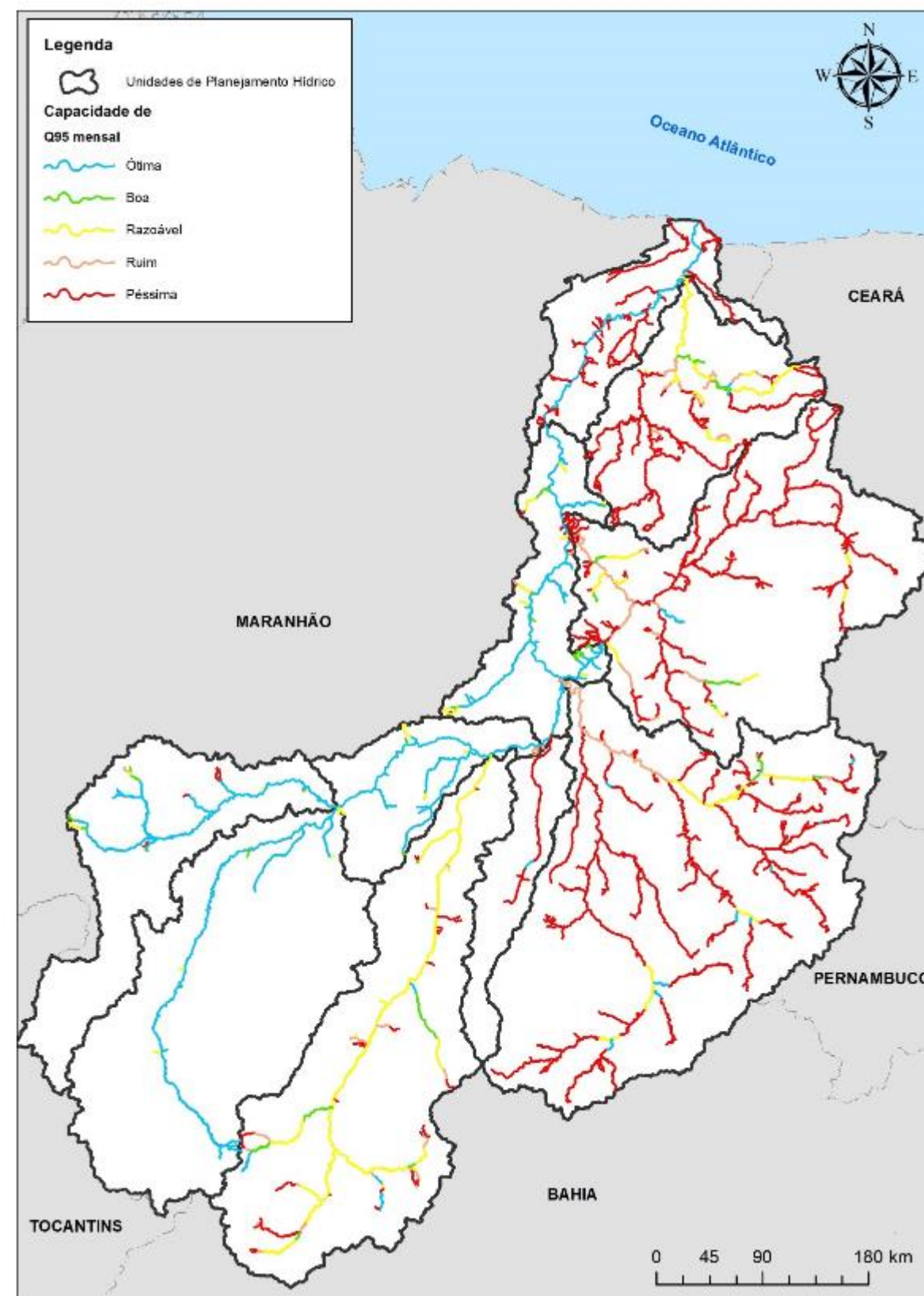


Figura 229. Balanço quali-quantitativo com vazão de referência Q95 mensal – Cenário 2.
(Mapa 64 do RF – Caderno de Mapas, reduzido)

Com propósito de facilitar a interpretação dos resultados, a Figura 230 apresenta o quantitativo em termos percentuais da distribuição dos ottotrechos nas diferentes classificações de ICA.

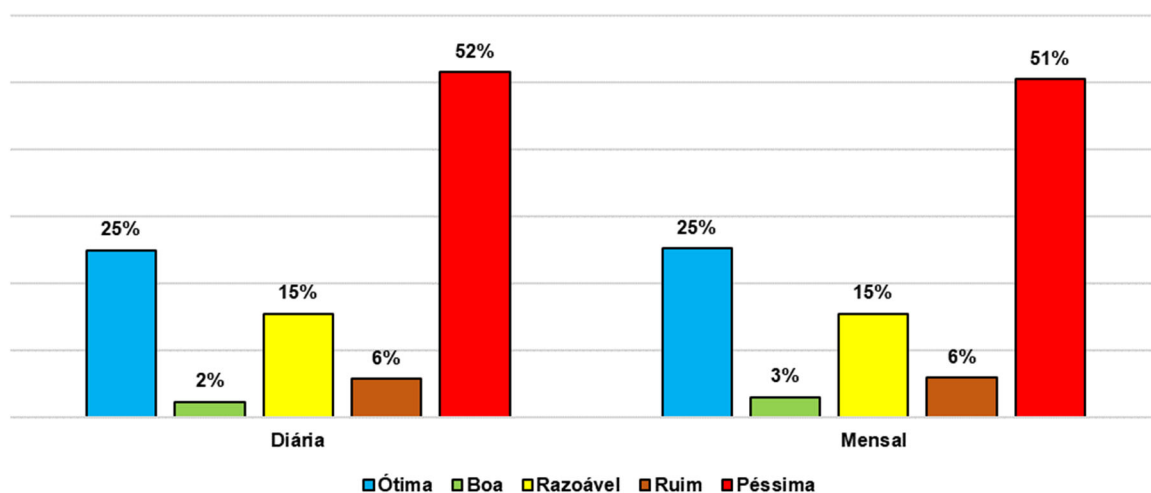


Figura 230. Percentual de ottobacias nas diferentes classificações da capacidade de assimilação - Q95diária e Q95 mensal.

Em termos de extensão, para o balanço quali-quantitativo com vazões mensais, dos 14.017 km que recebem contribuição de carga orgânica de origem doméstica, 7.652 km (54,6%) classificam-se como péssimo, 804 km (5,7%) ruim, 2.017 km (14,4%) razoável, 464 km (3,3%) boa e, 3.080 km (22,0%) ótima (Figura 231). A distribuição percentual das extensões dos trechos nas distintas classes do ICA por UPH é apresentado na Tabela 70, Figura 232 (Q95 diária) e Figura 233 (Q95 mensal).

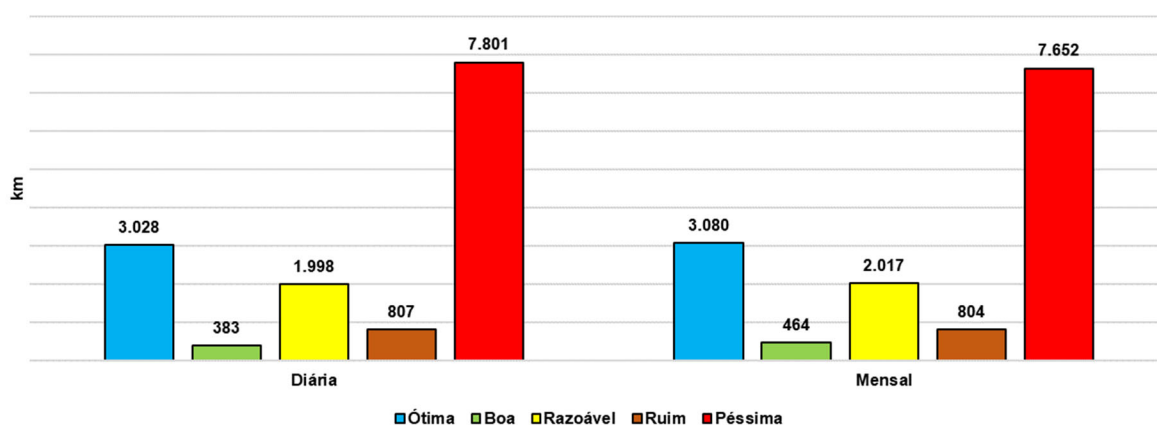


Figura 231. Extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação - Q95diária e Q95 mensal.

Tabela 70. Extensão acumulada (Km) dos trechos conforme classes de ICA, por UPH, resultante do balanço quali-quantitativo com Q95 mensal – Cenário 2.

Extensão Acumulada (km)										
UPH	Q95 Diária					Q95 Mensal				
	Ótima	Boa	Razoável	Ruim	Péssimo	Ótima	Boa	Razoável	Ruim	Péssimo
BE	478	22	41	15	14	500	11	42	17	
AP	717	8	34	6		735	8	22		
BP	290				758	290				758
BA	591	37	24	7	38	591	37	24	7	38
CA	97	49	264	205	3.086	97	49	264	205	3.086
GU	69	136	1.073	165	317	81	147	1.076	154	302
IT	11				201	11				201
LO	11	52	303	132	1.207	11	65	321	154	1.154
MP	733	77	91	29	53	733	77	99	25	49
PO	31	2	168	248	2.127	31	70	169	242	2.064
BHRP	3.028	383	1.998	807	7.801	3.080	464	2.017	804	7.652

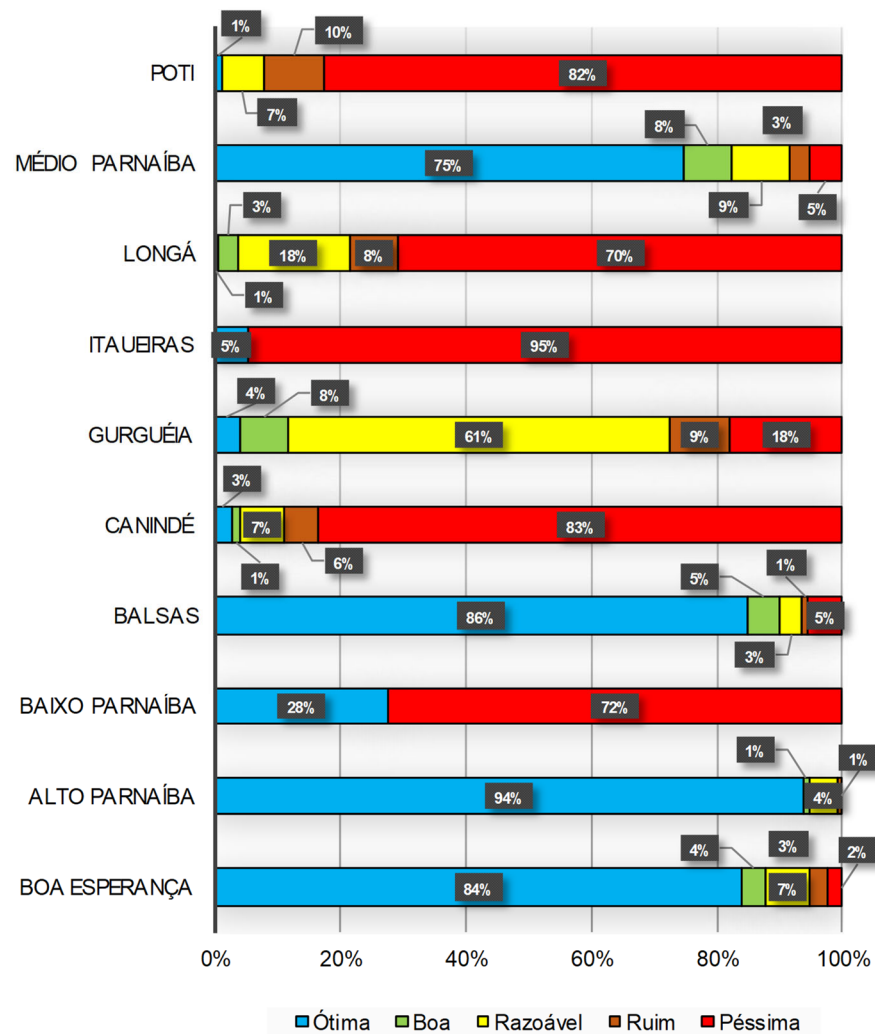


Figura 232. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 diária) – Cenário 2.

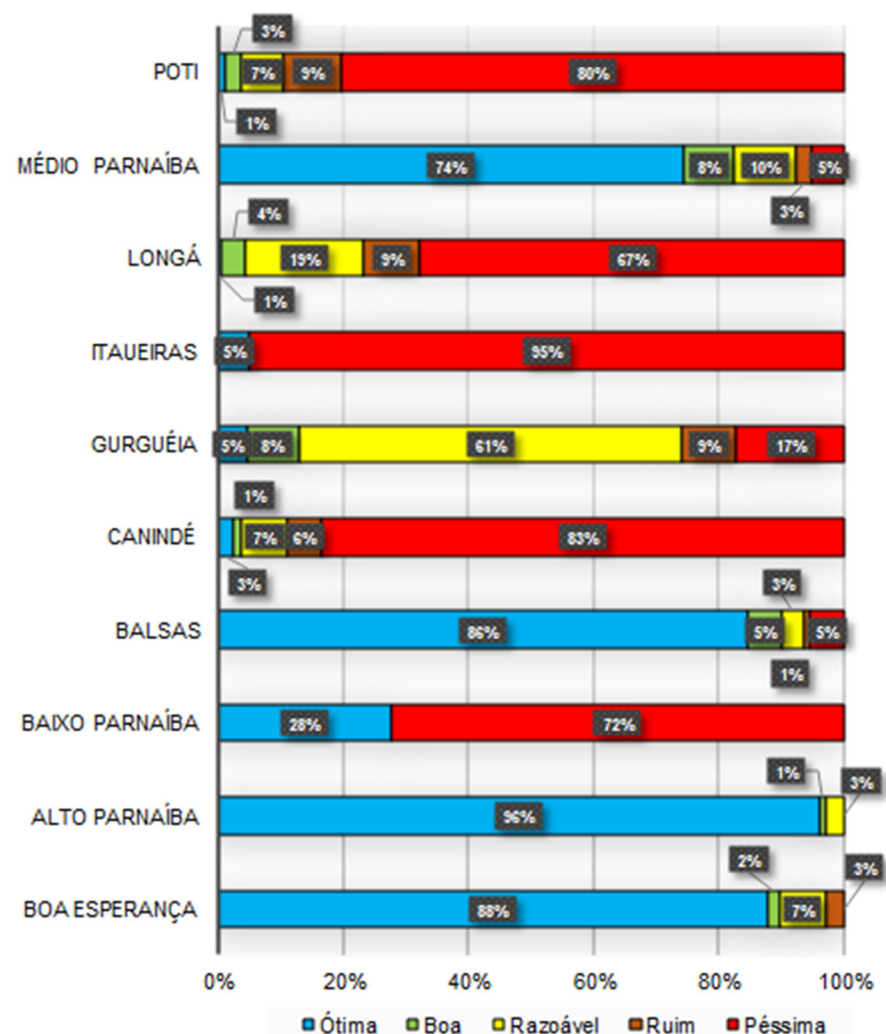


Figura 233. Percentual de extensão dos rios nas diferentes classificações da capacidade de assimilação por UPH (Q95 mensal) – Cenário 2.

7.5.2. BALANÇO INTEGRADO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Visando ter elementos indicativos da complementação do uso de águas superficiais e subterrâneas na BHRP foi elaborada a Tabela 71, na qual se apresenta uma estimativa da capacidade de extração de água dos poços em operação, em cada uma das UPHs. A tabela foi construída a partir de informações do banco de dados do SIAGAS (CPRM, 2018) e da espacialização das áreas aflorantes dos aquíferos (ANA, 2016d). As coordenadas dos poços em operação que constam no referido banco de dados foram inseridas no mapa dos aquíferos e, desta forma, foi possível contabilizar o número de poços em cada aquífero presente nas UPHs. Por sua vez, a capacidade de extração de água, ou capacidade instalada, foi obtida das informações técnicas sobre cada poço, que constam no banco de dados do SIAGAS.

Com estes elementos montou-se a tabela em pauta e as correspondentes estimativas de capacidade de extração de água subterrânea por aquífero e por UPH. Entretanto, é importante salientar que no banco de dados do SIAGAS, consta a existência de poços sobre os quais não há informação técnica disponível. Neste sentido, é razoável supor que os números apresentados quanto à vazão de extração instalada são aproximados pelo lado da segurança. Com efeito, se fossem acrescentadas informações técnicas sobre todos os poços, os resultados sobre capacidade de extração instalada poderiam ser maiores.

Tabela 71. Capacidade de extração dos poços em operação, por UPH.

UPH	Aquífero	Número Poços Operando	Capacidade Instalada Média (m ³ /h)	Capacidade Instalada Total (m ³ /h)	Capacidade Instalada Total (m ³ /s)	Soma Total por UPH (m ³ /s)
Alto Parnaíba (AP)	Faturado Centro-Sul	0	0,00	0,00	0,000	0,227
	Motuca	0	0,00	0,00	0,000	
	Sambaíba	0	0,00	0,000	0,000	
	Pedra de Fogo	18	7,91	142,44	0,040	
	Poti-Piauí	58	11,58	671,87	0,187	
	Urucuia-Areado	0	0,00	0,00	0,000	
Balsas (BA)	Corda	4	11,38	45,52	0,013	0,047
	Faturado Centro-Sul	0	0,00	0,000	0,000	
	Motuca	8	5,85	46,80	0,013	
	Sambaíba	0	0,00	0,000	0,000	
	Pedra de Fogo	7	6,70	46,91	0,013	
	Poti-Piauí	2	15,00	30,00	0,008	
Boa Esperança (BE)	Corda	0	0,00	0,000	0,000	0,464
	Faturado Centro-Sul	0	0,00	0,000	0,000	
	Motuca	0	0,00	0,000	0,000	
	Pastos Bons	0	0,00	0,000	0,000	
	Pedra de Fogo	14	7,40	103,62	0,029	
	Poti-Piauí	144	10,87	1.565,13	0,435	
Gurguéia (GU)	Faturado Centro-Sul	60	4,23	253,85	0,071	4,740
	Faturado Semiárido	10	3,89	38,90	0,011	
	Longá	233	48,65	11.335,02	3,149	
	Pimenteiras	7	10,36	72,50	0,020	
	Cabeças	22	8,08	177,70	0,049	
	Pedra de Fogo	0	0,00	0,00	0,000	
	Poti-Piauí	252	19,73	4.971,00	1,381	
	Serra Grande	16	3,92	62,75	0,017	
Urucuia-Areado	30	4,99	149,56	0,042		

UPH	Aquífero	Número Poços Operando	Capacidade Instalada Média (m ³ /h)	Capacidade Instalada Total (m ³ /h)	Capacidade Instalada Total (m ³ /s)	Soma Total por UPH (m ³ /s)
Itaueiras (IT)	Corda	16	7,92	126,70	0,035	0,479
	Fraturado Centro-Sul	7	4,79	33,50	0,009	
	Fraturado Semiárido	15	7,90	118,50	0,033	
	Longá	16	5,50	88,00	0,024	
	Cabeças	0	0,00	0,00	0,000	
	Poti-Piauí	146	9,31	1.359,02	0,378	
Canindé (CA)	Corda	6	9,40	56,40	0,016	6,969
	Dois Irmãos	0	0,00	0,00	0,000	
	Fraturado Centro-Sul	1	16,00	16,00	0,004	
	Fraturado Semiárido	323	4,21	1.359,68	0,378	
	Longá	472	12,28	5.795,67	1,610	
	Pimenteiras	419	10,06	4.213,15	1,170	
	Santana	0	0,00	0,000	0,000	
	Superior da Bacia do Araripe	0	0,00	0,00	0,000	
	Cabeças	747	12,60	9.408,79	2,614	
	Pedra de Fogo	8	6,16	49,30	0,014	
	Poti-Piauí	99	7,96	788,04	0,219	
Serra Grande	499	6,81	3.397,34	0,944		
Poti (PO)	Corda	107	12,56	1.343,51	0,373	10,227
	Fraturado Centro-Sul	124	132,07	16.376,78	4,549	
	Fraturado Semiárido	322	9,27	2.984,96	0,829	
	Longá	222	9,29	2.062,85	0,573	
	Pastos Bons	40	13,91	556,44	0,155	
	Pimenteiras	141	10,39	1.465,54	0,407	
	Cabeças	570	7,52	4.284,74	1,190	
	Pedra de Fogo	143	10,02	1.432,55	0,398	
	Poti-Piauí	443	9,55	4.229,99	1,175	
	Serra Grande	241	8,63	2.079,53	0,578	

UPH	Aquífero	Número Poços Operando	Capacidade Instalada Média (m³/h)	Capacidade Instalada Total (m³/h)	Capacidade Instalada Total (m³/s)	Soma Total por UPH (m³/s)
Longá (LO)	Barreiras	153	8,89	1.360,42	0,378	5,166
	Fraturado Centro-Sul	115	9,81	1.127,75	0,313	
	Fraturado Semiárido	1	18,00	18,00	0,005	
	Litorâneo Nordeste-Sudeste	0	0,00	0,00	0,000	
	Longá	580	9,97	5.782,17	1,606	
	Pimenteiras	98	9,25	906,93	0,252	
	Cabeças	500	7,65	3.825,70	1,063	
	Pedra de Fogo	15	6,63	99,50	0,028	
	Poti-Piauí	429	9,77	4.189,24	1,164	
Serra Grande	204	6,30	1.285,04	0,357		
Médio Parnaíba (MP)	Barreiras	6	11,20	67,20	0,019	1,147
	Corda	12	23,44	281,30	0,078	
	Fraturado Centro-Sul	46	18,64	857,39	0,238	
	Motuca	2	7,50	15,00	0,004	
	Pastos Bons	7	4,86	34,00	0,009	
	Pedra de Fogo	144	11,64	1.676,64	0,466	
	Poti-Piauí	101	11,88	1.200,04	0,333	
Baixo Parnaíba (BP)	Barreiras	158	9,05	1.429,43	0,397	1,185
	Fraturado Centro-Sul	7	7,63	53,40	0,015	
	Itapecuru	0	0,00	0,00	0,000	
	Litorâneo Nordeste-Sudeste	9	10,06	90,50	0,025	
	Longá	101	8,01	808,85	0,225	
	Motuca	0	0,00	0,00	0,000	
	Pimenteiras	9	7,16	64,40	0,018	
	Cabeças	0	0,00	0,00	0,000	
	Pedra de Fogo	29	15,96	462,80	0,129	
	Poti-Piauí	81	9,14	740,27	0,206	
Serra Grande	116	5,29	613,42	0,170		

Fonte: Elaboração própria, Adaptado CPRM, 2018.

Da comparação da Tabela 68, apresentada no item 7.5.1.2, com a Tabela 71, acima, resulta a Tabela 72, a seguir, que apresenta os déficits superficiais (demandas não atendidas) e as capacidades de extração de água subterrânea dos poços em cada uma das UPHs.

Tabela 72. Déficits superficiais e capacidade de atendimento dos poços em operação por UPH.

UPH	Soma dos Déficits [m ³ /s]				Capacidade Instalada dos Poços [m ³ /s]
	Q95 mensal e Trimestre de Maior Demanda	Q95 diária e Trimestre de Maior Demanda	Q95 mensal e Demandas Totais Médias Anuais	Q95 diária e Demandas Totais Médias Anuais	
AP	0,00	0,01	0,00	0,00	0,23
BA	0,29	0,29	0,30	0,30	0,05
BE	0,03	0,04	0,01	0,02	0,46
BP	8,90	8,90	4,36	4,36	1,18
CA	3,29	3,29	3,19	3,19	6,97
GU	0,94	0,96	0,66	0,69	4,74
IT	0,37	0,37	0,29	0,29	0,48
LO	6,11	6,34	3,45	3,63	5,17
MP	0,90	0,93	0,66	0,68	1,18
PO	5,51	5,76	4,25	4,49	10,23
Total	26,35	26,89	17,17	17,65	30,68

A Tabela acima mostra que nas UPHs Balsas e Baixo Parnaíba os déficits de atendimento das demandas superam o fornecimento instalado dos poços que captam águas subterrâneas. Entretanto estes déficits, conforme explicado no item 7.5.1.1, são mais aparentes que reais. Nas demais UPHs, excetuando aquelas inseridas no semiárido, os déficits são, em geral, pequenos e, em todos os casos, menores que a capacidade de suprimento de águas subterrâneas.

Nas UPHs Canindé, Gurguéia, Itauéiras e Poti, na região do semiárido, os resultados apresentados na Tabela 72 mostram que, de fato, os déficits de atendimento resultantes do balanço com as águas fluentes superficiais, incluídas as contribuições dos reservatórios de regularização, podem ser – e, possivelmente são – atendidos mediante extração de águas subterrâneas.

Caso especial o constitui a UPH do Longá, cujo balanço referente às águas fluentes superficiais apresenta, no período do trimestre de maior demanda, déficit maior que a capacidade instalada dos poços. Entretanto, nesta UPH constata-se a existência de 77 espelhos de água correspondentes a reservatórios naturais. Trata-se de áreas rasas de substrato argiloso, permanentemente inundadas que, como no caso do Baixo Parnaíba, servem para atender demandas da irrigação, particularmente da rizicultura, que é a demanda setorial mais significativa nesta UPH. Assim, esta fonte, também superficial, embora não fluente e, portanto, não incluída na Q95, auxilia, conjuntamente com as extrações subterrâneas, na viabilização das culturas irrigadas na UPH Longá.

7.5.3. SÍNTESE DO BALANÇO HÍDRICO E QUADRO DIAGNÓSTICO

O diagnóstico deste estudo reuniu e desenvolveu um vasto conjunto de elementos que caracterizam e descrevem a situação atual da bacia do Rio Parnaíba e, dos recursos hídricos abrangidos por ela. No decorrer deste diagnóstico, composto por 4 relatórios parciais, foram abordados aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico da bacia do Parnaíba. No entanto, teve como matéria central as disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, as demandas pelo uso da água e, por fim, os balanços hídricos.

Com o intuito de formular um panorama global e compreensivo da bacia do Parnaíba com respeito ao objetivo do estudo, foi elaborado o quadro diagnóstico apresentado abaixo. Nele estão condensadas as principais informações para construção de uma visão integrada e contextualizada do diagnóstico de recursos hídricos da Bacia do Parnaíba.

Em síntese, verifica-se, a partir do balanço hídrico com vazões Q95 mensais e demandas totais anuais, que em 57% da bacia do Parnaíba as demandas de água podem ser supridas pelos cursos fluviais e reservatórios estratégicos e, em 43%, as demandas superam a disponibilidade superficial. Observa-se ainda, um contraste nítido entre duas condições extremamente opostas na bacia, onde, ou a relação demanda/disponibilidade é confortável e inferior a 20% (ocorrendo em 44% da bacia), ou é crítica e superior a 100% (ocorrendo em 43% de sua área), o qual é coerente com a presença de cursos de água perenes e intermitentes na mesma bacia.

Outrossim, observa-se também, que nos locais onde as demandas não são atendidas por águas superficiais fluentes, estas podem ser supridas, em grande parte, por meio de águas subterrâneas. Neste diagnóstico, a disponibilidade subterrânea considerada nos balanços foi aquela resultante da capacidade de extração de água dos poços em operação, por constituírem, de fato, o potencial de aproveitamento realmente disponível na bacia, segundo o banco de dados do SIAGAS. Caso fossem acrescentadas informações técnicas sobre todos os poços, o resultado sobre capacidade instalada de extração subterrânea poderia ser maior.

Importante salientar que os resultados dos balanços hídricos, especificamente em relação à identificação de conflitos, fornecem os elementos necessários à definição de políticas e medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos, a serem estabelecidas na etapa da elaboração do plano da BHRP.

A seguir, apresenta-se o quadro diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

QUADRO DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA

UPH	Características Gerais	Recursos Hídricos e Disponibilidade Hídrica	Atividades Produtivas e Demandas de Água	Balanco Hídrico e Identificação de Conflitos
Bacia do Parnaíba (BHRP)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 4.711.836 habitantes Área: 332.500 km² Número de municípios: 278 Fonte de abastecimento municipal: 200 municípios são abastecidos por fontes subterrâneas, 68 por fontes superficiais e, 10 por ambas (fonte mista). Precipitação média: 1.011 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.795 mm/ano 	<p>A rede fluvial da Bacia do Parnaíba, segundo a base hidrográfica utilizada, apresenta 33.135 trechos fluviais (ottobacias), conforme segmentação efetuada pela ANA mediante o método das ottobacias. Uma vez que o polígono do semiárido abrange aproximadamente 65% da área da bacia, grande parte dos cursos d'água são intermitentes. Do total de ottobacias, 93% possuem vazão Q95 mensal nula ou de até 1 m³/s, confirmando a descrição supracitada.</p> <p>A bacia do rio Parnaíba é formada por 7 rios principais: Balsas, Alto Parnaíba, Gurguéia, Itaueiras, Canindé, Poti e Longá. Nela, foram identificados e considerados no cálculo de disponibilidade hídrica superficial 28 reservatórios estratégicos utilizados como manancial. Apesar de o rio Parnaíba apresentar vazão significativa, sendo a Q95 mensal de 308,77 m³/s e, a média de longo termo de 636,72 m³/s, verifica-se a existência de déficit hídrico superficial em aproximadamente 43% da bacia. As áreas mais críticas são as UPHs do Itaueiras, Canindé e Baixo Parnaíba.</p> <p>Tanto nas áreas deficitárias em águas superficiais, como nas abundantes, as águas subterrâneas desempenham papel fundamental no abastecimento dos municípios da bacia. Dos 278 municípios do Parnaíba, 200 dependem exclusivamente das águas subterrâneas e 10 possuem abastecimento misto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 27,7 m³/s, onde 56% destina-se à irrigação, 32% ao consumo humano, 8% à criação animal e, 5% ao uso industrial. O uso para fins de mineração representa menos de 1% da demanda total da BHRP. As UPHs com maiores demandas de água são as do Poti e Longá. Por outro lado, aquelas com as menores são as UPHs do Itaueiras e Boa Esperança. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB na bacia é de 54,9 bilhões de reais, sendo 11% proveniente da agropecuária, 11% da indústria, 39% de serviços privados, 30% de serviços públicos e, 9% de impostos. A UPH do Poti responde por 41% deste PIB, puxado quase exclusivamente pelo município de Teresina. A UPH do Canindé figura na segunda posição, com PIB equivalente a 11% do PIB total da Bacia. Embora o setor primário não seja o mais representativo no PIB da Bacia, aproximadamente 32% da população da BHRP (1,8 milhão) ocupa atividades relacionadas a este setor. A BHRP possui 28.954 km² de área plantada, equivalente a 9% de sua área total. As principais culturas realizadas na BHRP são: a soja com 47% do total de área plantada, o milho com 29% e, o feijão com 11%. As demais culturas (arroz, sorgo, mandioca e cana-de-açúcar) somadas não excedem 13% da área plantada. 	<p>A relação demanda/disponibilidade* na Bacia do Parnaíba mostra que em 57% das ottobacias as demandas de água são supridas pelos cursos fluviais e reservatórios estratégicos e, em 43%, as demandas superam a disponibilidade superficial. Observa-se ainda, um contraste marcante entre duas condições extremamente opostas na bacia, onde, ou a relação demanda/disponibilidade* é confortável e inferior a 20% (ocorrendo em 44% da bacia), ou é crítica e superior a 100% (ocorrendo em 43% de sua área). Mesmo havendo déficit* hídrico superficial de aproximadamente 17 m³/s*, a capacidade instalada dos poços subterrâneos é de 30,6 m³/s (Tabela 72).</p> <p>As UPHs que apresentam melhores condições de balanço são as do Alto Parnaíba, Balsas, Boa Esperança e Médio Parnaíba. Já aquelas em situação crítica e, portanto, mais dependentes das águas subterrâneas são as do Itaueiras, Canindé e Baixo Parnaíba.</p>
Alto Parnaíba (AP)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 75.804 habitantes (2% da população da bacia) Área: 51.800 km² (16% da área da bacia) Número de municípios: 8 Fonte de abastecimento municipal: 100% do abastecimento é subterrâneo Precipitação média: 1.186 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.714 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 4.945 trechos fluviais (ottobacias). Destes, 81% possuem vazão Q95 mensal de até 1 m³/s e, 12% de até 10m³/s.</p> <p>A vazão Q95m na foz desta UPH é 154 m³/s e a média de longo termo é 255 m³/s. Mesmo o rio principal apresentando vazão significativa, pode haver déficit hídrico superficial de 11 L/s para atendimento das demandas no trimestre mais crítico, tendo em vista a disponibilidade Q95 diária.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 1,14 m³/s, onde 75% destina-se à irrigação, 9% à criação animal e, 16% ao consumo humano. Esta demanda responde por 4% da vazão total de retirada da BHRP. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 3,26 bilhões de reais, sendo 50% advindo da agropecuária, 13% da indústria, 19% de serviços privados, 9% de serviços públicos e, 8% de impostos. Este PIB representa 6% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 9.913 km², equivalente a 19% da área da UPH. Os principais cultivos são: a soja (com 70% do total de área plantada na UPH) e, o milho, com 22%. 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é confortável. Praticamente todos os seus cursos d'água (99,5%) apresentam relação demanda/disponibilidade* igual ou inferior a 20%.</p> <p>Na condição de demandas anuais com disponibilidades Q95 mensais, não há déficit hídrico nesta UPH. No entanto, mesmo que houvesse, a capacidade instalada dos poços em operação totaliza 226 L/s.</p>

UPH	Características Gerais	Recursos Hídricos e Disponibilidade Hídrica	Atividades Produtivas e Demandas de Água	Balanco Hídrico e Identificação de Conflitos
Balsas (BA)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 159.321 habitantes (3% da população da bacia) Área: 25.600 km² (8% da área da bacia) Número de municípios: 8 Fonte de abastecimento municipal: 5 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 2 por fontes subterrâneas e 1 por sistema misto. Precipitação média: 1.270 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.736 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 2.653 trechos fluviais (ottobacias), sendo todos perenes. Destes, 82% possuem vazão Q95 mensal de até 1 m³/s e, 11% de até 10m³/s.</p> <p>A vazão Q95m na foz desta UPH é 89 m³/s e a média de longo termo é 189 m³/s. Mesmo o rio principal apresentando vazão significativa, pode haver déficit hídrico superficial de 290 L/s para atendimento das demandas no trimestre mais crítico tendo em vista a disponibilidade Q95 diária.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 2,36 m³/s, onde 59% destina-se à irrigação, 8% à criação animal e, 16% ao consumo humano. Esta demanda responde por 9% da vazão total de retirada da BHRP. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 3,83 bilhões de reais, sendo 34% advindo da agropecuária, 8% da indústria, 39% de serviços privados, 12% de serviços públicos e, 8% de impostos. Este PIB representa 7% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 6.401 km², equivalente a 25% da área da UPH. Os principais cultivos são: a soja (com 57% do total de área plantada na UPH), o milho (26%) e, o sorgo (10%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é confortável. Praticamente todos os seus cursos d'água (97,4%) apresentam relação demanda/disponibilidade* igual ou inferior a 20%. Entretanto, em 0,3% deles a demanda excede a disponibilidade, gerando um déficit* total na UPH de aproximadamente 300 L/s*. Parte desse déficit, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados (47 L/s) e, o restante, provavelmente, pelas mais de 50 pequenas massas d'água, correspondentes a reservatórios naturais e construídos.</p>
Boa Esperança (BE)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 82.669 habitantes (2% da população da bacia) Área: 12.800 km² (8% da área da bacia) Número de municípios: 11 Fonte de abastecimento municipal: 2 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 9 por fontes subterrâneas. Precipitação média: 1.102 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.906 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 1.189 trechos fluviais (ottobacias), sendo todos perenes. Destes, 76% possuem vazão Q95 mensal de até 1 m³/s e, 15% mais de 200m³/s, a qual ocorre no próprio rio Parnaíba.</p> <p>A vazão Q95m na foz desta UPH é 253 m³/s e a média de longo termo é 286 m³/s. Mesmo o rio principal apresentando vazão significativa, pode haver déficit hídrico superficial de 41 L/s para atendimento das demandas no trimestre mais crítico tendo em vista a disponibilidade Q95 diária.</p> <p>Um dos elementos de destaque desta UPH é existência da usina hidrelétrica Boa Esperança, cuja operação e reservatório de 5.085 hm³, viabiliza uma vazão defluente mínima de 240m³/s (ONS, 2016).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 0,9 m³/s, onde 61% destina-se à irrigação, 7% à criação animal, 31% ao consumo humano e, 1% à indústria. Esta demanda responde por 3% da vazão total de retirada da BHRP. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 1,06 bilhão de reais, sendo 30% advindo da agropecuária, 13% da indústria, 25% de serviços privados, 25% de serviços públicos e, 6% de impostos. Este PIB representa 2% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 1.078 km², equivalente a 8% da área da UPH. Os principais cultivos são: a soja (com 65% do total de área plantada na UPH), o milho (20%) e, o arroz (10%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é confortável. Praticamente todos os seus cursos d'água (99,7%) apresentam relação demanda/disponibilidade* igual ou inferior a 20%. Entretanto, em 0,1% deles a demanda excede a disponibilidade, gerando um déficit* total na UPH de aproximadamente 10 L/s*. Esse déficit, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados (464 L/s).</p>
Gurguéia (GU)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 190.969 habitantes (4% da população da bacia) Área: 49.900 km² (15% da área da bacia) Número de municípios: 25 Fonte de abastecimento municipal: 4 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 21 por fontes subterrâneas Precipitação média: 926 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.706 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 4.894 trechos fluviais (ottobacias). Destes, 3% possuem vazão Q95 mensal nula e, 93% de até 1 m³/s. Em apenas 4% dos trechos esta vazão é de até 10m³/s.</p> <p>A vazão Q95m na foz desta UPH é 1,7 m³/s e a média de longo termo é 28,3 m³/s. Essa redução em relação às UPHs descritas acima, demonstra a transição para o semiárido, caracterizado pelo regime de rios intermitentes.</p> <p>Dada a condição reduzida em termos de disponibilidade hídrica superficial e, considerando um cenário ainda mais restrito em termos de vazões Q95 diárias, haveria um déficit hídrico de 965 L/s, supondo o atendimento da média das demandas do trimestre mais alto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 1,3 m³/s, onde 52% destina-se à irrigação, 21% à criação animal e, 26% ao consumo humano. Esta demanda responde por 5% da vazão total de retirada da BHRP. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 2,15 bilhões de reais, sendo 21% advindo da agropecuária, 5% da indústria, 31% de serviços privados, 35% de serviços públicos e, 8% de impostos. Este PIB representa 4% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 2.668 km², equivalente a 5% da área da UPH. Os principais cultivos são: a soja (com 63% do total de área plantada na UPH), milho (24%) e feijão (9%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é satisfatório. A maior parte dos seus cursos d'água (61,2%) apresentam relação demanda/disponibilidade* igual ou inferior a 20%. Em 9,3% deles a demanda excede a disponibilidade, gerando um déficit* total na UPH de aproximadamente 662 L/s*. Esse déficit*, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados, cuja capacidade total é superior a 4.700 L/s.</p>

UPH	Características Gerais	Recursos Hídricos e Disponibilidade Hídrica	Atividades Produtivas e Demandas de Água	Balanco Hídrico e Identificação de Conflitos
Itaueiras (IT)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 78.304 habitantes (2% da população da bacia) Área: 10.200 km² (3% da área da bacia) Número de municípios: 4 Fonte de abastecimento municipal: 1 município é abastecido por fontes superficiais, 3 por fontes subterrâneas Precipitação média: 896 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.903 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 969 trechos fluviais (ottobacias). Destes, 99,6% possuem vazão Q95 mensal nula e, 0,4% de até 1 m³/s.</p> <p>A própria vazão Q95m na foz desta UPH também é nula e, a média de longo termo é 1,43 m³/s. Essa UPH já se encontra inteiramente no semiárido, caracterizado pelo regime de rios intermitentes.</p> <p>Dada a condição crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial e, considerando um cenário ainda mais restrito em termos de vazões Q95 diárias, haveria um déficit hídrico de 375 L/s, supondo o atendimento da média do trimestre das demandas mais altas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 0,29 m³/s, onde 67% destina-se à irrigação, 14% à criação animal e, 19% ao consumo humano. Esta demanda responde por apenas 1% da vazão total de retirada da BHRP, sendo esta, a UPH com menor consumo da Bacia. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 1,08 bilhão de reais, sendo 3% advindo da agropecuária, 7% da indústria, 52% de serviços privados, 26% de serviços públicos e, 12% de impostos. Este PIB representa 2% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 163 km², equivalente a 2% da área da UPH. Os principais cultivos são: o milho (com 71% do total de área plantada na UPH), o feijão (25%) e, o arroz (3%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é crítico. Quase a totalidade de seus cursos d'água (99,6%) apresentam relação demanda/disponibilidade* superior a 100%, ou seja, demanda excede a disponibilidade. Disto resulta um déficit total na UPH de aproximadamente 290 L/s*. Esse déficit*, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados, cuja capacidade total é superior a 480 L/s.</p>
Canindé (CA)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 701.077 habitantes (15% da população da bacia) Área: 75.100 km² (23% da área da bacia) Número de municípios: 90 Fonte de abastecimento municipal: 21 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 67 por fontes subterrâneas e 2 por sistema misto. Precipitação média: 731 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.785 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 7.577 trechos fluviais (ottobacias). Destes, 97% possuem vazão Q95 mensal nula e, 3% de até 1 m³/s. Essa UPH se encontra inteiramente no semiárido, caracterizado pelo regime de rios intermitentes. A vazão Q95m na foz desta UPH é 0,83 m³/s e, a média de longo termo é 24,3 m³/s.</p> <p>Dada a condição crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial e, considerando um cenário ainda mais restrito em termos de vazões Q95 diárias, haveria um déficit hídrico de 3.290 L/s, supondo o atendimento da média do trimestre das demandas mais altas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 3,4 m³/s, onde 54% destina-se à irrigação, 15% à criação animal, 31% ao consumo humano e, 1% ao uso industrial. Esta demanda responde por 12% da vazão total de retirada da BHRP. UPH do Canindé é a que possui maior demanda para criação animal na Bacia do Parnaíba. Esta demanda consuntiva nesta UPH, especificamente, representa 22% do total retirado para tal fim na BHRP. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 5,91 bilhões de reais, sendo 7% advindo da agropecuária, 7% da indústria, 34% de serviços privados, 44% de serviços públicos e, 8% de impostos. Este PIB representa 11% do PIB total da BHRP e é o segundo maior dentre as UPHs. Em termos de área plantada, são 2.943 km², equivalente a 4% da área da UPH. Os principais cultivos são: o milho (com 48% do total de área plantada na UPH), o feijão (45%) e a mandioca (5%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é crítico. Quase a totalidade de seus cursos d'água (96,7%) apresentam relação demanda/disponibilidade* superior a 100%, ou seja, demanda excede a disponibilidade. Disto resulta um déficit total na UPH de aproximadamente 3.185 L/s*. Esse déficit*, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados, cuja capacidade total é superior a 6.900 L/s.</p>
Poti (PO)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 1.497.686 habitantes (32% da população da bacia) Área: 52.200 km² (16% da área da bacia) Número de Municípios: 52 Fonte de abastecimento municipal: 9 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 42 por fontes subterrâneas e 1 por sistema misto. Precipitação média: 910 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.896 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 5.251 trechos fluviais (ottobacias). Destes, 40,3% possuem vazão Q95 mensal nula e, 59,3% de até 1 m³/s. Apenas 0,4% dos trechos possuem Q95m de até 10 m³/s. Essa UPH se encontra inteiramente no semiárido, caracterizado pelo regime de rios intermitentes. A vazão Q95m na foz desta UPH é 1,29 m³/s e, a média de longo termo é 88,36 m³/s.</p> <p>Dada a condição crítica em termos de disponibilidade hídrica superficial e, considerando um cenário ainda mais restrito em termos de vazões Q95 diárias, haveria um déficit hídrico de 5.760 L/s, supondo o atendimento da média do trimestre das demandas mais altas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 5,6 m³/s, onde 45% destina-se à irrigação, 8% à criação animal, 43% ao consumo humano e, 3% ao uso industrial. Esta demanda responde por 20% da vazão total de retirada da BHRP, sendo esta, a UPH com maior consumo da Bacia. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 22.47 bilhões de reais, sendo 2% advindo da agropecuária, 15% da indústria, 47% de serviços privados, 24% de serviços públicos e, 12% de impostos. Este é o PIB mais alto da BHRP e representa 41% do PIB total da mesma. Em termos de área plantada, são 2.215 km², equivalente a 4% da área da UPH. Os principais cultivos são: o milho (com 51% do total de área plantada na UPH), o feijão (38%) e, o arroz (6%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH requer atenção. A maior parte de seus cursos d'água (54,7%) apresentam relação demanda/disponibilidade* superior a 100%, ou seja, demanda excede a disponibilidade. Disto resulta um déficit* total na UPH de aproximadamente 4.250 L/s*. Esse déficit*, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados, cuja capacidade total é superior a 10.200 L/s.</p>

UPH	Características Gerais	Recursos Hídricos e Disponibilidade Hídrica	Atividades Produtivas e Demandas de Água	Balanco Hídrico e Identificação de Conflitos
Longá (LO)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 648.567 habitantes (32% da população da bacia) Área: 24.200 km² (7% da área da bacia) Número de municípios: 31 Fonte de abastecimento municipal: 8 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 22 por fontes subterrâneas e 1 por sistema misto. Precipitação média: 1.226 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.777 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 2.555 trechos fluviais (ottobacias). Destes, 22% possuem vazão Q95 mensal nula e, 75% de até 1 m³/s. Apenas 3% dos trechos possuem Q95m de até 10m³/s. A vazão Q95m na foz desta UPH é 4,42 m³/s e a média de longo termo é 116,15 m³/s.</p> <p>Dada a condição reduzida em termos de disponibilidade hídrica superficial e, considerando um cenário ainda mais restrito em termos de vazões Q95 diárias, haveria um déficit hídrico de 6.340 L/s, supondo o atendimento da média das demandas do trimestre mais alto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 4,7 m³/s, onde 73% destina-se à irrigação, 6% à criação animal, 20% ao consumo humano e, 1% ao uso industrial. Esta demanda responde por 17% da vazão total de retirada da BHRP, sendo esta, a UPH com o segundo maior consumo da Bacia, juntamente com o Baixo Parnaíba. Dentre as UPHs, esta é a que possui maior demanda para irrigação da bacia, respondendo por 23% do total retirado na BHRP para tal fim. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB desta UPH é de 5,37 bilhões de reais, sendo 8% advindo da agropecuária, 8% da indústria, 35% de serviços privados, 42% de serviços públicos e, 8% de impostos. Este PIB representa 10% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 942 km², equivalente a 4% da área da UPH. Os principais cultivos são: o milho (com 39% do total de área plantada na UPH), o feijão (25%) e, o arroz (18%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH requer atenção. A maior parte de seus cursos d'água (55,7%) apresentam relação demanda/disponibilidade* superior a 100%, ou seja, demanda excede a disponibilidade. Disto resulta um déficit total na UPH de aproximadamente 3.450 L/s. Esse déficit*, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados nesta UPH, cuja capacidade total é superior a 5.160 L/s</p>
Médio Parnaíba (MP)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 533.081 habitantes (11% da população da bacia) Área: 16.300 km² (5% da área da bacia) Número de municípios: 18 Fonte de abastecimento municipal: 2 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 15 por fontes subterrâneas e 1 por sistema misto. Precipitação média: 1.280 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 2.048 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 1.785 trechos fluviais (ottobacias), sendo todos perenes. Destes, 83,2% possuem vazão Q95 mensal de até 1 m³/s e, 10,2% mais de 200m³/s (tratando-se do rio Parnaíba propriamente dito).</p> <p>A vazão Q95m na foz desta UPH é 304 m³/s e a média de longo termo é 474 m³/s. Mesmo o rio principal apresentando vazão significativa, considerando um cenário com vazões Q95 diárias, pode haver um déficit hídrico de 926 L/s, supondo o atendimento da média das demandas do trimestre mais alto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 3,2 m³/s a maior demanda registra (12% da vazão de retirada total da BHRP), onde 25% da demanda total da UPH destinado a irrigação, 4% criação animal, 60% uso humano e industrial 11%. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB da UPH é de 4,24 bilhões de reais, sendo 6% advindo da agropecuária, 11% da indústria, 39% de serviços privados, 37% de serviços públicos e, 7% de impostos. Este PIB representa 8% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 2.215 km², equivalente a 5% da área da UPH. Os principais cultivos são: o arroz (com 28% do total de área plantada na UPH), milho (26%) e soja (24%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é confortável. Praticamente todos os seus cursos d'água (97,8%) apresentam relação demanda/disponibilidade* igual ou inferior a 20%. Entretanto, em 0,7% deles a demanda excede a disponibilidade, gerando um déficit* total na UPH de aproximadamente 660 L/s*. Esse déficit, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados, cuja capacidade é superior a 1.180 L/s).</p>
Baixo Parnaíba (BP)	<ul style="list-style-type: none"> População total: 744.358 habitantes (16% da população da bacia) Área: 14.400 km² (4% da área da bacia) Número de municípios: 31 Fonte de abastecimento municipal: 16 municípios são abastecidos por fontes superficiais, 11 por fontes subterrâneas e 4 por sistema misto. Precipitação média: 1.387 mm/ano Evapotranspiração potencial média: 1.750 mm/ano 	<p>Segundo a base hidrográfica utilizada, esta UPH apresenta 1.317 trechos fluviais (ottobacias). Destes, 92% possuem vazão Q95 mensal nula e, 8% maior que 200 m³/s. Isso mostra que apenas o rio Parnaíba é perene nesta UPH e que a produtividade hídrica é nula. A vazão perene deste rio advém dos fluxos de montante e, não do fluxo de base.</p> <p>A vazão Q95m na foz desta UPH, que na realidade corresponde à foz da própria bacia do Parnaíba, é 308,77 m³/ e, a média de longo termo é 636,72 m³/s.</p> <p>Embora haja grande disponibilidade hídrica superficial nesta UPH, ela se concentra apenas no rio principal. Dada a condição crítica nas outras áreas desta UPH e, considerando vazões Q95 diárias, haveria um déficit hídrico de quase 9.000 L/s, supondo o atendimento da média do trimestre das demandas mais altas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total média anual: 4,7 m³/s, onde 67% destina-se à irrigação, 4% à criação animal, 24% ao consumo humano e, 4% ao uso industrial. Este PIB representa 17% da vazão total de retirada da BHRP. <p>Atividade Produtiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> O PIB da UPH é de 5,53 bilhões de reais, sendo 9% advindo da agropecuária, 7% da indústria, 34% de serviços privados, 43% de serviços públicos e, 7% de impostos. Este PIB representa 10% do PIB total da BHRP. Em termos de área plantada, são 1.749 km², equivalente a 12% da área da UPH. Os principais cultivos são: a soja (com 32% do total de área plantada na UPH), milho (21%), mandioca (17%), feijão (15%) e, arroz (10%). 	<p>O balanço hídrico* nesta UPH é crítico. Quase a totalidade de seus cursos d'água (91,5%) apresentam relação demanda/disponibilidade* superior a 100%, ou seja, demanda excede a disponibilidade. Disto resulta um déficit total na UPH de aproximadamente 4.360 L/s*. Parte desse déficit, no entanto, é suprido pelos poços subterrâneos instalados (cuja capacidade total é superior a 1.100 L/s) e, o restante, provavelmente, pelas mais de 100 massas d'água, correspondentes a áreas permanentemente ou, pelo menos, sazonalmente, inundadas na UPH. Águas que, no caso, se constituem em importante fonte de abastecimento para a atividades da rizicultura regional</p>

* Relação demanda/disponibilidade considerando as demandas médias totais anuais e as vazões Q95 mensais.

8. PORTFÓLIO DE AÇÕES PRIORITÁRIAS

Uma vez concluído o ***Diagnóstico da Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba*** – encerrado no capítulo anterior deste documento síntese (precedido por 4 relatórios parciais, conforme já mencionado) – apresenta-se, neste capítulo, um conjunto de desafios e ações prioritárias a serem consideradas quando da elaboração do Plano de Recursos Hídricos propriamente dito, desta bacia.

Os Planos de Recursos Hídricos se constituem num dos principais instrumentos disponibilizados na Lei nº 9.433/1997, da Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Trata-se de planos diretores, de longo prazo, que visam orientar a implementação da política e o gerenciamento dos recursos hídricos. Planos que podem ter uma abrangência espacial de nível nacional, estadual ou de bacia hidrográfica.

Conforme também estabelecido na referida lei nacional, o escopo destes planos deve contemplar, no mínimo, o seguinte:

- ***diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;*** (grifo nosso)
- *análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;*
- *balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;*
- *metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;*
- *medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;*
- *prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;*
- *diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;*
- *propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.*

O presente Relatório Consolidado e demais produtos desenvolvidos no âmbito do contrato compreendem o primeiro item do escopo do Plano, configurando-se no ponto de partida para sua elaboração e trazendo subsídios para as etapas seguintes. O elenco de linhas estratégicas e medidas, na forma de programas, projetos e ações, para compatibilizar disponibilidades com necessidades, e potencializar oportunidades de desenvolvimento, num contexto de sustentabilidade hídrica e socioambiental, haverá de constituir o cerne do Plano propriamente dito. Mas, este Plano deverá resultar de um trabalho elaborado sobre bases técnicas – resultados das etapas de diagnóstico e de prognóstico – através de um processo participativo da comunidade regional, e com acompanhamento do Comitê da Bacia, a fim de conferir-lhe legitimidade social além da sustentação técnica. Entretanto, com base nas informações levantadas e analisadas, bem como nos estudos hidrológicos

desenvolvidos na etapa de Diagnóstico, podem-se apontar, desde já, alguns dos principais desafios a serem enfrentados para a elaboração e implementação do Plano. Pode ser apontado, também, um conjunto de ações consideradas prioritárias para tal.

Dentre os principais desafios apontam-se:

- Extensão da bacia (332.500 km²) pois, uma área com tais dimensões tem-se muitas particularidades de cada sub-região, tornando difícil a adoção de medidas gerais que abranjam todas as áreas.
- Dois regimes hidrológicos dentro de uma mesma bacia (região de rios perenes [1500 mm/ano] e o semiárido [600 mm/ano]), o que demandará abordagens específicas para cada ambiente.
- Grande número de municípios abrangidos (278), dos quais 60% tem população inferior a 10.000 habitantes e, apenas 12 municípios possuem mais de 50.000 habitantes. Do PIB total da bacia (54,9 bilhões de reais), mais de 30% advém do município de Teresina. Com efeito, o PIB de Teresina é três vezes maior que a soma do PIB dos outros municípios de qualquer UPH da bacia. Disto poderá resultar em dificuldade de articulação político-institucional, convergência de interesses e, disponibilidade/captação de recursos financeiros.
- A distribuição geográfica dos municípios na bacia também é um desafio, sendo que a maior parte deles (e mais pobres) situam-se no semiárido; de fato, 72% dos municípios da bacia estão nessa região e, eles representam apenas 35% do PIB desta.
- A importância dos sistemas aquíferos, sendo que o diagnóstico demonstrou que em 43% da bacia a demanda hídrica supera a disponibilidade superficial e, que 200 municípios dependem exclusivamente de abastecimento subterrâneo.
- Mais da metade da demanda hídrica da bacia refere-se à irrigação (56%), porém, a produção agropecuária representa apenas 11% do seu PIB, ao mesmo tempo em que esta atividade consiste em importante fonte difusa de poluição hídrica. Isto ilustra o desafio e necessidade de modernização e implementação das melhores práticas de cultivo e manejo rural.
- Carência de estações de monitoramento hidrometeorológico, principalmente no que concerne aos aspectos de qualidade e águas subterrâneas.
- Carência de informações técnicas sobre muitos açudes existentes na bacia;
- Limitação de informações secundárias e possibilidade de comparação e agregação de dados, pois diferentes fontes compreendem diferentes abrangências/ áreas de cobertura (mesmo que parcialmente sobrepostas).

Diante dos desafios identificados e fundamentados no Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia, bem como nos apontamentos dos próprios Planos Estaduais de Recursos Hídricos do Piauí e Ceará, além do Plano Nacional de Recursos Hídricos – Caderno do Parnaíba, cita-se, abaixo, uma relação de ações prioritárias, já identificadas, para a elaboração do Plano.

Dentre as ações prioritárias, tem-se:

- Observar e compatibilizar as ações e programas propostos em outros Planos de Recursos Hídricos de regiões que se sobrepõe à área da Bacia do Parnaíba;
- Promover o fortalecimento dos sistemas estaduais de gerenciamento dos recursos hídricos e comitês de bacia, inclusive a articulação entre eles;
- Manter e intensificar o Programa Água para Todos, do Governo Federal, coordenado e executado pela CODEVASF, que tem minimizado a carência de água para a população da BHRP, em particular na região do semiárido, com instalação de reservatórios de armazenamento de água de chuvas (cisternas), instalados nos terrenos de famílias cadastradas pelo Programa, que, apesar do grande número de instalações feitas até então, é possível que ainda não tenha atingido todas as famílias carentes de água nessas áreas;
- Otimizar uso e operação dos reservatórios/ açudes existentes;
- Manter um controle efetivo da perfuração e cadastramento de poços, mantendo-se informações completas e atualizadas sobre eles, principalmente no que diz respeito aos parâmetros físico-químicos relativos à qualidade das águas subterrâneas e vazão de extração – buscando evitar a superexploração dos aquíferos;
- Implementar medidas para redução da carga poluidora nos corpos hídricos (inclusive dos açudes), mediante serviços/ações de saneamento – especialmente no tocante à coleta e tratamento de efluentes sanitários e disposição final adequada dos resíduos sólidos, priorizando sua redução, reutilização e reciclagem);
- Desenvolver e implementar campanhas de conscientização e educação ambiental e sanitária, ressaltando sua importância e relação com a saúde pública e a sustentabilidade dos recursos hídricos da bacia;
- Controlar o uso de agrotóxicos, disseminando técnicas adequadas de uso e manejo de fertilizantes e pesticidas e gerenciamento de embalagens de agrotóxicos;
- Promover ações contra a desertificação e recuperação de matas ciliares e áreas degradadas;
- Desenvolver programas de extensão rural, buscando eficiência na irrigação, tecnologia em cultivos e educação sanitária – o que contribuirá tanto nos aspectos de quantidade como qualidade hídrica;
- Promover campanha para que os usuários de água realizem o seu cadastramento (programa de cadastramento de usuários de água);
- Ampliar e aperfeiçoar a rede de monitoramento quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas e superficiais (inclusive nos açudes).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. **Diagnóstico de recursos hídricos**. Brasília, 2004.
- _____. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, SPR, 2005a. 176 p.: il. (Cadernos de Recursos Hídricos; 1)
- _____. **Disponibilidade E Demandas De Recursos Hídricos No Brasil**. Brasília, 2005b.
- _____. **Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Coordenação geral, João Gilberto Lotufo Conejo; coordenação executiva, Marcelo Pires da Costa, José Luiz Gomes Zoby. Brasília: ANA, 2007. 124 p.: il. (Caderno de Recursos Hídricos, 5).
- _____. Planejamento de Redes Hidrometeorológicas, 2010. 10 slides.
- _____. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**, 2010b. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2018
- _____. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos. Brasília, 2012.
- _____. **Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água**. Curitiba, 2016a.
- _____. **Sistemas Aquíferos**. Portal metadados ANA, 2016b. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=befdedc6-d753-4f09-a309-8957d7fe5f61>>. Acesso em: maio 2018.
- _____. **Massas D'Água (Espelhos d'Água)**. Portal metadados ANA, 2016c. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: maio 2018.
- _____. **Sistemas Aquíferos**. Portal metadados ANA, 2016d. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=befdedc6-d753-4f09-a309-8957d7fe5f61>>. Acesso em: maio 2018.
- _____. **Nota Técnica nº 16/2016/SPR**. Definição da base de referência de Disponibilidade Hídrica Superficial. ANA. Brasília, p. 8. 2016e. Disponível em [http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=307&currTab=dis](http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=307&currTab=distribution)tribution. Acessado em abr/2018.
- _____. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. 2017a. Disponível em <http://atlasesgotos.ana.gov.br>. Acesso em, 7 ago 2018.
- _____. Base **Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 5k (BHO5K)**. Portal Metadados ANA 2017b. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: julho de 2018.
- _____. **Sobre a ANA**. 2017c. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/acesso-a-informacao/institucional/sobre-a-ana>>. Acesso em 18 out. 2017.
- _____. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação: Relatório Síntese**. Brasília: ANA, 2017d.

- _____. **Ações e Programas**. 2017e. Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/acesso-a-informacao/acoes-e-programas>>. Acesso em: 17 out 2017.
- _____. **Resoluções ANA**. 2017f. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/resolucoesana.aspx>>. Acesso em 20 out. 2017.
- _____. **Semiárido**. Portal Metadados ANA 2017g. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: 16 nov. 2017.
- _____. **Balço Hídrico Qualitativo por Bacia. Portal metadados ANA**, 2018a. Disponível em: <http://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/9c6f901f4ca4489b9aeab59a6d3c1a6f_0>. Acesso em: maio 2019.
- _____. **Portal da Qualidade das Águas**. [2018b]. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em 22 Ago. de 2018.
- _____. **Panorama das Águas: Águas Subterrânea**. Brasília, [2018c]. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/aqua-subterranea>. Acesso em: 25 Out. 2018.
- _____. **Outorgas Emitidas – Relatório de Outorgas**. Brasília, 2019.
- ALARCON, A. (2017). [WA2643776, *Calidris pusilla* (Linnaeus, 1766)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/2643776>> Acesso em: 29 Mai 201
- ALMEIDA JR., E.B.; SANTOS FILHO, F.S.; ZICKEL, C.S. Sinopse taxonômica de Sapotaceae JUSS, no Estado do Piauí. In: SANTOS FILHO, Francisco Soares; SOARES, Ana Flávia Cruz Leite (Org.). **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2011. p.135-152.
- ALVES, M. H.; DE OLIVEIRA, C. L. M. Macroalgas verdes da APA Delta do Parnaíba, Litoral Piauiense. G993b Guzzi, Anderson Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense./Anderson Guzzi.–org. Parnaíba: EDUFPI, 2012. 466p. il., p. 19, 2012.
- AMPHIBIAWEB. <<http://amphibiaweb.org>> University of California, Berkeley, CA, USA. Acesso 23 maio 2019.
- ANDRADE, I.M. et al. Diversidade de fanerógamas do Delta do Parnaíba: litoral piauiense. In: GUZZI, Anderson (Org.) **Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense**. Parnaíba: EDUFPI, 2012. cap.3, p.63-115.
- AQUÁRIO DE SÃO PAULO (Org.). Projeto “**Tamanduá - em busca do desconhecido**”. 2017.
- ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V. (Org.). Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação. In: CRUZ, M^a A.O.M. et al. **Diversidade de mamíferos em áreas prioritárias para conservação da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. cap. 6, p.182-201.
- ARAÚJO, J.S.; SANTOS FILHO, F.S. Morfologia do gênero *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae) ocorrentes em Teresina (PI) e arredores In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.C.L.;

- ALMEIDA JR., E.B. In: **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2013. v.2, p.205-216.
- ARAÚJO, D. B. **Sumário geológico e Setpres em Oferta**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 14ª rodada de licitações – Relatório técnico. 2017. Disponível em: <http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Round14/Mapas/sumarios/Sumario_Geologico_R14_Parnaiba.pdf>. Acesso em: ago. 2018.
- ASSOCIAÇÃO CAATINGA. **Reserva Natural Serra das Almas**. Plano de manejo. Associação Caatinga/TNC. Crateús, 2012. 143p.
- BANCO DO NORDESTE. Revista Econômica do Nordeste – REN. 2013. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1370>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- BARROS, J.S. **Compartimentação geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica**. 2005. 302f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Piauí. Teresina.
- BATISTA, S.C.A. et al. Avifauna do carnaubal do Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Gaia Scientia**. Ed. UFPB, v.10, p.15-25. 2016.
- BENÍCIO, R.A.; FONSECA, M.G. Herpetofauna do município de Picos, estado do Piauí, nordeste brasileiro. In: IX CONGRESSO LATINO AMERICANO DE HERPETOLOGIA. V CONGRESSO BRASILEIRO DE HERPETOLOGIA. **Anais...** Curitiba, 2011.
- BENÍCIO, R.A.; FONSECA, M.G. **Guia ilustrado de anfíbios e répteis de Picos-Piauí**. Teresinha: EDUFPI, 2014.
- BENÍCIO, R.A. et al. Répteis de uma região de ecótono no estado do Piauí, nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v.9, n.1, p. 95-100. 2015.
- BEZERRA, C.W.C. **Plantas tóxicas do nordeste e plantas tóxicas para ruminantes e equídeos da microrregião do Cariri cearense**. 2011. 72f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Universidade Federal de Campina Grande.
- BOGOMOLOV, G.V; PLOTNIKOV, N.A, 1956, Classification des ressources d’eaux souterraines et evaluation de leurs reserves. Symposia Darcy, Internat. **Assoc. Sci. Hydrology**, v.2.
- BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Decreto nº 50.744**, de 8 de junho de 1961. Cria o Parque Nacional de Sete Cidades, integrante da Seção de Parques e Florestas Nacionais do Serviço Florestal, do Ministério da Agricultura. Brasília, 1961.
- _____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Decreto nº 83.548**, de 05 junho de 1979. Cria no Estado do Piauí, o Parque Nacional da Serra da Capivara, com os limites que especifica e das outras providências. Brasília, 1979.

- _____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Decreto nº 86.061**, de 02 de junho de 1981. Cria Estações Ecológicas, e dá outras providências. Brasília, 1981.
- _____. **Decreto nº 99.278**, de 6 de junho de 1990. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Tabatinga, nos estados do Maranhão e Tocantins, e dá outras providências. Brasília, 1990.
- _____. **Decreto de 28 de agosto de 1996**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, nos estados do Piauí, Maranhão, e Ceará, e dá outras providências. Brasília, 1996a.
- _____. **Decreto de 26 de novembro de 1996**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental Serra da Ibiapaba, nos estados do Piauí e Ceará, e dá outras providências. Brasília, 1996b.
- _____. **Decreto de 4 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da chapada do Araripe, nos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, e dá outras providências. Brasília, 1997.
- _____. **Decreto de 02 de outubro de 1998**. Cria o Parque Nacional da Serra das Confusões, nos municípios de Caracol, Guaribas, Santa Luz e Cristino Castro, no estado do Piauí, e dá outras providências. Brasília, 1998.
- _____. **Decreto de 16 de novembro de 2000**. Cria a Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba, no município de Ilha Grande de Santa Isabel, estado do Piauí, e nos municípios de Araióses e Água Doce, estado do Maranhão, e dá outras providências. Brasília, 2000.
- _____. **Decreto de 16 de julho de 2002**. Cria o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, nos estados do Piauí, Maranhão, Bahia e Tocantins, e dá outras providências. Brasília, 2002.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Um Foco os Cerrados do Sul do Piauí e Maranhão, subsídios para o diagnóstico**. Brasília. 2005a.
- _____. **Decreto de 21 de Fevereiro de 2005**. Cria a Floresta Nacional de Palmares, no município de Altos, Estado do Piauí, e dá outras providências. Brasília, 2005b.
- _____. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília 2012.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº443 de 17 de dezembro de 2014. Brasília, 2014.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Local**. 2017a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-local>>. Acesso em: 19 out. 2017.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Programas do MMA**. 2017b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/programas-mma>>. Acesso em: 24 de nov. 2017.
- _____. **Legislação Federal do Brasil**. 2017c. Disponível em: <<https://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/fraWeb?OpenFrameSet&Frame=>

frmWeb2&Src=/legisla/legislacao.nsf%2FFrmConsultaWeb1%3FOpenForm%26AutoFramed>. Acesso em 20 out. 2017.

- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade na zona costeira e marinha do Brasil**. 2017d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/6618-a-biodiversidade-na-zona-costeira-e-marinha-do-brasil>>. Acesso em: maio de 2019.
- BRAZ, HENRIQUE B.; RODRIGO R. SCARTOZZONI, SELMA M. ALMEIDA-SANTOS. Reproductive modes of the South American water snakes: A study system for the evolution of viviparity in squamate reptiles *Zoologischer Anzeiger*, 2016, 263: 33-44;
- CAMARDELLI, M.; NAPOLI, M.F. Amphibian conservation in the Caatinga biome and semiarid region of Brazil. **Herpetologica**, v.68, p.31-47. 2012.
- CAMPOS FILHO, E. M. Guia de identificação de espécies-chave para a reestruturação florestal na região de Alto Teles Pires, Mato Grosso. São Paulo (SP). The Nature Conservancy, 2015, p.248.
- CARVALHO, M. E. S.; MOREIRA, O. B. A. (2017). Reflexões sobre a participação social na gestão hídrica no Brasil. **Geoambiente** On-line, n. 28.
- CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL. 2000. 154p.
- CASTRO, A.S.; CAVALCANTE, A. **Flores da Caatinga**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido/Ministério da Ciência e Tecnologia. 2010.
- CASTRO, P. Estudo Ambiental do Estuário do Tejo - Estimacão e Controlo da Poluição Difusa no Estuário do Tejo. Relatório Projecto Tejo nº 12, **Projeto de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Tejo**. Lisboa. 1986.
- CAVALCANTI, L.B.Q. et al. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. **Check List**, v.10, n.1, p.18-27. 2014.
- CBRO. Lista de aves do Brasil. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Disponível on line em: www.cbro.org.br/CBRO. 2015
- CEARÁ. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará. **Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará**. Fortaleza. 2009.
- CHEIDA, C.C.; GUIMARÃES, F.H.; BEISIEGEL, B.M. Avaliação do Risco de Extinção da Guaxinim *Procyon cancrivorus* Linnaeus, 1758, no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, ICMBio, 2013.
- CHIARELLO, A.G. et al. Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil. In: MACHADO, Angelo B.M.; DROMMOND, Gláucia M.; PAGLIA, Adriano P. (Org.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 2008.
- COELHO, M.A.N., SOARES, M.L., CALAZANS, L.S.B., GONÇALVES, E.G., ANDRADE, I.M. DE, PONTES, T.A., SAKURAGUI, C.M., TEMPONI, L.G., BUTURI, C., MAYO, S. Araceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5070>>.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO - CBHSF. **Plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**: 2016-2025. vol.2, Rev.I. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Índices de qualidade das águas. São Paulo: CETESB**, 2013. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/agua /%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidadedas-%C3%A1guas](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidadedas-%C3%A1guas)>Acesso em: 06 ago. 2018.

_____. **Relatório de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo**. São Paulo, 2015. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_Partel_vers%C3%A3o2015_Web.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2018.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF. **Atlas da Bacia do Parnaíba**: Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba -PLANAP. Brasília. 2006a. 126p.

_____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: síntese executiva: Território da Planície Litorânea. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006b. 72p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v.1).

_____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: síntese executiva: Território dos Cocais. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006c. 68p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v. 2).

_____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: síntese executiva: Território dos Carnaubais. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006d. 76p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v. 3).

_____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: síntese executiva: Território Entre Rios. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006e. 82p. : il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP ; v. 4).

_____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: síntese executiva: Território Vale do Sambito. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006f. 68p. : il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP ; v.5).

_____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: síntese executiva: Território Vale do Rio Guaribas. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006g. 78p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v. 6).

_____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: síntese executiva: Território Vale do Rio Canindé. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006h. 68p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v. 7).

- _____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva:** Território Serra da Capivara. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006i. 82p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v. 8).
- _____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva:** Território Vales dos rios Piauí e Itaueiras. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda, 2006j. 68p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v.9).
- _____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva:** Território Tabuleiros do Alto Parnaíba. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006k. 68p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v.10).
- _____. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: síntese executiva:** Território Chapada das Mangabeiras. Brasília, DF: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006l. 72p.: il. – (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v.11).
- _____. Portal de Notícias, 2014. **Codevasf avança com o programa Água para Todos no semiárido alagoano.** Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/codevasf-avanca-com-o-programa-agua-para-todos-no-semiarido-alagoano/>>. Acesso em: 04 mar 2019.
- _____. **Plano nascente Parnaíba:** Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba. Brasília: Editora IABS, 2016.
- _____. Projeto da CODEVASF incentiva comercialização de tilápia no Piauí. 2018a. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/noticias/2017-1/projeto-da-codevasf-incentiva-comercializacao-de-tilapia-no-piaui>>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- _____. CODEVASF promove capacitações para incrementar piscicultura no Piauí. 2018b. Disponível em: < <http://www.codevasf.gov.br/noticias/2017-1/codevasf-promove-capacitacoes-para-incrementar-piscicultura-no-piaui>>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – COGERH. **Anuário do Monitoramento Qualitativo dos Principais Açudes do Ceará.** Fortaleza 2017.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, 2014.** Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Mapa-de-Dominios%7CSubdominios-Hidrogeologicos-do-Brasil-1%3A2.500.000-632.html>>. Acesso em: 29 out. 2018.
- _____. **Portal SIAGAS,** 2018. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php, 2018>. Acesso em 18 set 2018.
- _____. **Portal RIMAS,** 2018.. Disponível em: <<http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em 18 set 2018.

- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. **Resoluções**. 2017. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em 20 out. 2017.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do território nacional. Publicado no D.O.U. 2005.
- _____. Resolução CONAMA, nº. 420 de 04 de novembro de 2008. Critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicado no D.O.U., 2008.
- _____. Resolução CONAMA, nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. D.O.U. 2008.
- CORRÊA, P. M. Critérios para determinação de vazões outorgáveis em mananciais subterrâneos: aplicação no Distrito Federal. 2011.
- COSTA, R.S.; ALCÂNTARA FILHO, P. Contribuição ao conhecimento dos manguezais do nordeste do Brasil. **Coleção ESAM**, Mossoró, Ano XX, v.5, 1987.
- COSTA, W. D. Estudo da disponibilidade hídrica da Lagoa do Bonfim. **SRH-RN. Costa Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais**, Natal, 1997.
- COSTA, J.M.F.P. et al. Anatomia foliar de sete espécies do gênero *Croton* (Euphorbiaceae) ocorrentes em restingas do estado do Piauí, Brasil. In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.C.L.; ALMEIDA JR., E.B. In: **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2013. v.2, p.199-204.
- COSTA, H.C.; BÉRNILS, R.S. Répteis brasileiros: lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, v.4, n.3, p.75-93. 2015.
- DAL VECHIO, F. et al. The herpetofauna of the Estação Ecológica de Uruçuí-Una, State of Piauí, Brazil. Museu Nacional do Rio de Janeiro. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.53, p.225-243. 2013
- _____. The herpetofauna of Parque Nacional da Serra das Confusões, state of Piauí, Brazil, with a regional species list from an ecotonal area of Cerrado and Caatinga. **Biota Neotropica**, v.16, p.1-19. 2016.
- DE PAULA, R.C.; RODRIGUES, F.H.G.; QUEIROLO, D.; JORGE, R.P.S.; LEMOS, F.G. E RODRIGUES, L.A. Avaliação do estado de conservação do Lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, ICMBio, 2013.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Hidrovia do Parnaíba**. 2016. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/hidrovias/hidrovias-interiores/hidrovia-do-parnaiba>. Acesso em: 28 ago 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA A SECA - DNOCS. Perímetros Públicos de Irrigação. 2012. Disponível em:

- <http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/>. Acesso em: 24 out. 2017.
- _____. **Relatório 2006.** Fortaleza, 2008. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/php/CGU/dnocs_relatorio_anual_2006.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.
- _____. Nota Técnica. **Barragem Fronteiras.** Teresina 2014.
- Diogo, P.A., Fonseca, M., Coelho, P.S, Almeida M.C.; Mateus, N. S., Rodrigues, A.C. Reservoir phosphorous sources evaluation and water quality modeling in a transboundary watershed. **Desalination, Elsevier.** 2007.
- DIOGO, P. A. M. **Fontes de fósforo total e o estado trófico de albufeiras em Portugal continental.** 2008. Tese de Doutorado. FCT-UNL.
- DIXO, M.; VERDADE, V.K. Herpetofauna de serrapilheira da Reserva Florestal de Morro Grande, Cotia (SP). **Biota Neotropica.** v.6, n.2. 2006.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência. 1998, p.307-532.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Banco de Dados Climáticos do Brasil.** 2003. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/index.html>>. Acesso em 03 out. 2017.
- _____. **Qualidade da Água de Irrigação.** 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26783/1/livro-qualidade-agua.pdf>>. Acesso em 03 out. 2017.
- _____. **ABC da Agricultura Familiar – Formas de Garantir Água nas Secas 2: Barragens, cacimbas e poços amazonas.** Brasília, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133116/1/ID-31778.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2018.
- FARIAS, R. et al. **Caminhando pelo cerrado: plantas herbáceo-arbustivas.** Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2002.
- FEDERAÇÃO DOS PESCADORES DO PIAUÍ - FEPEPI. **Colônias de pescadores.** 2015. Disponível em: <<http://fepepi.org/index.php/colonias/>>. Acesso em 16 nov. 2018.
- FERNANDES, A. Província das Caatingas ou Nordestinas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** n.7, p.299-310. 1999.
- FERRI, M.G. **A vegetação brasileira.** São Paulo: Edusp. 1980.
- FILHO, F.L.C. et al. Aquífero Serra Grande: Hidrogeologia e modelo tectônico - borda sudeste da bacia sedimentar do Parnaíba – PI - XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. 2010.
- FLORENCIO, V. E. (2014). [WA1496002, *Crypturellus noctivagus* (Wied, 1820)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. (2018). **The state of world fisheries and aquaculture: meeting the sustainable development goals**. Roma: FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2019.
- FRANCO, J.M.; UZUNIAN, A. **Cerrado brasileiro**. 2. ed. São Paulo: HARBRA, 2010. 64p.
- FREIRE FILHO, A.R.G. **Contribuição para uma estratégia de conservação de *Alouatta ululata*, nordeste do Brasil**. 2016, 51f. Dissertação (Mestrado em Biologia da Conservação). Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências – Departamento de Biologia Animal. Lisboa, POR.
- FREITAS, M.A. **Herpetofauna no nordeste brasileiro: guia de campo**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015.
- FROST, D. R. Amphibian Species of the World: em Online Reference. Version 6.0. Electronic Database. American Museum of Natural History, New York, USA, 2017. Disponível em: <<http://research.amnh.org/vz/-herpetology/amphibia/>>. Acesso em 23 de maio de 2019.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE – FUNASA. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, 2014.
- FUNDAÇÃO MUSEU DO HOMEM AMERICANO - FUMDHAM. **Parque Nacional da Serra da Capivara**. FUMDHAM, São Raimundo Nonato, 1998.
- GEBLER, L. et al. Adaptação metodológica no cálculo de cargas contaminantes de fósforo em bacias hidrográficas gaúchas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 16, n. 7, 2012.
- _____. **Solos do Nordeste**. Recife: Projeto Gráfico, Tesign Comunicação, 2014.
- GREGORIN, R.; CARMIGNOTTO, A.P.; PERCEQUILLO, A.P. Quirópteros do Parque Nacional da Serra das Confusões, Piauí, Nordeste do Brasil. **Chirop. Neotrop.** v.14, p.366-383. 2008.
- GUZZI, A. et al. Diversidade de aves do Delta do Parnaíba, litoral piauiense. In: GUZZI, Anderson (Org.). **Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense**. Parnaíba: EDUFPI, 2012. p.290-338.
- HENRIQUE, J.M. et al. Levantamento preliminar de mamíferos de médio e grande porte na área do riacho dos Bois no Parque Nacional Serra das Confusões-Piauí, Brasil. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. **Anais**. Caxambu. 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Macrozoneamento geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. Rio de Janeiro: **Série Estudos e Pesquisas em Geociências**. n.4. 1996, 109p.
- _____. **Brasil: uma visão geográfica e ambiental do início do século XXI**. Brasília, 2016.
- _____. **Sinopse do Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=22&dados=0>>. Acesso em: 02 out. 2017.

- _____. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Manual Técnico em Geociências. 2. ed. IBGE: Rio de Janeiro, 2012, n.1, 271p.
- _____. **Mapa de hidroquímica mananciais subterrâneos.** 2013. Disponível em: <<https://cnae.ibge.gov.br/en/estrutura/natjur-estrutura/76-mapas/mapas-tematicos/286-hidroquimica.html>>. Acesso em 15 jan 2019.
- _____. **Banco de Tabelas Estatísticas.** 2017a. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acesso 31 out 2018.
- _____. **Estimativas de população.** 2017b. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/default.shtm>>. Acesso em 19 out. 2017.
- _____. Sala de Imprensa 2017c. **PIB cai 3,5% em 2015 e registra R\$ 6 trilhões.** Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/17902-pib-cai-3-5-em-2015-e-registra-r-6-trilhoes>>. Acesso em 23 abr 2019.
- _____. Cidades 2018a. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 19 dez 2018.
- _____. Sala de Imprensa 2018b. **Contas Regionais 2016: entre as 27 unidades da federação, somente Roraima teve crescimento do PIB.** Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23038-contas-regionais-2016-entre-as-27-unidades-da-federacao-somente-roraima-teve-crescimento-do-pib>>. Acesso 28 nov. 2018.
- _____. **Mudanças na Cobertura e Uso da Terra 2000 - 2010 - 2012 - 2014 – 2016.** 2018c. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&t=cobertura-e-uso-da-terra>>. Acesso em 08 mar 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Empreendimento e projetos.** 2017a. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/empreendimentos-e-projetos>>. Acesso em 24 out. 2017.
- _____. **Projeto de monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite – PMDBBS.** 2017b. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomais/index.htm>. Acesso em: 03 out. 2017.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio. **Relatório de caracterização da cobertura vegetal da bacia do Rio Curaçá (Curaçá, BA).** 2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/relatorio_da_vegetacao_consultapublica.pdf/>. Acesso em: 29 de maio 2019.
- _____. **Lista de espécies quase ameaçadas e com dados insuficientes.** 2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies-dados-insuficientes>>. Acesso em: 27 maio 2019.
- _____. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** 2016. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes->

- diversas/dcom_sumario_executivo_livro_vermelho_ed_2016.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.
- _____. **Reservas particulares do patrimônio natural – RPPN**. 2017. Disponível em: <<http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/>>. Acesso em: 27 maio 2019.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA. **Projeto Áridas, memória e acervo**. 1995. Disponível em <<http://www.iicabr.iica.org.br/publicacoes/projeto-aridas-memoria-e-acervo-livreto-cd/>>. Acesso em 02 out. 2017.
- INSTITUTO TARTARUGAS DO DELTA. Tartarugas. Disponível em: <<https://www.institutotartarugasdelta.org/>>. Acesso em: 29 maio 2019.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Red list of threatened species**. Versão 2017-2. Disponível em: <www.iucnredlist.org.com>. Acesso em: maio de 2019.
- JORGE, R.P.S.; BEISIEGEL, B.M.; LIMA, E.S.; JORGE, M.L.S.P.; PITMAN-LEITE, M.R.; E DE PAULA, R.C. Avaliação do estado de conservação do Cachorro-vinagre *Speothos venaticus* (Lund, 1842) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, ICMBio, 2013.
- JUSBRASIL. Os impactos ambientais e culturais do ecoturismo e o direito ao equilíbrio ambiental. 2018. Disponível em: <<https://carollinasalle.jusbrasil.com.br/artigos/112256065/os-impactos-ambientais-e-culturais-do-ecoturismo-e-o-direito-ao-equilibrio-ambiental>>. Acesso em: 21 ago. 2018.
- LEAL, J. M. Inventário hidrogeológico básico do Nordeste, Folha n.8. Teresina-NE. Recife: SUDENE- Div. Reprografia, 1977.
- LEITE, R.R.S. **O jacaré Caiman crocodilos (Linnaeus, 1758) e a comunidade de Ilha Grande, Piauí, APA do Delta do Parnaíba, Brasil**. 2012. 128f. Dissertação (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Piauí. Teresina.
- LIMA, A.A. et al. Levantamento das macrófitas da Lagoa do Bebedouro e Lagoa da Prata, Parnaíba, Piauí, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64°. **Anais...** Belo Horizonte, 2013.
- LIMA, E.A.M.; BRANDÃO, R. de L. 2 - Geologia. In: Geodiversidade do Estado do Piauí. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Programa Geologia do Brasil. **Levantamento da Geodiversidade**. Recife, Brasil. 2010.
- LIMA, M.G.M. **Análise do padrão de uso de habitat por mamíferos de médio e grande porte de três diferentes fitofisionomias no Parque Nacional de Sete Cidades com uso de armadilhas fotográficas**. 2007, 65f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Piauí. Teresina.
- _____. **Mamíferos de médio e grande porte do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém
- LIMA, J. E. F. W. et al. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia-Tocantins**. Embrapa Cerrados; Brasília: ANEEL/ANA, 2004.

- LIMA, Ricardo Neves de Souza et al. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, 2016.
- LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil**: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. 2. ed. Nova Odesa: Instituto Plantarum, 2015.
- LORENZI, H.; LACERDA, M.T.C.; BACHER, L.B. **Frutas no Brasil**: nativas e exóticas (de consumo in natura). Nova Odesa: Instituto Plantarum, 2015.
- LOPES, J. C. O. Técnico em agropecuária: piscicultura. Floriano. **Edufpi**, 2012. Disponível em: <<http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Piscicultura.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- MACHADO, R.R.B.; PEREIRA, E.C.G.; ANDRADE, L.H.C. Espécies arbóreo-arbustivas da Caatinga e Cerrado piauienses: recomendações de uso na paisagem urbana. In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.C.L.; ALMEIDA JR., E.B. **Biodiversidade do Piauí**: pesquisas e perspectivas. Curitiba: Ed. CRV, 2013, v.2 p.137-153.
- MACIEL, N.M, BRANDAO RA, CAMPOS LA, SEBBEN A. A large new species of *Rhinella* (Anura:Bufonidae) from Cerrado of Brazil. *Zootaxa*, 2007, 1627:23-39.
- MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Fortaleza: Ed. Fundação Brasil Cidadão. 2012.
- MANGOLIN, L.P. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um rio subtropical**. 2016. 37f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo.
- MARANHÃO (Estado). **Decreto nº11.899**, de 11 de junho de 1991. Cria, no Estado do Maranhão, a Área de Proteção Ambiental da foz do Rio das Preguiças – Pequenos Lençóis – Região Lagunar Adjacente, com os limites que especifica e dá outras providências. São Luís, 1991.
- _____. **Decreto nº14.968**, de 20 de março de 1996. Cria no Estado do Maranhão a Reserva de Recursos Naturais na nascente do Rio das Balsas e dá outras providências. São Luís, 1996.
- _____. **Decreto nº25.087**, de 31 de dezembro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental dos Morros Garapenses, com limites, e dá outras providências. São Luís, 2008.
- _____. Secretária de Estado do Meio Ambiente. **Termo de Referência**. 2016. Disponível em: <http://www.sema.ma.gov.br/arquivos/147_1288230833.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017.
- MARCOS, M. A. (2013). [WA1370967, *Nannopterum brasilianus* (Gmelin, 1789)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/1370967>> Acesso em: 29 Mai 2019
- MARQUES, O.A.V. et al. **Serpentes do Cerrado**: guia ilustrado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2015.

- MARQUETE, N., LOIOLA, M.I.B. Combretaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB6906>>.
- MATOS, M. de Q.; FELFILI, J.M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil. **Acta Bot. Bras.** v.24, n.2, p.483-496. 2010.
- MEDEIROS, J. de D. **Vegetação do Cerrado**: guia de campo - 500 espécies. Brasília: MMA/SBF, 2011.
- MEIRELES, V. de J.S. **Etnobotânica e caracterização da pesca na comunidade Canárias, Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba, nordeste do Brasil**. 2012. 164f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí.
- DE MELO, FILIPE AUGUSTO G. Espécies Comerciais de Peixes do Delta do Parnaíba. 2012
- MELLO, et al. Plantas tóxicas para ruminantes e equídeos no norte piauiense. **Pesq. Vet. Bras.** v.30, n.1, p.1-9. 2010.
- MINASPOLÍTICA. **Estudo de impacto ambiental - UEH Canto do Rio. Rio Parnaíba - MA/PI**. Curitiba: Soma Consultoria Ambiental. Revisão 1 - v.1, 2014.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS. **Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídrica no Brasil, ano 2013, utilizando a metodologia da matriz de indicadores da Organização Mundial da Saúde (OMS)**. Brasília 2015. Disponível em:<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/analise_indicadores_agua_consumo_humano_doencas_hidrica_brasil_2013.pdf>. Acesso em 14 jan 2019.
- _____. **DATASUS -Informações de Saúde Epidemiológicas e Morbidade**. 2018. Disponível em:< <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0201f>>. Acesso em 14 jan 2019.
- _____. Portaria de Consolidação nº5 de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME/EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Avaliação Ambiental Integrada-AAI – Bacia do Rio Parnaíba. CNEC Engenharia S A / PROJETEC – Projetos Técnicos. Meio Físico. Brasília. 2007.
- _____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Piauí: diagnóstico do município de Floriano**. CPRM, 2004. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15710/Rel_AguaBranca.pdf?sequence=2>. Acesso em: 19 fev. 2019.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN**. Brasil: 2005.
- _____. **Caderno da região hidrográfica do Parnaíba**. MMA. Brasília, p. 184. 2006.
- _____. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. MMA/Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba. Brasília: MMA, 2007, 134p.

- _____. **Caatinga**, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga.html>>. Acesso em: 21.nov.2017.
- MINISTÉRIO DO TURISMO. **Mapa do Turismo**. 2017. Disponível em: <<http://www.mapa.turismo.gov.br/mapa/init.html#/home>>. Acesso 15 jan 2019.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL – MTPA. **Bacia do Nordeste**. 2015. Fonte: Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/infra-estrutura-hidrovi%C3%A1ria/2-uncategorised/1441-bacia-nordeste.html>>. Acesso em: 28 ago 2018.
- MONTE, A. M. S.; CAVALCANTE, A. A.; MONTE, F.S. S.; FILHO, C. A. O. Os impactos socioambientais na planície fluvial do Rio Poti, estado do Ceará: o caso da Barragem Lago de Fronteiras. **Revista GeoUECE (Online)**, v. 6, n. 10, p. 59 - 84, jan./jun. 2017.
- MONTEIRO A. B. et. all. 2010 - Análise estatística multivariada de dados hidroquímicos do aquífero Cabeças - sudeste da bacia sedimentar do parnaíba – PI - XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços
- MORAIS, R. C. S. **Estimativa de Produção e Transporte de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, Nordeste do Brasil**. Revista equador, v. 4, n. 4, p. 81-97, 2015.
- MORATO, R.G.; BEISIEGEL, B.M.; RAMALHO, E.E.; CAMPOS, C.B. E BOULHOSA, R.L.P. 2013. Avaliação de risco de extinção da Onça-pintada Panthera onca (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, ICMBio, 2013.
- MOURA, W. M.; ROBLES, L. T. **Caracterização das condições operacionais e econômicas da hidrovía do Parnaíba como alternativa ao escoamento da produção da região do Matopiba**. 2018. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/user/47225793/Waldene-Moura/uploads>>. Acesso em: 19 nov. 2018.
- NIMER, E. Circulação Atmosférica do Nordeste e suas Consequências – o fenômeno das secas. **Revista Brasileira de Geografia**, Ano XXVI, n.2, abr-jun 1964. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1964_v26_n2.pdf>. Acessado em 03 out 2017.
- NOVAES, R.L.M.; LAURINDO, R. de S. Morcegos da Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Pap. Avulsos Zool**. v.54, p.315-328. 2014.
- NOVOTNY, V.; OLEM, H.. **Water quality: prevention, identification and management of diffuse pollution**. Van Nostrand-Reinhold Publishers, 1994.
- NOVOTNY, V.. Water quality: diffuse pollution and watershed management. **John Wiley & Sons**, 2003.
- OLIVEIRA, L.S.D. et al. Caracterização florística e fisionômica de uma área de Cerrado do Piauí, Brasil. In: SANTOS FILHO, Francisco Soares; SOARES, Ana Flávia Cruz Leite (Org.). **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2011, p.103-134.

- OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista intertox de toxicologia, risco ambiental e sociedade*, v. 2, n. 1, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.intertox.com.br/phocadownload/Revinter/v2n1/rev-v02-n01-05.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2018.
- OLMOS, F.; ALBANO, C. As aves da região do Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí, Brazil). **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.20, p.173-187. 2012.
- OLMOS, F.; BRITO, G.R.R. Aves da região da Barragem de Boa Esperança, médio rio Parnaíba, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.15, p.115-131. 2007.
- OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos. Rio de Janeiro: ONS, 2016. Disponível em http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=14709. Acessado em 13/03/2018.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **International Decade for Action on Water for Sustainable Development, 2018-2028**. Disponível em: <<https://www.un.org/en/events/waterdecade/background.shtml>>. Acesso em: 18 set 2018.
- O'SHEA, MARK T. *Eunectes murinus* (northern green anaconda). Cannibalism. *Herpetological Review*, 1994, 25 (3): 124
- OSPAR- Oslo and Paris Conventions for the Prevention of Marine Pollution, 1991.
- OURO PRETO ÓLEO E GÁS S.A. **Diagnóstico de flora das áreas dos blocos exploratórios PNT 137, PNT 151 e PNT 165 no estado do Piauí**. Rio de Janeiro: IPF Soluções Florestais. 2016.
- PACHECO, J.F. As aves da Caatinga - uma análise histórica do conhecimento. In: SILVA, José Maria Cardoso (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p.189-250.
- PAGLIA, A.P. et al. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. 2. ed. Occasional Papers. **Conservation Biology**, v.6, p.1-76. 2012.
- PERACCHI, A.L. et al. Ordem Chiroptera. In: REIS, Nelio R. et al. (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. p.153-230.
- PEREIRA, L. G. C. **Pesca e aquicultura no Brasil**. Consultor Legislativo-Área X. Consultoria Legislativa, Anexo III-Térreo, Brasília-DF ESTUDO NOVEMBRO, 2012. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema2/2012_19860.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.
- PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRAS. **Atividade de perfuração marítima nos blocos BM-POT-16 e 17 - Bacia do Potiguar** - Meio Biótico - Rio de Janeiro. 2010.
- PHILLIPS, S. Poaceae (Gramineae). In: Hedberg, I. & Edwards, S. (Editors). *Flora of Ethiopia and Eritrea*. Volume 7. Poaceae (Gramineae). The National Herbarium, Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopia and Department of Systematic Botany, Uppsala University, Uppsala, Sweden, 1995, 420 pp.

- PIACENTINI, V.Q. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.23, n.2, p.91-298. 2015.
- PIAUÍ (Estado). Ministério Público do Piauí. **Decreto nº 7.299, de fevereiro de 1988**. Dispõe sobre a Área de Proteção Ambiental da Serra das Mangabeiras, define a sua extensão territorial, descreve o seu perímetro, fixa as restrições e proibições de uso dos recursos ambientais, fixa sanções e dá outras providências. Teresina, 1988.
- _____. Ministério Público do Estado do Piauí. **Decreto-Lei nº8.923, de 04 de junho de 1993**. Cria a Área de Proteção Ambiental (APA) da Cachoeira do Urubu, no Estado do Piauí e dá outras providências. Teresina, 1993.
- _____. Ministério Público do Estado do Piauí. **Decreto nº 9.736 de 16 de junho de 1997**. Cria a Área de Proteção Ambiental (APA) da Cachoeira do Urubu, no Estado do Piauí e dá outras providências. Teresina, 1997.
- _____. **Decreto nº9.927, de 05 de junho de 1998**. Teresina, 1998.
- _____. **Decreto nº10.003, de 09 de janeiro de 1999**. Teresina, 1999.
- _____. **Decreto nº13.080, de 02 de julho de 2008**. Cria a Estação Ecológica da Chapada da Serra Branca e dá outras providências. Teresina, 2008.
- _____. Secretária Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Infraestrutura Hídrica do Estado do Piauí**, 2010a. Disponível em: http://www.semam.pi.gov.br/download/201605/SM06_578985b1e1.pdf>. Acesso em: 19 out. 2017.
- _____. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação, PAE - PI**. Teresina: Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010b. 229p.
- _____. Secretária Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Perfuração de poços de petróleo e gás natural nos blocos PN-T-137, PN-T-151 e PN-T-165, na Bacia do Parnaíba, Piauí**. Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Meio Biótico. Ecology Brasil/Ouro Preto Óleo e Gás. Piauí, 2016. p.1-57.
- _____. **Estruturação do plano de desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura no Estado do Piauí. Diagnóstico e Macrozoneamento**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural-SDR. Teresina-PI, 2017a.
- _____. **Legislação**. 2017b. Disponível em: < <http://legislacao.pi.gov.br/legislacao/>>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- PINHEIRO, T.S. et al. Síndrome de polinização e dispersão de espécies arbustivo-arbóreas da restinga de Luiz Correia, Piauí. In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.C.L.; ALMEIDA JR., E.B. **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2013, v.2, p.61-72.
- PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Gestão de recursos hídricos em tempos de crise**. Artmed Editora, 2016.

- PLOTNIKOV, N. A. (1962) Ressources en Eaux Soulerraines : Classification et Methodes D'Evaluation. . Paris. **Gauthier-Villars et C"** . 378 p.
- PRADO, D.E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003, cap.1, p.3-75.
- PROJETOS TÉCNICOS LTDA – PROJETEC. **Projeto Parnaíba** – Estudo de Impactos Ambientais – AHE Cachoeira. Diagnóstico Ambiental. Vol II - Tomo I, Tomo II, Tomo III – AAR, AII, AID. Piauí, 2009a.
- _____. **Projeto Parnaíba** – Estudo de Impactos Ambientais – AHE Castelhana – Rio Parnaíba - Diagnóstico Ambiental. Vol II, III - Tomo III – AII, AID. Piauí, 2009b.
- _____. **Projeto Parnaíba** – Estudo de Impactos Ambientais – AHE Estreito – Rio Parnaíba - Diagnóstico Ambiental. Vol II, Tomo III –AID. Piauí, 2009c.
- _____. **Projeto Parnaíba** – Estudo de Impactos Ambientais – AHE Ribeiro Gonçalves – Rio Parnaíba - Diagnóstico Ambiental. Vol II, Tomo II, III – AII, AID. Piauí, 2009d.
- _____. **Projeto Parnaíba** – Estudo de Impactos Ambientais – AHE Uruçui – Rio Parnaíba - Diagnóstico Ambiental. Vol II, Tomo II, III –AID, AII. Piauí, 2009e.
- _____. **Projeto Parnaíba** – Relatório de Impacto Ambiental – AHE Estreito – Rio Parnaíba - AID. Piauí, 2009f.
- QUEIROZ SALLES, L. et al. Influência dos aspectos hidrogeológicos de aquíferos cársticos na evolução do relevo: porção central da chapada diamantina, bahia, brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 1, 2018.
- RAPHAEL, B. L. Chelonians. In: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. (Ed.). **Zoo and wild animal medicine**. 5. ed. Philadelphia: Saunders. 2003, p.48-58.
- REDFORD, K.H. The empty forest. **Bioscience**, v.42, p.412-422. 1992
- REIS, M.L. et al. **Monitoramento da biodiversidade: guia de identificação de espécies alvo de aves e mamíferos - região 3**. Brasília: GKNORONHA, 2015. v.1. 40p.
- RICARDO, S.V.; SILVA, E. V. SILVA-FILHO, O. V.C.; GOMES, E. D. BIDONE, Z. C. C. Avaliação da salinidade nos aquíferos piauienses. 2014.
- RIET-CORRÊA, F. Plantas tóxicas e micotoxinas que afetam a reprodução em ruminantes e equinos no Brasil. **Biológico**, v.69. n.2, p.63-69. 2007.
- ROBERTO, I.J.; CARDOZO, D.; ÁVILA, R.W. A new species of pseudopaludicola (Anura, Leiuperidae) from western Piauí State, northeast Brazil. **Zootaxa**, v.3636, n.2, p.348-36. 2013.
- ROCHA, O. **Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil: águas doces**. COBIO/MMA – GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP. Brasília, 2003.
- RODRIGUES, M.; LINHARES, J.C.S. **Aspectos biológicos da ictiofauna dos rios da bacia do Rio Parnaíba**. 2003. Universidade Federal do Piauí. s/d.

- SANTOS FILHO, F.S. et al. Síndromes de polinização e de dispersão das espécies lenhosas nos parques ambientais em Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Equador**. Teresina, 2013. v.5, n.3, Ed.Esp. 02, p.360-374, s/d.
- SANTOS, Francisco das Chagas Vieira. **Impactos ambientais do complexo eólico delta do Parnaíba sobre a avifauna e os saberes etnoornitológicos na comunidade labino**, Piauí, Brasil. 2017.
- SANTOS, M.P.D. As comunidades de aves em duas fisionomias de Caatinga no estado do Piauí, Brasil. **Ararajuba**, v.12, p.113-123. 2004.
- SANTOS, M.P.D.; CERQUEIRA, P.V.; SOARES, L.M. dos S. Avifauna em seis localidades no centro sul do Estado do Maranhão, Brasil. **Ornitologia**. v. 4, n.1. 2010.
- SANTOS, M.P.D. et al. Avifauna of Serra Vermelha, southern Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.20, n.3, p.199-214. 2012.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Situação atual do grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. São Paulo, 1995.
- SEABER, P. R. *Hydrostratigraphic units. Hydrogeology*. v. 0-2: 9-14, 1988.
- SECRETARIA DE ESTADO E DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL - SDS. **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio das Antas, bacias contíguas e afluentes do Peperi-Guaçu**. Santa Catarina. 2018.
- SECRETÁRIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, SEMAR. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí: Relatório Síntese**. SEMAR. Piauí, p. 179. 2010.
- SECRETÁRIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO DE TERESINA – SEMPLAN. **Programa Lagoas do Norte**. Teresina, 2016. Disponível em:<<https://semplan.teresina.pi.gov.br/lagoas-do-norte/>>. Acesso em 19 fev 2019.
- SEGALLA, M. V. et al. Brazilian amphibians—List of species. Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2012.
- _____. Brazilian amphibians: list of species. **Herpetologia Brasileira**, Curitiba, v.5, n.2, p.34-46. 2016.
- SILVA, A. B. et al. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remigio-PB. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017.
- SILVA, C.B. Flora lenhosa em fragmentos de floresta estacional semidecidual no Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil. In: **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, v.2, p.101-119. 2013.
- SILVA, J.M.C. Birds of the Cerrado region South America. **Steenstrupia**, v.21, p.69-92. 1995.
- SILVA, L.G. de L.; LIMA, R.N. Diversidade e conservação da mastofauna em Guadalupe - PI. In: VI CONNEPI, **Anais...** Natal. Ed.IFRN. v.3, 2011.
- SILVA, L.G. de L.; LIMA, R.N. Riqueza de mamíferos terrestres não voadores no Parque Nacional da Serra da Capivara, PI. In: XXI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E XVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPI. **Anais...** Teresina, 2012.

- SILVA, S.K.V.; BARBEIRO, S.M.C. Diversidade do gênero *Crotalaria* L. (FABACEAE - PAPILIONOIDEA), no estado do Piauí. In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.C.L.; ALMEIDA JR., E.B. **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2013, v.2, p.173-189.
- SILVA, M.S. **Os efeitos das atividades antrópicas sobre as comunidades de aves na região do município de José de Freitas, Piauí, Brasil**. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí. Teresina.
- SILVA, S.S.P. et al. Novos registros de morcegos (Mammalia Chiroptera) para o estado do Ceará, Brasil. **Chirop. Neotrop.** v.17, p.154-158. 2011.
- SILVEIRA, L.F.; SANTOS, M.P.D. Bird richness in Serra das Confusões National Park, Brazil: how many species may be found in a undistributed Caatinga? **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.20. n.3, p.188-198. 2012.
- SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES CONTRA DESASTRES. **S2ID**, 2016. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/>>. Acesso em: 10 Jan. 2018.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos 2015**. Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2017.
- _____. **Coleta de dados do SNIS 2018**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=161>>. Acesso em 08 nov 2018.
- SNAK, C. 2015. Canavalia in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB82745>>. Acesso em: 29 de maio de 2019.
- SOUSA, S.R. et al. Fitoecologia do Complexo Campo Maior, Piauí, Brasil. In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.C.L.; ALMEIDA JR., E.B. **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2013b, v.2, p.191-198.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII**. 3 ed. Nova Odesa: Instituto Plantarum de Estudos. 2012.
- SOUSA, V.V. **Piauí: Apossamento, Integração e Desenvolvimento (1684-1877)**. 2006. Disponível em: <https://pos.historia.ufg.br/up/113/o/43_ValfridoSousa_PiauiApossamentoIntegracao.pdf>. Acesso em: 09 out 2017.
- STOTZ, D.F. et al. **Neotropical birds: ecology e conservation**. Chicago, University of Chicago Press, 1996, 478p.
- TANIK, A.; BAYKAL, B. Beler; GONENC, I. E. The impact of agricultural pollutants in six drinking water reservoirs. **Water Science and Technology**, v. 40, n. 2, p. 11-17, 1999.

- TORTATO, M. A., DE OLIVEIRA, T. G., DE ALMEIDA, L. B., e DE MELLO BEISIEGEL, B. Avaliação do risco de extinção do gato-maracajá *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, (1), 76-83, 2013.
- TRATA BRASIL. **Coordenação de monitoramento dos planos municipais de saneamento básico, 2016**. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/panoramados-pmbms/panorama-posicao.pdf>>. Acesso em 13 out. 2017.
- TRINDADE, P. B. C. B. Eutrofização em Reservatórios-Estudo de Caso: Reservatório de Bonito (ES). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 3, 2014.
- UETZ, P. **The reptile database**. 2017. Disponível em: <<http://www.reptile-database.org>> Acesso em: 27 de maio 2019.
- VAZ, P. T. et al. **Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras**. Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.253-263, 2007
- VALDUJO, P.H. et al. Anuran species composition and distribution patterns in brazilian Cerrado, a neotropical Hotspot. **South American Journal of Herpetology**, v.7, n.2, p.63-78. 2012.
- VIEIRA, F.J.; BARROS, R. Diversidade e uso das espécies da Família Asteraceae DUMORT, ocorrentes no município de Teresina, Piauí. In: SANTOS FILHO, F.S.; SOARES, A.C.L.; ALMEIDA JR., E.B. **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. Curitiba: Ed. CRV, 2013, v.2, p.155-172.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 1996.

10. APÊNDICES

Este relatório é composto por dois apêndices:

- 10.1. Caracterização Individualizada das Unidades de Planejamento Hidrológico (UPHs), e;
- 10.2. Caderno de Mapas.

10.1. CARACTERIZAÇÃO INDIVIDUALIZADA DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO HIDROLÓGICO (UPHs)

Este apêndice apresenta uma caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, individualizada por Unidades de Planejamento Hidrológico (UPHs). Deste modo, para cada uma das 10 UPHs (Figura 234) é apresentada uma descrição própria, contendo a relação dos municípios abrangidos por elas, um mapa focado em sua região e um esquema topológico apresentado na forma de diagrama unifilar.

No esquema pode-se observar a localização das sedes municipais e das estações fluviométricas em relação à rede hidrográfica. Além disso, quando disponível a informação, foram identificados os reservatórios existentes, os trechos de rios perenes e intermitentes e, a informação sobre fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a UPH.

A metodologia de elaboração dos esquemas topológicos considerou informações oriundas dos diversos produtos elaborados e informações obtidas, analisadas, tratadas e compiladas. A distribuição dos pontos destacados em cada esquema topológico representa a mesma distribuição contida nos mapas da bacia.

O mapa geral da BRHP com suas UPHs é apresentado na figura abaixo (Figura 234) e, posteriormente, tem-se a caracterização das UPHs na seguinte sequência:

- UPH do Balsas;
- UPH do Alto Parnaíba;
- UPH da Boa Esperança;
- UPH do Gurguéia;
- UPH do Itaueiras;
- UPH do Canindé;
- UPH do Médio Parnaíba;
- UPH do Poti;
- UPH do Longá;
- UPH do Baixo Parnaíba.

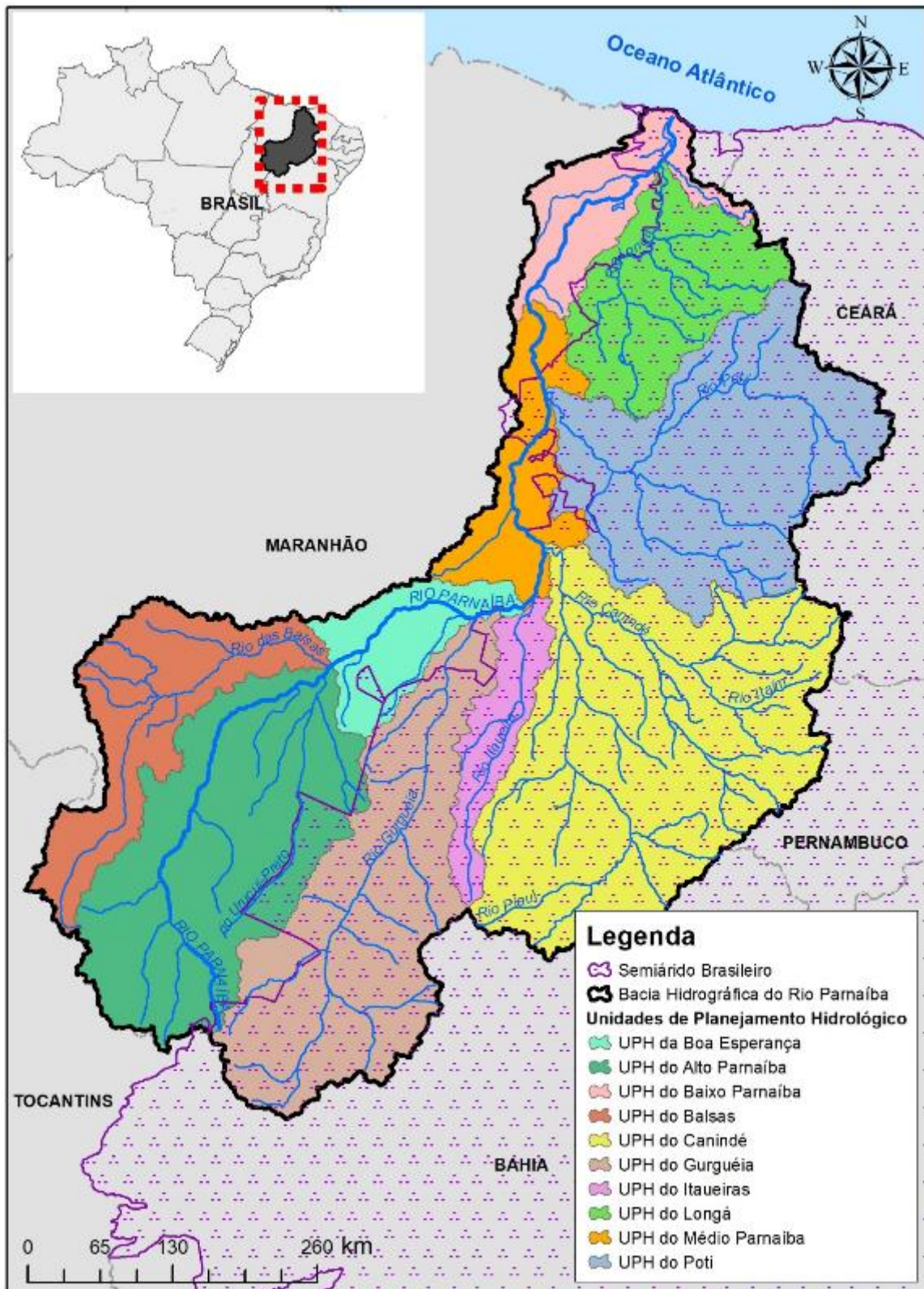


Figura 234. Localização da BHRP e Unidades de Planejamento Hidrológico (UPHs).
(Mapa 01 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

10.1.1. UPH DO BALSAS

A UPH do Balsas é formada pela bacia hidrográfica do rio Balsas e seus afluentes. O rio Balsas se constitui no principal afluente da margem esquerda do Rio Parnaíba. Drena uma área de aproximadamente 25.600 km² e é perene em toda a sua extensão.

De acordo com o MMA (2006), o Rio Balsas nasce no ponto de encontro da Chapada das Mangabeiras com a Serra do Penitente, a uma altitude média de 700m, no Estado do Maranhão. Deságua no rio Parnaíba à altura do limite das cidades de Benedito Leite (MA) e Uruçuí (PI), após percorrer 525 km.

Os principais afluentes do rio Balsas pela margem direita são: rio Balsinhas e ribeirão São José; pela margem esquerda são os rios: Sucurujú, Peixes, Tem Medo, Maravilha, Cocal e Neves (ANA, 2017b).

A UPH do Balsas é a única sub bacia inserida totalmente no estado do Maranhão. Conforme se observa na Tabela 73 e Figura 235, ela abrange 8 municípios deste Estado. No contexto da bacia, a UPH do Balsas contabiliza 159.321 habitantes, o que representa 3% da população total da BHRP.

Tabela 73. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Balsas.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Balsas	MA	83.528	10.757	72.771
2	Fortaleza dos Nogueiras	MA	11.646	4.627	7.019
3	Loreto	MA	11.390	5.030	6.360
4	Nova Colinas	MA	4.885	2.675	2.210
5	Riachão	MA	20.209	10.004	10.205
6	Sambaíba	MA	5.487	2.651	2.836
7	São Félix de Balsas	MA	4.702	3.074	1.628
8	São Raimundo das Mangabeiras	MA	17.474	4.941	12.533
Total			159.321	43.759	115.562

Fonte: IBGE, 2010

Conforme demonstrado na Tabela 73, verifica-se que o município de Balsas apresenta a maior população dentre aqueles relacionados nesta UPH, contabilizando 83.528 habitantes, o que representa 52% da população desta UPH. Com exceção de Balsas e de Riachão, a população total dos demais municípios é inferior a 20 mil habitantes.

Embora esta UPH apresente boa disponibilidade hídrica, segundo dados da Defesa Civil, disponibilizados pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), praticamente todos os municípios desta UPH já reportaram algum evento relacionado a seca e estiagem entre os anos de 1980 a 2016 (Tabela 74). Vale ressaltar que as

células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 74. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Balsas no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros						Total Geral
	1981	1983	1990	2006	2015	2016	
¹ Balsas	1	1	1	1	1	1	6
² Loreto	1	1	1			1	4
³ Nova Colinas						1	1
⁴ Riachão	1	1	1			2	5
⁵ Sambaíba	1	1	1			1	4
⁶ São Félix de Balsas	1	1	1			1	4
⁷ São Raimundo das Mangabeiras	1	1	1			1	4
Total Geral	6	6	6	1	1	8	28

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

Do ponto de vista das demandas hídricas, conforme dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), o consumo de água desta UPH (2,362 m³/s) representa 9% do consumo total da bacia (27,716 m³/s). Dentre os usos consuntivos, a demanda para irrigação figura como o mais expressivo (1,390 m³/s), representando quase 60% do consumo total desta UPH (vide capítulo 7.2). Segundo MMA (2006), a UPH do Balsas se destaca pela agricultura, devido a boa disponibilidade de água. Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

O Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Balsas, adiante apresentado (Figura 236), identifica a localização das sedes municipais e das estações fluviométricas em relação à rede hidrográfica, os trechos de rios perenes e intermitentes e a informação da fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a UPH.

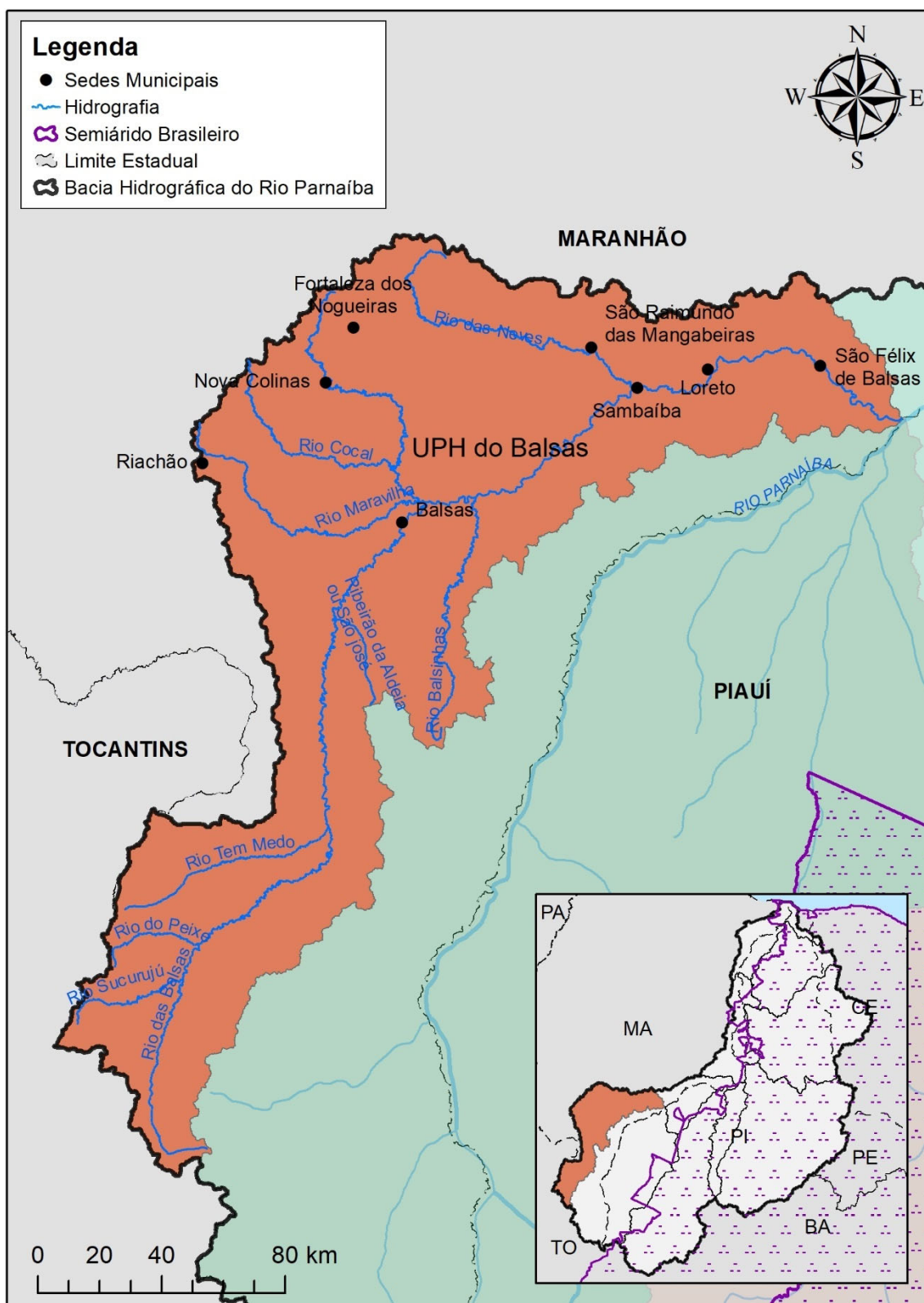


Figura 235. UPH do Balsas no contexto da BHRP
(Mapa 65 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA UPH DO BALSAS

RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS		
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	Balsas / MA	Misto
2	Nova Colinas / MA	Subterrâneo
3	Fortaleza dos Nogueiras / MA	Subterrâneo
4	São Raimundo das Mangabeiras / MA	Superficial
5	Sambaíba / MA	Superficial
6	Loreto / MA	Superficial
7	São Félix de Balsas / MA	Superficial
8	Riachão / MA	Superficial

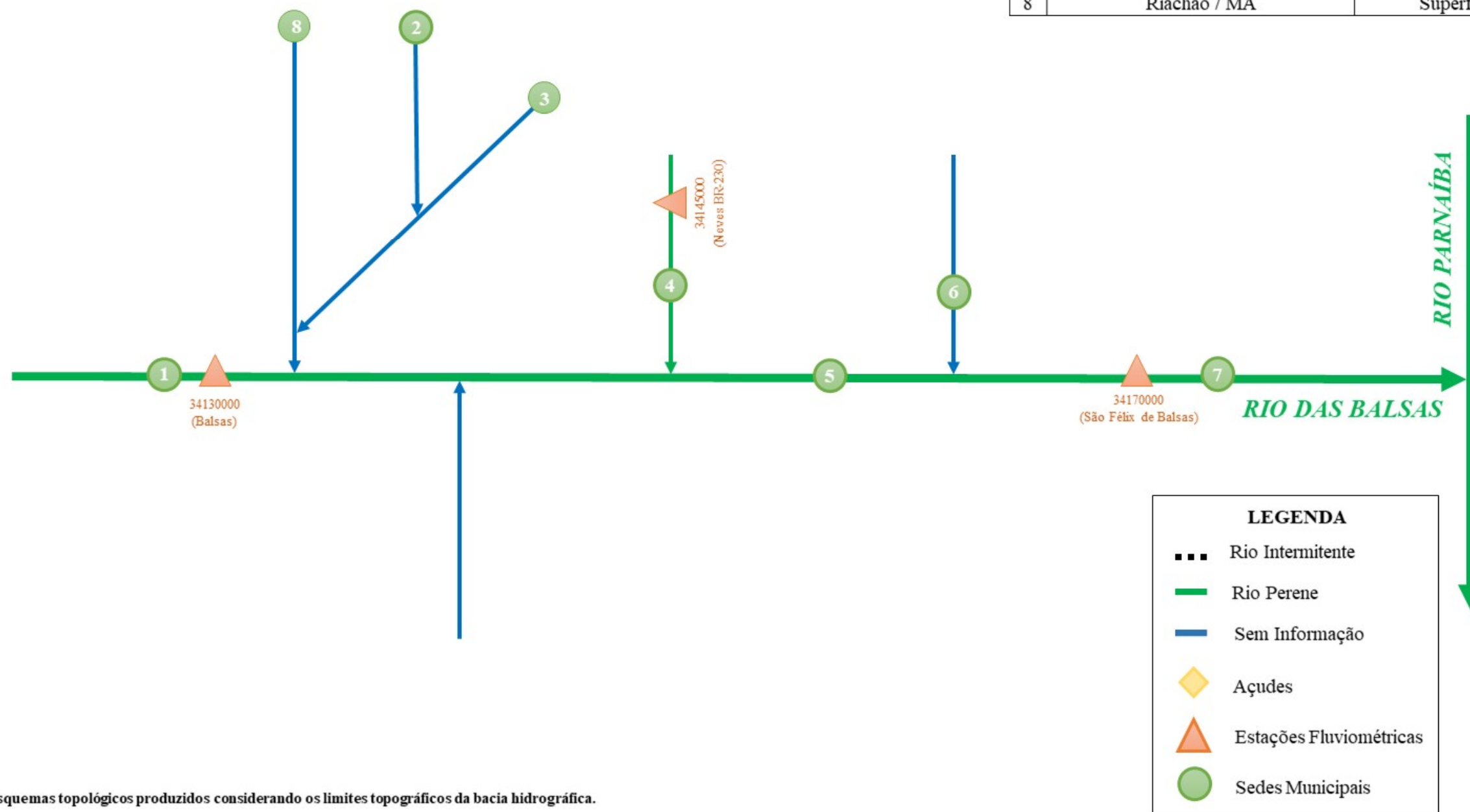


Figura 236. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Balsas. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.2. UPH DO ALTO PARNAÍBA

A UPH do Alto Parnaíba é formada pela bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, das nascentes até a confluência do Rio das Balsas. Inclui a bacia do rio Uruçuí Preto, principal tributário pela margem direita. Essa UPH abrange aproximadamente 51.800 km², o que corresponde a cerca de 16% da área total da BHRP. Assim como na UPH do Balsas, todos os rios desta UPH são perenes.

O Rio Uruçuí Preto nasce entre as serras das Guaribas e dos Patos, na cota 600 metros, ao norte da localidade de São Felix, no município de Gilbués. Conforme MMA (2006) e SEMAR/PI (2010), este rio é intermitente da nascente até a localidade de Pedra. Somente a partir da confluência com o riacho Quilombos é que passa à condição de rio perene até sua foz no rio Parnaíba, em um percurso de 80 km. Seus principais afluentes são o Riacho da Colher, Riachão dos Castros, Riacho da Corrente e Riachão Estiva (ANA, 2017b).

O Rio Parnaíba nasce na Serra da Tabatinga e na Chapada das Mangabeiras, na confluência de três outros rios, o Água Quente, Curriola e Lontras, em uma altitude de aproximadamente 700 metros e desemboca no Oceano Atlântico após percorrer aproximadamente 1.400km (MMA, 2006).

Esta UPH se estende até a sede municipal de Uruçuí, pouco depois do encontro dos rios Uruçuí Preto e Parnaíba. Fazem parte dessa UPH 8 municípios, sendo 2 pertencentes ao Maranhão e, 6 ao Piauí, conforme Tabela 75 e Figura 237.

Tabela 75. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Alto Parnaíba.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Alto Parnaíba	MA	10.766	3.738	7.028
2	Baixa Grande do Ribeiro	PI	10.516	4.029	6.487
3	Barreiras do Piauí	PI	3.234	1.359	1.875
4	Gilbués	PI	10.402	4.411	5.991
5	Ribeiro Gonçalves	PI	6.845	2.396	4.449
6	Santa Filomena	PI	6.096	2.552	3.544
7	Tasso Fragoso	MA	7.796	3.148	4.648
8	Uruçuí	PI	20.149	4.644	15.505
Total			75.804	26.277	49.527

Fonte: IBGE, 2010

No contexto da bacia, esta UPH contabiliza 75.804 habitantes, o que representa 2% da população total da BHRP. Conforme se verifica na Tabela 75, o município com maior população total residente é o município de Uruçuí, com 20.149 habitantes. Os

demais municípios desta UPH apresentam população total abaixo de 20 mil habitantes.

De acordo com os registros da defesa civil (S2ID), todos eles reportaram pelo menos um evento relacionado à seca e estiagem, sendo que 5 municípios do total de 8 registraram mais de 5 eventos no período entre 1980 a 2016 (Tabela 76). Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Pela Figura 237 adiante apresentada, verifica-se que uma pequena parcela na porção leste desta UPH já se enquadra nos limites do semiárido brasileiro.

Tabela 76. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Alto Parnaíba no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros															Total Geral
	1980	1981	1983	1990	1991	1992	1993	1998	1999	2002	2007	2013	2014	2015	2016	
1 Alto Parnaíba		1	1	1											1	4
2 Baixa Grande do Ribeiro												1	1		2	4
3 Barreiras do Piauí				1		1	1	1	1	2	1	1			1	10
4 Gilbués					1	1	1	1	1	1	1	2	1		3	13
5 Ribeiro Gonçalves	1					1						1	2		1	6
6 Santa Filomena	1					1		1		2		2	1		4	12
7 Tasso Fragoso		1		1											1	3
8 Uruçuí	1					1		1		1		1	1	1	4	11
Total Geral	3	2	1	3	1	5	2	4	2	6	2	8	6	1	17	63

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

No tocante às demandas hídricas, conforme se observa no capítulo 7.2 (Tabela 46), a vazão total demandada para os diversos usos nesta UPH é de 1,141 m³/s, o que equivale a 4% da vazão total na BHRP (27,716 m³/s). O consumo mais expressivo está relacionado à irrigação (0,853m³/s), o que equivale a 75% do consumo total nesta UPH. Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

O Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico de Alto Parnaíba, adiante apresentado (Figura 238) identifica a localização das sedes municipais e das estações fluviométricas em relação à rede hidrográfica, os trechos de rios perenes e intermitentes e, a informação da fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a referida UPH.

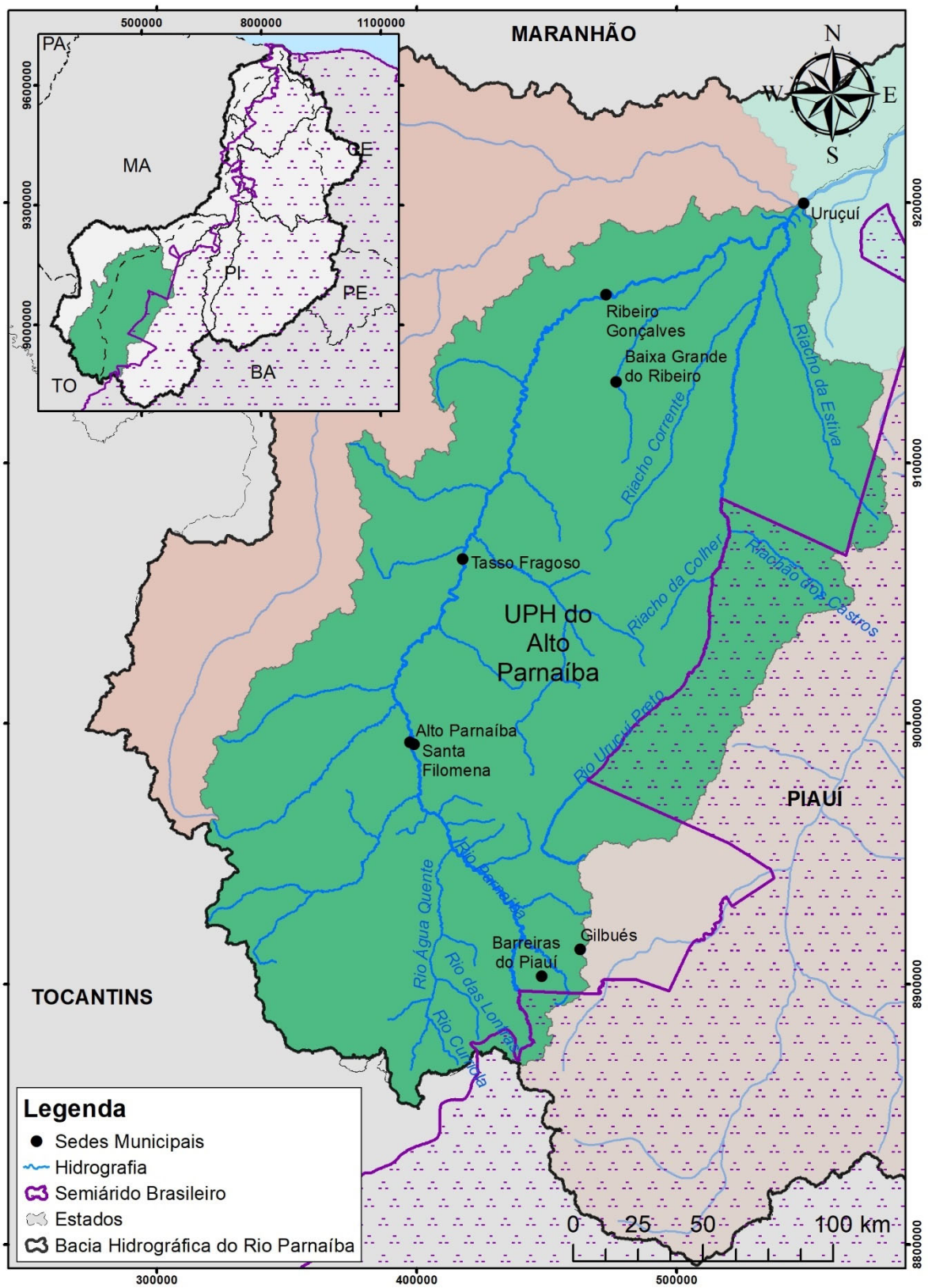


Figura 237 - UPH do Alto Parnaíba no contexto da BHRP
(Mapa 66 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA UPH DO ALTO PARNAÍBA

RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS		
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	Barreiras do Piauí / PI	Subterrâneo
2	Alto Parnaíba / MA	Subterrâneo
3	Santa Filomena / PI	Subterrâneo
4	Tasso Fragoso / MA	Subterrâneo
5	Ribeiro Gonçalves / PI	Subterrâneo
6	Baixa Grande do Ribeiro / PI	Subterrâneo
7	Uruçuí / PI	Subterrâneo
8	Gilbués / PI	Subterrâneo

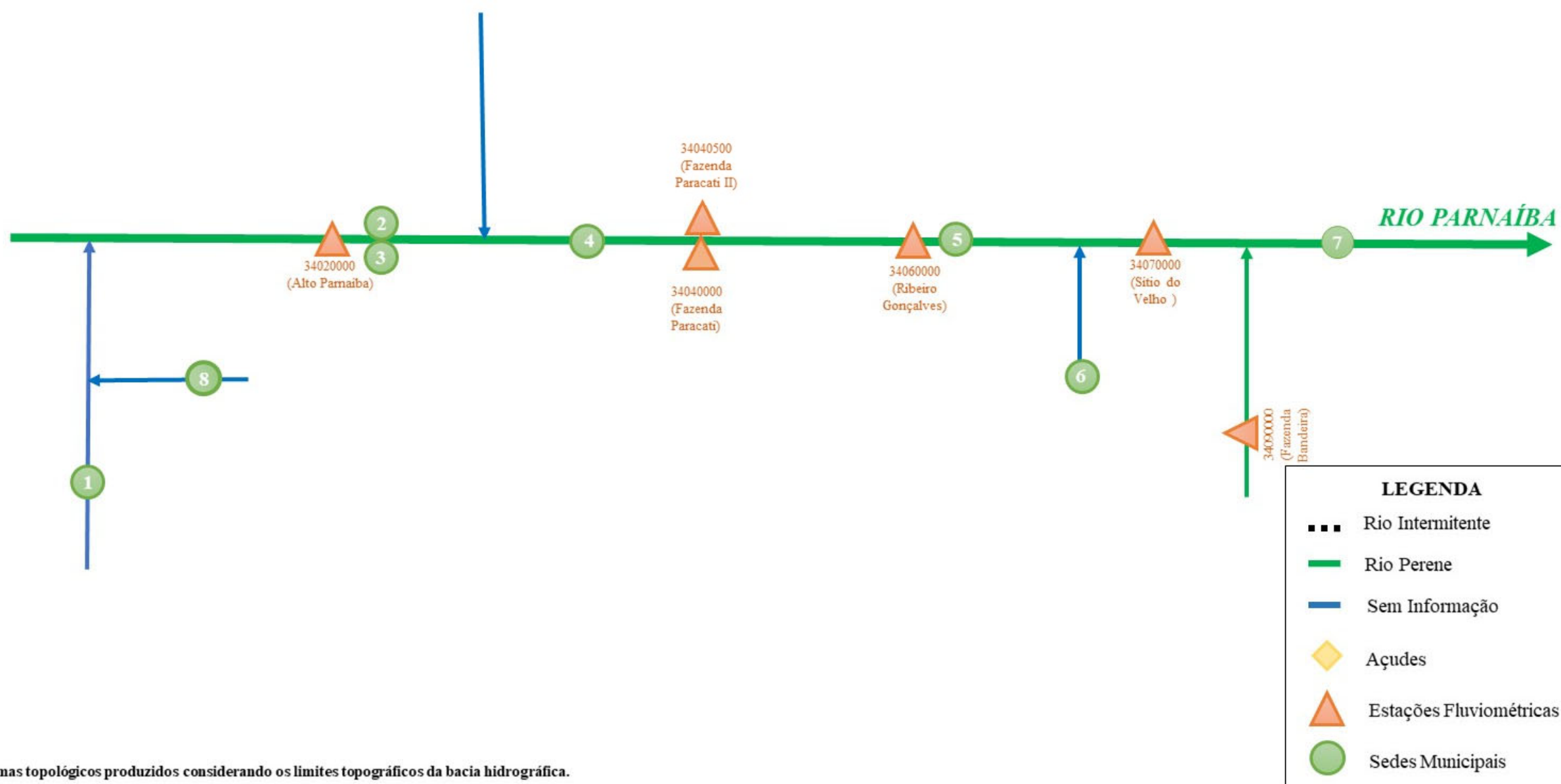


Figura 238. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Alto Parnaíba. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.3. UPH DA BOA ESPERANÇA

A UPH da Boa Esperança é formada pela área incremental do Rio Parnaíba compreendida entre a confluência do Alto Parnaíba e Balsas, até a estação fluviométrica 34311000 na ponte da BR-230, onde ocorre a divisa entre os municípios de Barão do Grajaú (MA) e Floriano (PI). Possui área aproximada de 12.800 km² e, compreende 11 municípios, sendo 5 do estado do Maranhão e, 6 do Piauí (Tabela 77 e Figura 239).

Nela está presente a UHE Boa Esperança, formada pelo barramento do Rio Parnaíba na altura do município de Guadalupe. O lago possui 5.085 hm³ e volume útil de 1.917 hm³, sendo que a usina tem capacidade para 237mil kW (MMA, 2006).

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí, elaborado pelo Governo do Estado em 2010, as vazões turbinadas na UHE Boa Esperança são controladas de forma a maximizar o potencial de geração de energia e, para evitar inundações a jusante, o que causariam danos à capital Teresina e à cidade de Floriano, que juntas correspondem a aproximadamente 25% da população do Estado.

Isto demonstra que a referida barragem, além da finalidade de geração de energia, serve também para contenção de enchentes, bem como abastecimento público de diversas cidades.

Tabela 77. População residente em 2010 para os municípios da UPH da Boa Esperança.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Antônio Almeida	PI	3.039	815	2.224
2	Barão de Grajaú	MA	17.841	7.503	10.338
3	Benedito Leite	MA	5.469	2.656	2.813
4	Guadalupe	PI	10.268	426	9.842
5	Landri Sales	PI	5.281	1.324	3.957
6	Marcos Parente	PI	4.456	611	3.845
7	Nova Iorque	MA	4.590	1.714	2.876
8	Pastos Bons	MA	18.067	5.760	12.307
9	Porto Alegre do Piauí	PI	2.559	757	1.802
10	São Domingos do Azeitão	MA	6.983	2.022	4.961
11	Sebastião Leal	PI	4.116	2.194	1.922
Total			64.828	18.279	46.549

Fonte: IBGE, 2010

Conforme demonstrado na Tabela 77, todos os municípios desta UPH apresentam população total residente abaixo de 20 mil habitantes. Dos 11 municípios pertencentes

a esta UPH, 5 deles tem população abaixo de 5 mil habitantes. O município de Pastos Bons é o que apresenta o maior contingente populacional, contando com 18.067 habitantes.

Apesar de esta UPH ser cortada pelo próprio Rio Parnaíba e abrigar a barragem da Boa Esperança, todos os municípios abrangidos por ela já reportaram problemas de seca e estiagem entre 1980 e 2016, sendo que sete deles registraram 5 ou mais eventos no período, conforme se observa na Tabela 78 abaixo. Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 78. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH da Boa Esperança no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros															Total Geral	
	1980	1981	1983	1990	1992	1993	1998	2001	2002	2003	2007	2012	2013	2014	2015		2016
1 Antônio Almeida	1				1	1			1					1		2	7
2 Barão de Grajaú		1	1	1								1	1		1		6
3 Benedito Leite		1	1	1												1	4
4 Guadalupe	1				1	1	1		1	1	1				1		8
5 Landri Sales					1	1		1	1		1		1	1	2	2	11
6 Marcos Parente	1				1	1	1	1	1			1	2	2	1		12
7 Nova Iorque		1	1	1								1	1				5
8 Pastos Bons		1	1	1								1	1			3	8
9 Porto Alegre do Piauí							1		1				1	1			4
10 São Domingos do Azeitão													1			1	2
11 Sebastião Leal							1		1						1	1	4
Total Geral	3	4	4	4	4	4	4	2	6	1	2	4	8	5	6	1 0	71

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

Do ponto de vista das demandas hídricas, conforme dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), o consumo de água desta UPH (0,929 m³/s) representa 3% do consumo total da bacia (27,716 m³/s). Dentre os usos consuntivos, a demanda para irrigação figura como a mais expressiva (0,563 m³/s), representando 61% do consumo total desta UPH. Vale salientar que o

referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

O Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico de Boa Esperança, adiante apresentado (Figura 240), identifica a localização das sedes municipais e da UHE Boa esperança em relação à rede hidrográfica, os trechos de rios perenes e intermitentes e, a informação da fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a referida UPH.

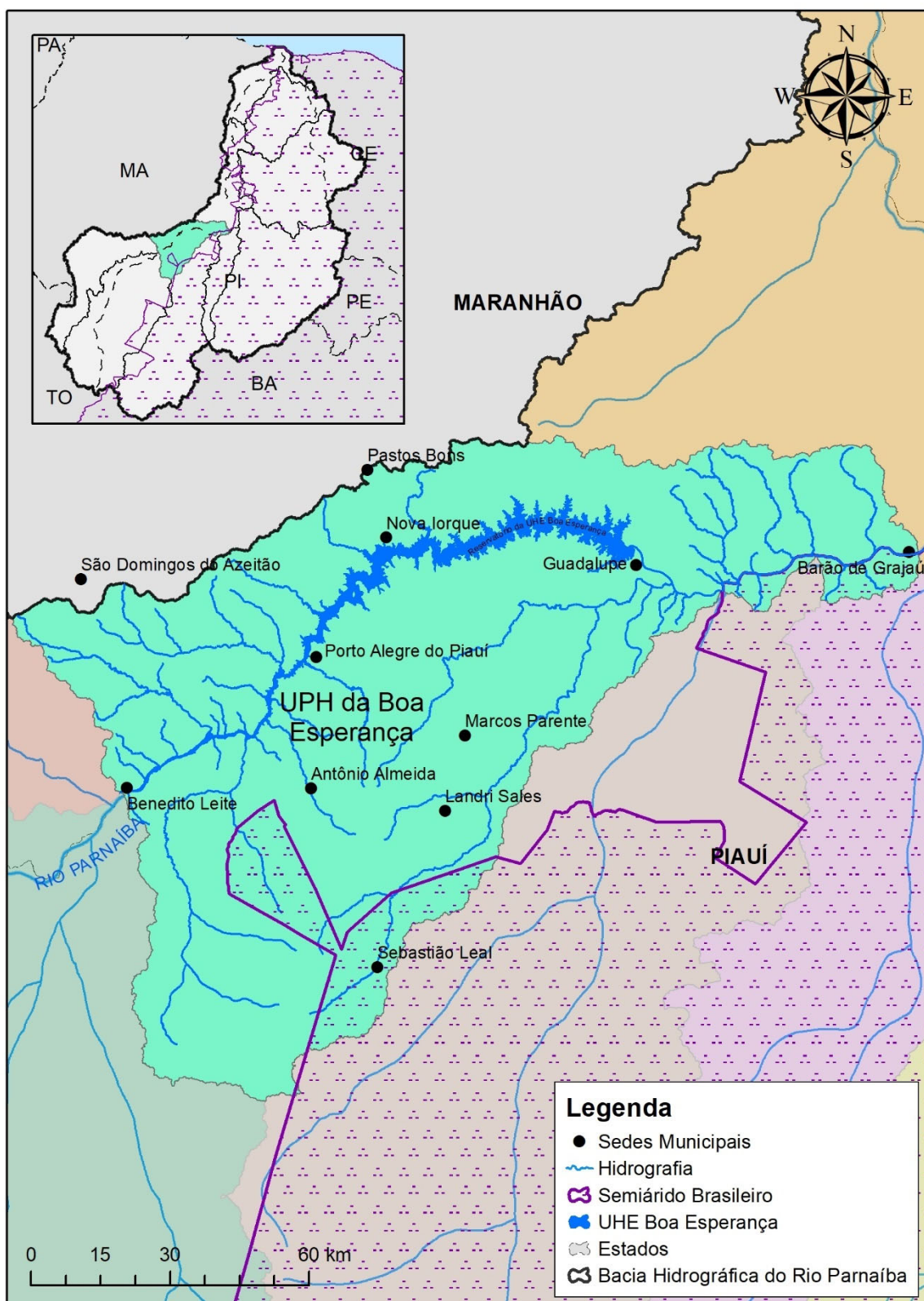
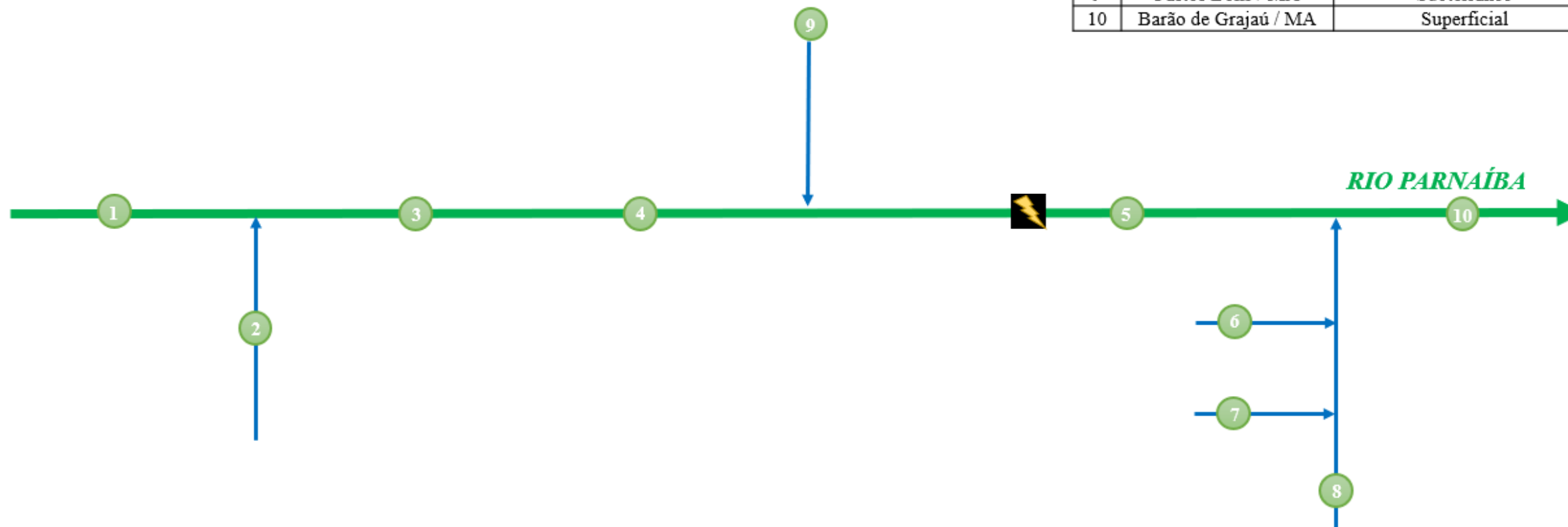


Figura 239 - UPH da Boa Esperança no contexto da BHRP
(Mapa 67 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

**ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA
UPH BOA ESPERANÇA**

RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS		
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	Benedito Leite / MA	Subterrâneo
2	Antônio Almeida / PI	Subterrâneo
3	Porto Alegre do Piauí / PI	Subterrâneo
4	Nova Iorque / MA	Subterrâneo
5	Guadalupe / PI	Superficial
6	Marcos Parente / PI	Subterrâneo
7	Landri Sales / PI	Subterrâneo
8	Sebastião Leal / PI	Subterrâneo
9	Pastos Bons / MA	Subterrâneo
10	Barão de Grajaú / MA	Superficial



LEGENDA	
	UHE Boa Esperança
	Rio Intermitente
	Rio Perene
	Sem Informação
	Açudes
	Estações Fluviométricas
	Sedes Municipais

* Esquemas topológicos produzidos considerando os limites topográficos da bacia hidrográfica.

Figura 240. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico da Boa Esperança. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.4. UPH DO GURGUÉIA

A UPH do Gurguéia é formada pela bacia hidrográfica do Rio Gurguéia ($\approx 48.300 \text{ km}^2$) e a pequena bacia contígua do Riacho da Corrente ($\approx 1.600 \text{ km}^2$). O rio Gurguéia tem cerca de 760 km de extensão e, do seu trecho inicial até uma extensão de 82 km apresenta regime intermitente, tornando-se perene a partir desse ponto até a sua foz no rio Parnaíba (IBGE, 1996; ANA, 2017b).

A UPH do Gurguéia abrange uma área de aproximadamente 49.900 km^2 (15% da área da BHRP) e, seu curso principal apresenta um alinhamento praticamente retilíneo, com uma declividade média de 2,1 m/km (IBGE, 1996; EPE, 2007; ANA, 2017b).

Os principais afluentes do rio Gurguéia, pela margem esquerda, são: Contrato, Riacho Matões, Ema, Taquati, Coqueiro, Caldeirão e Esfolado; pela margem direita, são: rio Paraim, riachos Aipim, Santana e o rio Curimatá (ANA, 2017b).

Pertencem a essa UPH 25 municípios, todos do estado do Piauí. Conforme mostrado na Tabela 79, 19 municípios têm população inferior a 10 mil habitantes. Os dois municípios mais populosos são Corrente (25.407 habitantes) e Bom Jesus (22.629 habitantes). Juntos, a população total desses dois municípios representa 25% da população total desta UPH (190.969 habitantes), que, por sua vez, equivale a 4% do contingente da BHRP.

Tabela 79. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Gurguéia.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Alvorada do Gurguéia	PI	5.050	3.201	1.849
2	Avelino Lopes	PI	11.067	4.353	6.714
3	Bertolínia	PI	5.319	1.425	3.894
4	Bom Jesus	PI	22.629	5.006	17.623
5	Canavieira	PI	3.921	2.183	1.738
6	Colônia do Gurguéia	PI	6.036	1.186	4.850
7	Corrente	PI	25.407	9.714	15.693
8	Cristalândia do Piauí	PI	7.831	4.886	2.945
9	Cristino Castro	PI	9.981	2.719	7.262
10	Curimatá	PI	10.761	3.677	7.084
11	Currais	PI	4.704	3.780	924
12	Eliseu Martins	PI	4.665	844	3.821
13	Guaribas	PI	4.401	3.126	1.275
14	Jerumenha	PI	4.390	1.921	2.469
15	Júlio Borges	PI	5.373	3.755	1.618
16	Manoel Emídio	PI	5.213	1.898	3.315

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
17	Monte Alegre do Piauí	PI	10.345	7.364	2.981
18	Morro Cabeça no Tempo	PI	4.068	2.664	1.404
19	Palmeira do Piauí	PI	4.993	3.229	1.764
20	Parnaaguá	PI	10.276	4.937	5.339
21	Redenção do Gurguéia	PI	8.400	3.065	5.335
22	Riacho Frio	PI	4.241	2.019	2.222
23	Santa Luz	PI	5.513	2.404	3.109
24	São Gonçalo do Gurguéia	PI	2.825	1.606	1.219
25	Sebastião Barros	PI	3.560	2.448	1.112
Total			190.969	83.410	107.559

Fonte: IBGE, 2010

Conforme se observa pela Figura 241, esta UPH situa-se quase inteiramente inserida no polígono do semiárido brasileiro. Não por acaso, todos os municípios desta UPH já sofreram com eventos relacionados a secas e estiagens. Segundo os registros da defesa civil (Tabela 80), dos 25 municípios da UPH do Gurguéia, 20 reportaram mais de 10 eventos no período de 1980 a 2016. Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 80. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Gurguéia no período de 1980 a 2016

Municípios	Anos com registros																Total Geral					
	1990	1992	1993	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012	2013	2014	2015	2016
1 Alvorada do Gurguéia					1		1					1						3	1	1	2	10
2 Avelino Lopes		1	1	1	1	1	1	1		1		1			1		1	2	1	2	1	17
3 Bertolínia		1	1	1			1			1		1						1	1	3	1	12
4 Bom Jesus		1	1	1	1		1				1						1	3	1		1	12
5 Canaveira			1	1			1										1	3	1	1		9
6 Colônia do Gurguéia			1		1	1	1				1	1					1	3	1	1	4	16
7 Corrente		1	1	1	1		1										1	3	1		1	11
8 Cristalândia do Piauí		1	1	1	1		1									1	1	2	1		3	13
9 Cristino Castro		1	1	1	1		1				1										1	7
10 Curimatá	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1			1		1	2	1	1	3	19

Municípios	Anos com registros																Total Geral					
	1990	1992	1993	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012	2013	2014	2015	2016
11 Currais				1	1	1	1				1	1			2		1	2	1		1	13
12 Eliseu Martins		1	1	1	1	1	1					1			1		1	2	1	1	3	16
13 Guaribas				1	1	1	1					1					1	3	1	1	1	12
14 Jerumenha		1	1	1	1	1	1					1					1	3	1			12
15 Júlio Borges				1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		1	2	1	1	1	16
16 Manoel Emídio		1	1	1	1		1					1			1		1	2	1		1	12
17 Monte Alegre do Piauí		1	1		1		1					1		1				2	1		3	12
18 Morro Cabeça no Tempo					1	1	1		1		1	1					1	2	1	1	1	12
19 Palmeira do Piauí		1	1	1	1		1				1						1	3	1		1	12
20 Parnaíba		1	1		1		1										1	2	2	1	2	12
21 Redenção do Gurguéia		1	1	1	1		1				1						1	3	1	1	1	13
22 Riacho Frio				1	1	1	1										1	3	1		1	10
23 Santa Luz		1	1	1	1	1	1					1					1	2	1	1	1	13
24 São Gonçalo do Gurguéia				1	1		1														2	5
25 Sebastião Barros				1	1	1	1	1				1					1	3	1		1	12
Total Geral	1	15	17	20	23	12	25	4	2	2	7	16	1	2	7	1	20	56	24	16	37	308

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

Quanto às demandas hídricas, conforme dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), o consumo de água desta UPH (1,306 m³/s) representa 5% do consumo total da bacia (27,716 m³/s). Assim como ocorre para quase todas as UPHs da BHRP, a demanda hídrica mais acentuada nesta UPH se refere à irrigação, com 0,684m³/s, o que representa 52% da demanda total de água (vide capítulo 7.2). Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

O mapa da UPH do Gurguéia é apresentado na Figura 241. Em seguida, o Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Gurgéia, adiante apresentado na Figura 242, identifica a localização das sedes municipais e das estações fluviométricas em relação à rede hidrográfica, os trechos de rios perenes e intermitentes e a informação da fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a referida UPH.

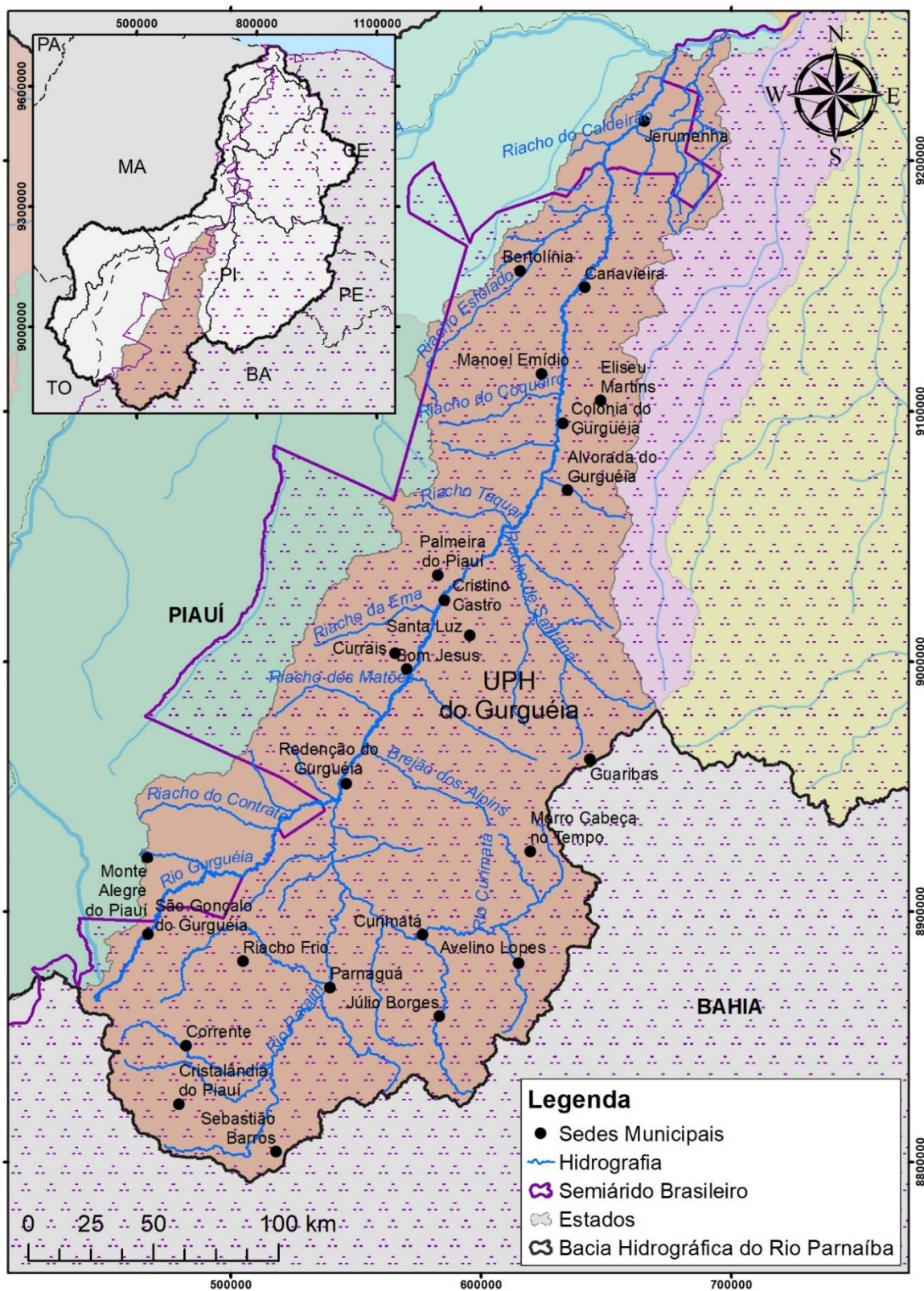


Figura 241 - UPH do Gurgueia no contexto da BHRP
(Mapa 68 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA UPH DO GURGUÉIA

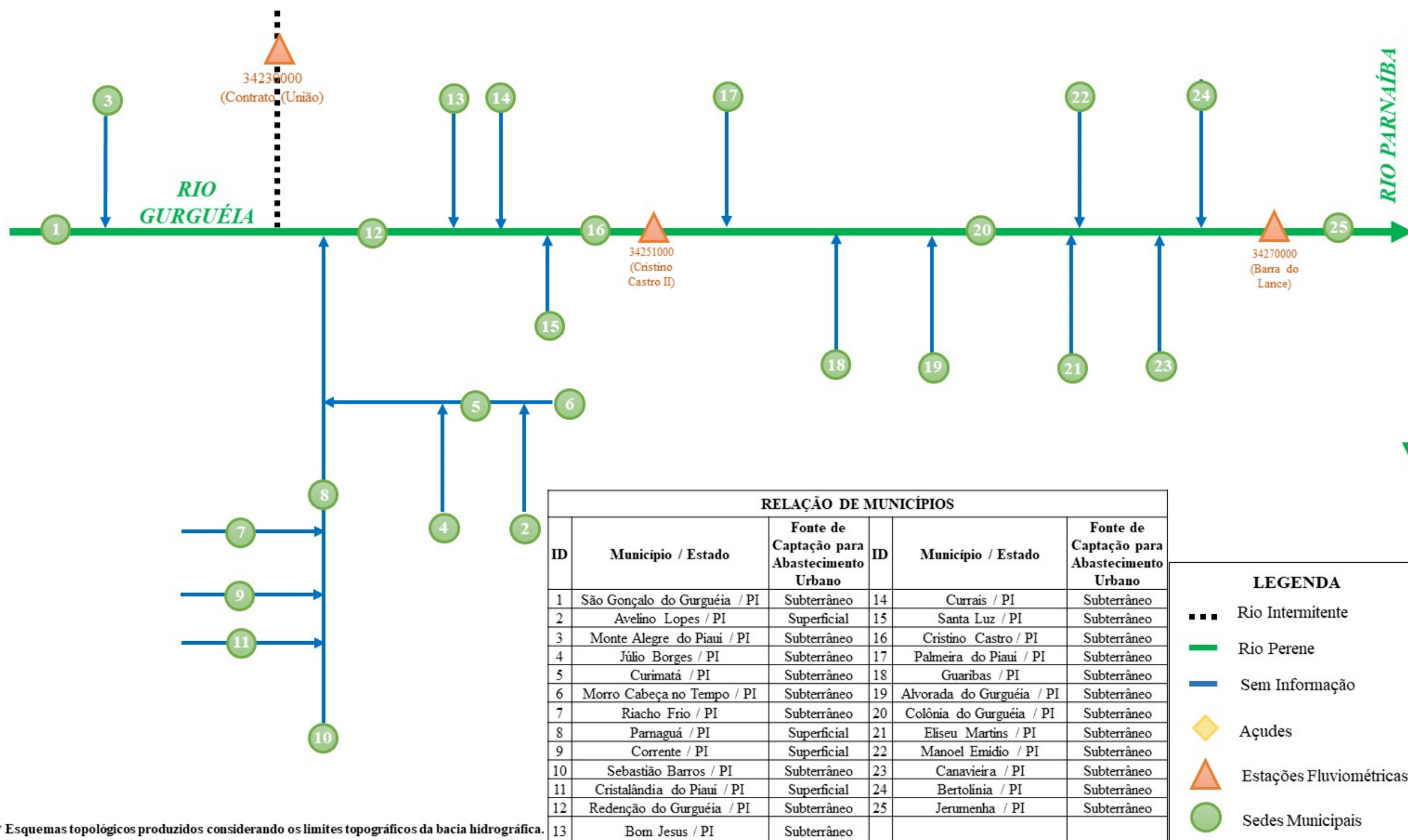


Figura 242. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Gurguéia. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.5. UPH DO ITAUEIRAS

A UPH do Itaueiras é formada pela bacia hidrográfica do rio Itaueiras. Ele nasce no sudeste do Estado do Piauí, junto às elevações da Serra do Bom Jesus do Gurguéia. Tem seu curso orientado para oeste/noroeste e descreve uma trajetória de linha suave ligeiramente arqueada. Apresenta um curso de aproximadamente 250 km e deságua no rio Parnaíba cerca de 13 km à jusante da cidade de Floriano (MMA, 2006; ANA, 2017b).

Segundo IBGE (1996) e EPE (2007), o rio Itaueiras é intermitente em todo o seu alto e médio curso, porém, passa a ser perene em seu baixo curso, a partir da localidade de Itaueiras. No entanto, os estudos hidrológicos de disponibilidade hídrica realizados no âmbito do presente diagnóstico mostram vazões de estiagem praticamente nulas mesmo no seu baixo curso. Seus principais tributários são os rios Salinas e Uica pela margem esquerda, e o Riacho Papagaio pela margem direita (ANA, 2017b).

Essa UPH ocupa uma área de aproximadamente 10.200 km² e abrange 4 municípios, todos do Estado do Piauí (Figura 243). Como se pode observar na Tabela 81, com exceção do município de Floriano (57.690 habitantes), que sozinho tem mais de 70% da população total desta UPH, todos os demais municípios apresentam população abaixo de 20 mil habitantes. No contexto da bacia, a população total desta UPH representa 2% do contingente total da BHRP, contabilizando 78.304 habitantes.

Tabela 81. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Itaueiras.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Floriano	PI	57.690	7.720	49.970
2	Itaueira	PI	10.678	4.729	5.949
3	Pavussu	PI	3.663	1.870	1.793
4	Rio Grande do Piauí	PI	6.273	2.179	4.094
Total			78.304	16.498	61.806

Fonte: IBGE, 2010

Segundo os registros da defesa civil (S2ID), todos os municípios desta UPH já reportaram eventos de seca e estiagem mais de 10 vezes no período entre 1980 e 2016. Esta UPH se encontra inteiramente inserida no polígono semiárido brasileiro, conforme se observa na Figura 243. Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 82. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Itaueiras no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros																Total Geral					
	1980	1989	1990	1992	1993	1998	1999	2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		2012	2013	2014	2015	2016
1 Floriano				1	1			1	1		1		1			1	1	3	1			12
2 Itaueira	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1		1		1	2	1	1	2	19
3 Pavussu						1	1	1	1		1		1	1		1	1	2	2	1	1	15
4 Rio Grande do Piauí	1		1	1	1	1	1	1	1	1		1	1				2	1	1	1	1	17
Total Geral	2	1	2	3	3	3	3	4	4	2	2	1	4	1	1	2	5	8	5	3	4	63

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

No que concerne às demandas hídricas, dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), mostram que os consumos mais expressivos desta UPH estão relacionados à irrigação e, ao uso para abastecimento humano, contabilizando vazões de 0,194 m³/s e 0,054 m³/s, o equivalente à 67% e 19% da demanda total desta UPH, respectivamente. Quando avaliada no âmbito da BHRP, a demanda dessa UPH é pequena em comparação a demanda total para toda a bacia, representando apenas 1% do consumo total (0,291 m³/s) (vide capítulo 7.2). Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

O mapa da UPH do Itaueiras é apresentado na Figura 243. Em seguida, o Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Itaueiras, adiante apresentado (Figura 244), identifica a localização das sedes municipais e das estações fluviométricas em relação à rede hidrográfica, os trechos de rios perenes e intermitentes e, a informação da fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a referida UPH.

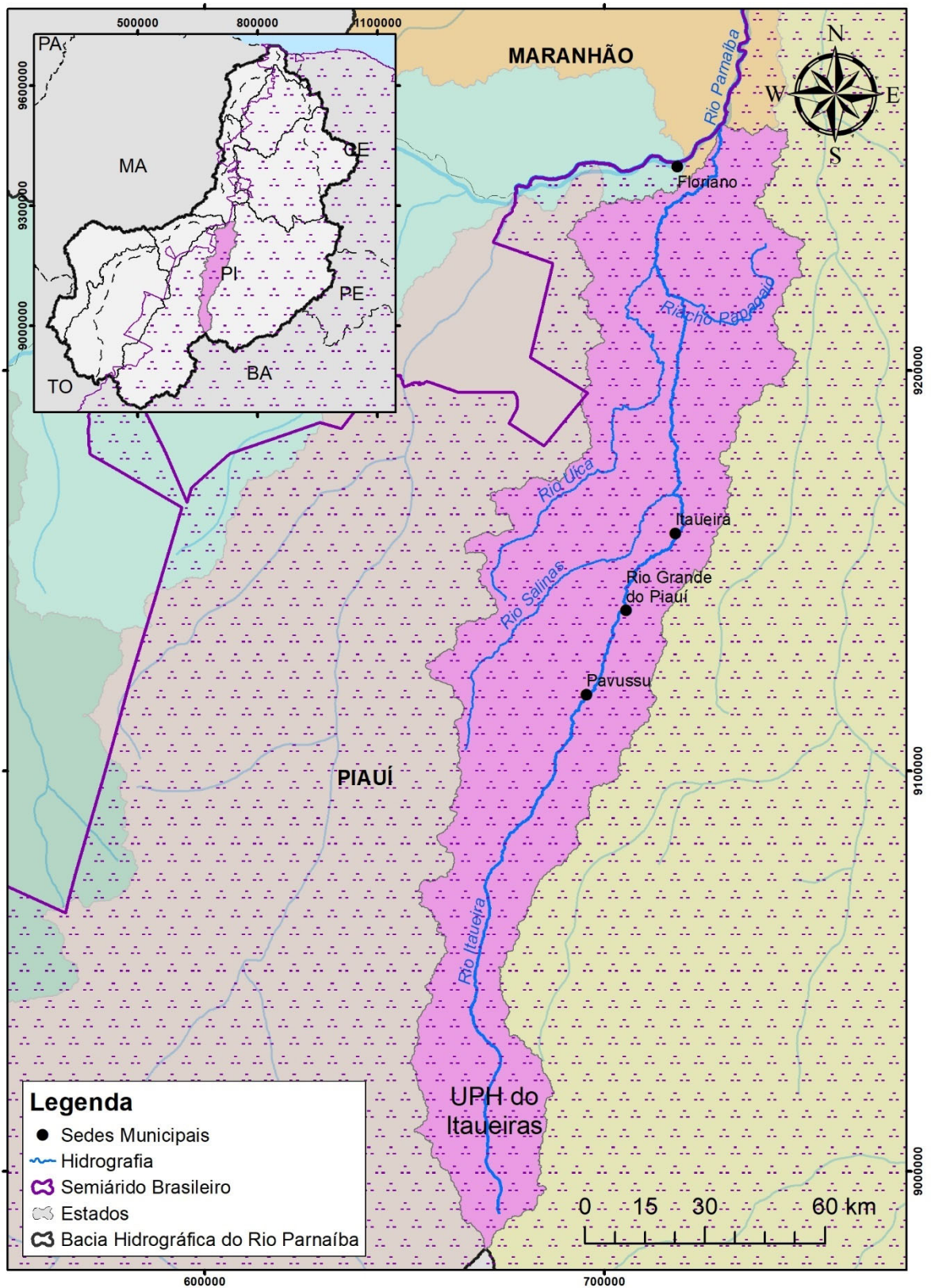
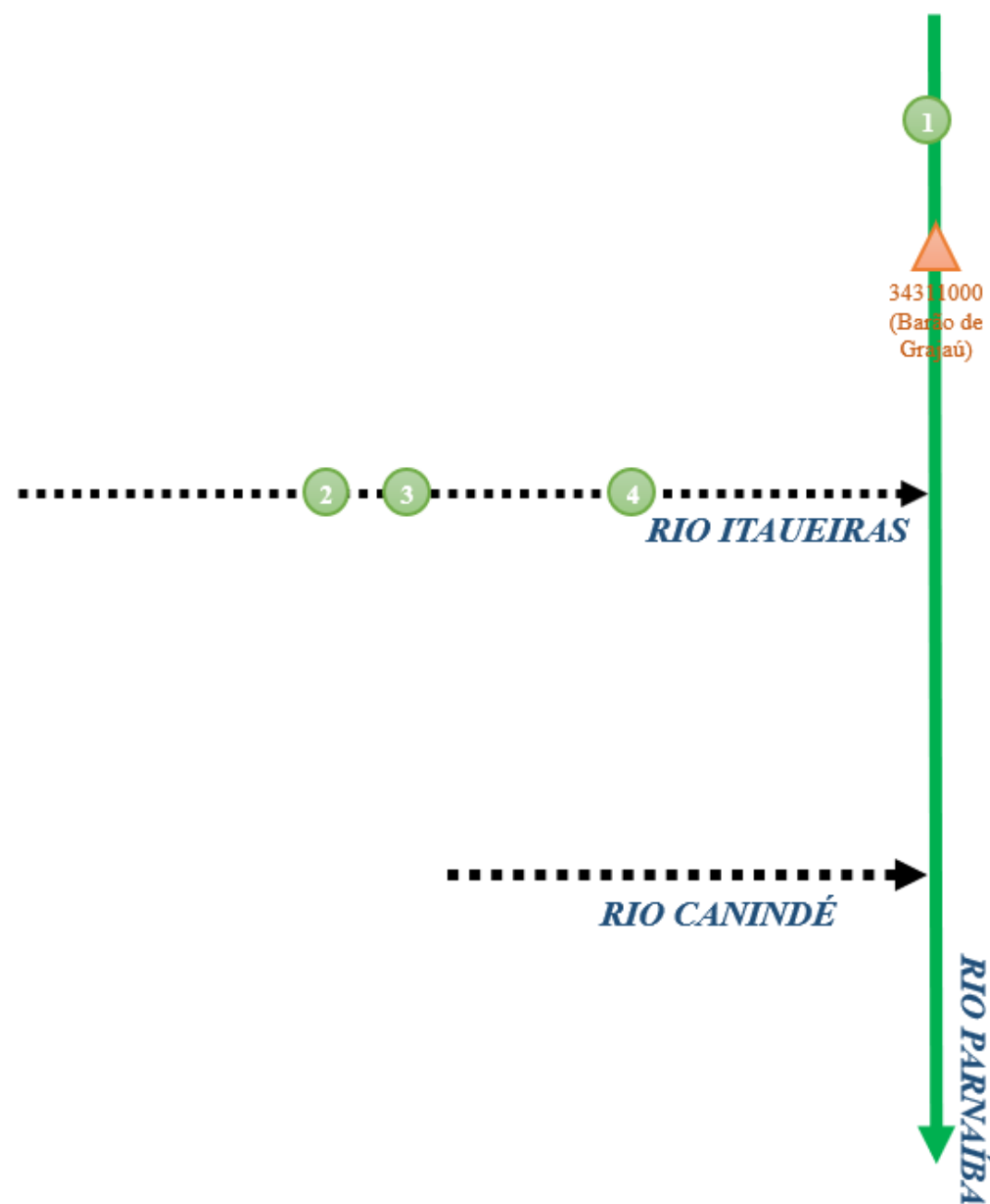


Figura 243 - UPH do Itaueiras no contexto da BHRP
(Mapa 69 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA UPH DO ITAUEIRAS



RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS		
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	Floriano / PI	Superficial
2	Pavussu / PI	Subterrâneo
3	Rio Grande do Piauí / PI	Subterrâneo
4	Itaueira / PI	Subterrâneo

LEGENDA	
---	Rio Intermitente
—	Rio Perene
—	Sem Informação
◆	Açudes
▲	Estações Fluviométricas
●	Sedes Municipais

* Esquemas topológicos produzidos considerando os limites topográficos da bacia hidrográfica.

Figura 244. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Itaueiras. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.6. UPH DO CANINDÉ

A UPH do Canindé é constituída pela bacia do Rio Canindé. A UPH é a maior da BHRP, com área de aproximadamente 75.100 km², 23% da área total da bacia.

O rio Canindé encontra-se completamente inserido na zona semiárida (IBGE, 1996; ANA, 2017b; ANA, 2017g). Apresenta regime intermitente em seu alto, médio e baixo curso (IBGE, 1996; MMA, 2006; SEMAR, 2010). Somente a 45 km de sua foz, no município de Amarante, é que passa a ser perene (EPE, 2007 e IBGE, 1996). O seu principal afluente pela margem direita é o Itaim e, pela margem esquerda são os rios Piauí e Salinas (ANA, 2017b).

O rio Piauí forma uma bacia hidrográfica com 38.000 km² e percorre cerca de 582 km até desembocar no rio Canindé. Possui como principais tributários os rios São Lourenço, Itacoatiara, Fidalgo, Fundo e Mucaítá (ANA, 2017b).

Essa UPH é a que abrange o maior número de municípios, com um total de 90, todos pertencentes ao estado do Piauí, como pode ser observado na Tabela 83 e Figura 245. Embora apresente grande quantidade de municípios, metade possui menos de 5.000 habitantes e, 96%, menos de 20.000. Nesta UPH os maiores municípios são: Picos (73.414 hab.), Oeiras (35.640 hab.) e, São Raimundo Nonato (32.327 hab.) (IBGE, 2010). A população total no Canindé soma aproximadamente 700.000 pessoas, o equivalente a 15% do total da BHRP.

Tabela 83. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Canindé.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Acauã	PI	6.749	5.848	901
2	Alagoinha do Piauí	PI	7.341	4.672	2.669
3	Alegrete do Piauí	PI	5.153	2.316	2.837
4	Amarante	PI	17.135	8.363	8.772
5	Anísio de Abreu	PI	9.098	4.595	4.503
6	Aroeiras do Itaim	PI	2.440	2.202	238
7	Arraial	PI	4.688	2.255	2.433
8	Bela Vista do Piauí	PI	3.778	2.535	1.243
9	Belém do Piauí	PI	3.284	1.681	1.603
10	Betânia do Piauí	PI	6.015	4.337	1.678
11	Bocaina	PI	4.369	2.623	1.746
12	Bonfim do Piauí	PI	5.393	3.758	1.635
13	Brejo do Piauí	PI	3.850	2.424	1.426
14	Cajazeiras do Piauí	PI	3.343	2.231	1.112
15	Caldeirão Grande do Piauí	PI	5.671	4.009	1.662
16	Campinas do Piauí	PI	5.408	3.601	1.807
17	Campo Alegre do Fidalgo	PI	4.693	3.469	1.224
18	Campo Grande do Piauí	PI	5.592	4.023	1.569

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
19	Canto do Buriti	PI	20.020	8.890	11.130
20	Capitão Gervásio Oliveira	PI	3.878	2.716	1.162
21	Caracol	PI	10.212	6.184	4.028
22	Caridade do Piauí	PI	4.826	3.247	1.579
23	Colônia do Piauí	PI	7.433	4.789	2.644
24	Conceição do Canindé	PI	4.475	2.112	2.363
25	Coronel José Dias	PI	4.541	3.050	1.491
26	Curral Novo do Piauí	PI	4.869	3.490	1.379
27	Dirceu Arcoverde	PI	6.675	4.306	2.369
28	Dom Expedito Lopes	PI	6.569	2.997	3.572
29	Dom Inocêncio	PI	9.245	7.227	2.018
30	Fartura do Piauí	PI	5.074	3.738	1.336
31	Flores do Piauí	PI	4.366	2.379	1.987
32	Floresta do Piauí	PI	2.482	1.621	861
33	Francisco Ayres	PI	4.477	2.323	2.154
34	Francisco Macedo	PI	2.879	1.720	1.159
35	Francisco Santos	PI	8.592	4.613	3.979
36	Fronteiras	PI	11.117	3.829	7.288
37	Geminiano	PI	5.475	4.259	1.216
38	Ipiranga do Piauí	PI	9.327	3.581	5.746
39	Isaías Coelho	PI	8.221	6.356	1.865
40	Itainópolis	PI	11.109	8.579	2.530
41	Jacobina do Piauí	PI	5.722	4.698	1.024
42	Jaicós	PI	18.035	9.527	8.508
43	João Costa	PI	2.960	2.259	701
44	Jurema	PI	4.517	3.651	866
45	Lagoa do Barro do Piauí	PI	4.523	3.529	994
46	Marcolândia	PI	7.812	1.105	6.707
47	Massapê do Piauí	PI	6.220	5.284	936
48	Monsenhor Hipólito	PI	7.391	3.906	3.485
49	Nazaré do Piauí	PI	7.321	3.818	3.503
50	Nova Santa Rita	PI	4.187	3.483	704
51	Oeiras	PI	35.640	13.643	21.997
52	Padre Marcos	PI	6.657	4.305	2.352
53	Paes Landim	PI	4.059	1.683	2.376
54	Pajeú do Piauí	PI	3.363	1.937	1.426
55	Paquetá	PI	4.147	3.590	557
56	Patos do Piauí	PI	6.105	4.416	1.689
57	Paulistana	PI	19.785	9.129	10.656
58	Pedro Laurentino	PI	2.407	1.588	819
59	Picos	PI	73.414	15.107	58.307
60	Pio IX	PI	17.671	12.380	5.291
61	Queimada Nova	PI	8.553	7.397	1.156
62	Ribeira do Piauí	PI	4.263	3.233	1.030

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
63	Santa Cruz do Piauí	PI	6.027	1.960	4.067
64	Santa Rosa do Piauí	PI	5.149	1.494	3.655
65	Santana do Piauí	PI	4.917	2.978	1.939
66	Santo Antônio de Lisboa	PI	6.007	2.087	3.920
67	Santo Inácio do Piauí	PI	3.648	1.351	2.297
68	São Braz do Piauí	PI	4.313	3.292	1.021
69	São Francisco de Assis do Piauí	PI	5.567	4.138	1.429
70	São Francisco do Piauí	PI	6.298	4.315	1.983
71	São João da Canabrava	PI	4.445	3.212	1.233
72	São João da Varjota	PI	4.651	3.262	1.389
73	São João do Piauí	PI	19.548	6.078	13.470
74	São José do Peixe	PI	3.700	1.811	1.889
75	São José do Piauí	PI	6.591	4.662	1.929
76	São Julião	PI	5.675	3.347	2.328
77	São Lourenço do Piauí	PI	4.427	3.314	1.113
78	São Luis do Piauí	PI	2.561	1.747	814
79	São Miguel do Fidalgo	PI	2.976	1.891	1.085
80	São Raimundo Nonato	PI	32.327	11.061	21.266
81	Simões	PI	14.180	8.491	5.689
82	Simplício Mendes	PI	12.077	4.914	7.163
83	Socorro do Piauí	PI	4.522	2.892	1.630
84	Sussuapara	PI	6.229	4.647	1.582
85	Tamboril do Piauí	PI	2.753	1.241	1.512
86	Tanque do Piauí	PI	2.620	1.381	1.239
87	Várzea Branca	PI	4.913	3.766	1.147
88	Vera Mendes	PI	2.986	2.020	966
89	Vila Nova do Piauí	PI	3.076	2.317	759
90	Wall Ferraz	PI	4.280	3.114	1.166
Total			701.077	373.399	327.678

Fonte: IBGE, 2010

A UPH do Canindé é, indubitavelmente, a mais crítica da BHRP em termos de secas e estiagens, apresentando, em média, 17 ocorrências por município em 37 anos. No total, os 90 municípios contabilizaram 1.562 ocorrências entre 1980 e 2016, o que representa 46% de todos os registros da BHRP. Nesta UPH, o município de Conceição do Canindé aparece com maior número de ocorrências (23 registros) e, Aroeiras do Itaim, com o menor (8 registros), evidenciando a criticidade desta região (Tabela 83). Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

No que diz respeito às demandas hídricas, conforme dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), esta UPH representa 12%

do consumo da BHRP, sendo o principal uso direcionado à irrigação (1,829 m³/s, equivalente a 54% do total demandado pela UPH). A demanda para abastecimento humano é de 1,034 m³/s e, para dessedentação animal é 0,492 m³/s, representando, respectivamente, 31% e 15% da demanda da UPH. Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

Tabela 84. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Canindé no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros																				Total Geral					
	1980	1989	1990	1992	1993	1994	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012	2013	2014	2015	2016
1 Acauã								1	1	1	2	1		1	1	1	1	1			1	3	1	1	3	20
2 Alagoinha do Piauí			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	2	1	1	3	22
3 Alegrete do Piauí					1				1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	19
4 Amarante				1	1			1			1		1								1	3	1			10
5 Anísio de Abreu			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	2	1	1	1	20
6 Aroeiras do Itaim																1			1		1	2	1	2		8
7 Arraial				1	1			1	1		1								1		1	2	1	1		11
8 Bela Vista do Piauí								1	1	1	1	1	1	1		1	1		1			2	1	1	3	17
9 Belém do Piauí								1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1		1	2	1	1	3	21
10 Betânia do Piauí								1	1	1	1	1		1	1	1					1	2	1	1	1	14
11 Bocaina			1	1	1			1	1	1	1					1			1		1	2	1	1	1	15
12 Bonfim do Piauí					1			1	1	1	1	1	1	1	1	1			1		1	2	1	2	2	19
13 Brejo do Piauí								1	1	2	1			1	1	2			1		1	2	1	2	2	18
14 Cajazeiras do Piauí								1	1	1	1			1	1	2			1		1	2	1	1	1	15
15 Caldeirão Grande do Piauí					1			1	1	1	1	1	1	1	2	1					1	3	2	1	1	19
16 Campinas do Piauí			1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	1			1		1	2	1	1	2	19
17 Campo Alegre do Fidalgo								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	2	1	1	1	16
18 Campo Grande do Piauí								1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	2	1	1	1	15
19 Canto do Buriti	1		1	1	1			1	1	1	1				1	1	1		1		1	3	1	1	1	19
20 Capitão Gervásio Oliveira								1	1	1	1	1		1	2	1	1	1	1		1	2	1	1	1	18
21 Caracol			1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1					1	2	1	1	1	17
22 Caridade do Piauí								1	1	1	1		1	1	1	2	1	1	1		1	2	1	1	2	19
23 Colônia do Piauí					1			1	1	1	1			1	1	1	1		1		1	2	1	1	1	16
24 Conceição do Canindé			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	2	2	1		1	1	1	2	1	1	1	23
25 Coronel José Dias					1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	3	1	1	1	19
26 Cural Novo do Piauí								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	21

Municípios	Anos com registros																Total Geral										
	1980	1989	1990	1992	1993	1994	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
27 Dirceu Arcoverde			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	2	1	1	1	20	
28 Dom Expedito Lopes			1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	1	1		1		1	2	1		1	18	
29 Dom Inocêncio			1	1	1			1	1	1	1	1		1	2	1			1		2	2	1	1	1	20	
30 Fartura do Piauí					1			1	1	1	1	1	1		1	2			1		1	2	1	1	2	18	
31 Flores do Piauí	1		1	1	1			1	1	1	1				1			1	1	1	1	2	1	1	1	17	
32 Floresta do Piauí								1	1	1	1		1	2	1	1			1		1	2	1	1	2	17	
33 Francisco Ayres				1	1			1	1	1	1				1			1			1	3	1	1		14	
34 Francisco Macedo							1		1	1	1		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	20
35 Francisco Santos			1	1	1			1	1	1	1			1	2	1			1		1	2	1	1	2	19	
36 Fronteiras			1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	2	1	1	1	19	
37 Geminiano								1	1	1	1		1	1		1					1	2	1	1	1	13	
38 Ipiranga do Piauí			1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	2	1		1		1	2	1	1	2	21	
39 Isaías Coelho		1	1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	2			1		1	2	1	1	1	20	
40 Itainópolis		1	1	1	1			1	1	1	1		1	1	1	1			1		1	2	1	1	1	19	
41 Jacobina do Piauí					1			1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1			1	2	1	1	1	20	
42 Jaicós		1	1	1	1			1	1	1	1		1	1	2	1	1	1	1		1	2	1	1	1	22	
43 João Costa								1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	2	1	1	2	16	
44 Jurema								1	1	1	1	1	1	1	1	2			1	1		1	2	1	1	1	18
45 Lagoa do Barro do Piauí					1			1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	22
46 Marcolândia					1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	3	1	1	2	19	
47 Massapê do Piauí								1	1	1	1	1	1	1	2	2					1	2	1	1	1	17	
48 Monsenhor Hipólito			1	1	1				1	1	1	1			1	1					1	3	1	1	1	16	
49 Nazaré do Piauí		1	1	1	1			1		1	1			1					1		1	3	1	1		15	
50 Nova Santa Rita								1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		1	2	1	1	1	17
51 Oeiras			1	1	1			1	1	1	1				1	1				1	1	2	1	1	1	16	
52 Padre Marcos			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		2	2	1	1	1	21
53 Paes Landim			1	1	1			1	1	1	1					1					1	2	1	2	1	15	
54 Pajeú do Piauí									1	1	1		1		1	1	1	1			1	2	1	1	2	15	
55 Paquetá								1	1	1	1		1	1	1	1			1		1	2	1	1	1	15	
56 Patos do Piauí					1			1	1	1	1	1	1	1		1			1	1		1	2	1	1	1	17
57 Paulistana			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1			2	1	1	2	22	
58 Pedro Laurentino								1	1	1	1			1	2	1			1		1	2	1	1	1	15	
59 Picos			1	1	1			1	1	1	1			1	1	1			1	1		1	2	1	1	17	

Municípios	Anos com registros																Total Geral											
	1980	1989	1990	1992	1993	1994	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
60 Pío IX			1	1	1				1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	2	1	1	2	20		
61 Queimada Nova					1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	2	1	1	1	19		
62 Ribeira do Piauí								1	1	1	1					1					1	2	1	2	1	12		
63 Santa Cruz do Piauí			1	1	1			1	1	1	1				1	1	1			1	1	2	1	1	1	17		
64 Santa Rosa do Piauí					1			1	1	1	1		1	2	2	1	1	1	1		1	2	1		1	19		
65 Santana do Piauí					1			1	1	1	1			1	1	2	1			1	1	2	1	1	2	18		
66 Santo Antônio de Lisboa			1	1	1			1	1	1	1								1		1	2	1	1	1	14		
67 Santo Inácio do Piauí			1	1	1			1	1	1	1		1	1		1	1	1	1		1	2	1	1	2	20		
68 São Braz do Piauí					1				1	1	1	1		1	1	1			1	2	1	1	2	1	1	19		
69 São Francisco de Assis do Piauí			1					1	1	1	1	1	1	1	2	1	1					1	2	1	1	1	18	
70 São Francisco do Piauí			1	1	1			1	1	1	1			1		1				1		1	2	1		2	16	
71 São João da Canabrava			1	1	1			1	1	1	1		1		1	1				1		1	2	1	1	1	17	
72 São João da Varjota								1	1	1	1			2	1	1	1			1		1	2	1	1	3	18	
73 São João do Piauí			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	2	1						1	2	1	1	1	19	
74 São José do Peixe			1	1	1			1			1	1										1	2	1	1	1	12	
75 São José do Piauí			1	1	1			1	1	1	1	1	1		1	1				1		1	3	1	1	1	19	
76 São Julião			1	1	1			1	1	1	1			1	2	1						1	2	1	1	1	17	
77 São Lourenço do Piauí					1				1	1	1	1	1		2	2						1	2	1	1	1	16	
78 São Luis do Piauí								1	1	1	1		1			1	1			1		1	2	1	1	1	14	
79 São Miguel do Fidalgo								1	1	1	1					1						1	2	1	1	1	11	
80 São Raimundo Nonato			1	1	1			1	1	1	1	1		1	1	1				1		1	2	1	1	1	18	
81 Simões			1	1	1			1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	2	1	1	2	21		
82 Simplício Mendes			1	1	1				1	1	1				1	1				1	1		1	2	1	1	2	17
83 Socorro do Piauí			1	1	1			1	1	1	1		1		1	1				1		1	2	1	1	1	17	
84 Sussuapara									1	1	1		1			1					1		1	2	1	1	2	13
85 Tamboril do Piauí								1	1	1	1			1		1	1			1		1	2	1	1	1	14	
86 Tanque do Piauí								1	1	1	1	1		1	1	1	1			1		1	3	1	1		16	
87 Várzea Branca				1	1			1	1	1	1	1	1		1	1				2		1	2	1	1	1	18	
88 Vera Mendes								1	1	1	1		1	1	1	1				1		1	2	1	2	2	17	
89 Vila Nova do Piauí								1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1			1	2	1	2	2	22	
90 Wall Ferraz								1	1	1	1	1	1			1	1					1	2	1	1	1	14	
Total Geral	2	4	39	42	57	1	1	78	86	88	90	44	54	68	86	98	38	27	67	7	90	192	91	93	119	1.562		

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

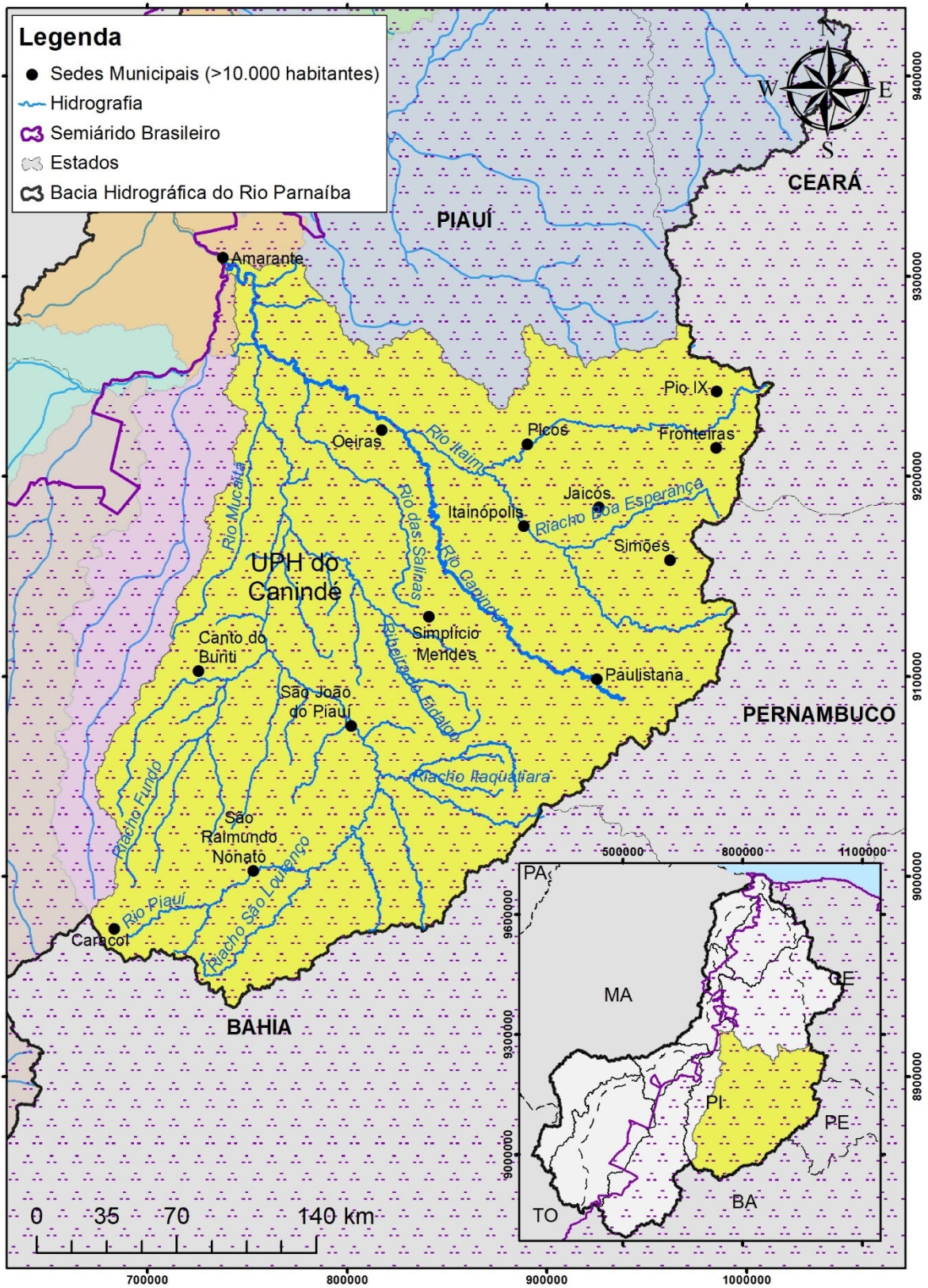
Por estar inserida na zona do semiárido, a UPH do Canindé depende de diversos reservatórios estratégicos (açudes) para garantir o abastecimento de água à população e para a dessedentação de animais. Dentre esses reservatórios, os principais dessa UPH são aqueles levantados por ANA (2017d), listados na Tabela 85.

Tabela 85. Principais açudes existentes na UPH do Canindé

Nº	Nome do Açude	Município/UF	Capacidade (hm³)
1	Barreiras	Fronteiras/PI	52,8
2	Bocaina	S. José do Piauí/PI	106,0
3	Cajazeiras	Pio IX/PI	24,7
4	Estreito	Belém do Piauí/PI	23,9
5	Ingazeiras	Paulistana/PI	25,7
6	Jenipapo	São João do Piauí/PI	248
7	Nonato	Dom Inocêncio/PI	9,0
8	Pedra Redonda	Conceição do Canindé/PI	216
9	Petrônio Portela	São Raimundo Nonato/PI	181,3
10	Piaus	São Julião/PI	104,5
11	Salinas	São Francisco do Piauí/PI	387,4

Fonte: ANA, 2017d

O mapa da UPH do Canindé é apresentado na Figura 245. Em seguida, o Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Canindé, adiante apresentado (Figura 246), identifica a localização das sedes municipais, das estações fluviométricas e os reservatórios estratégicos (açudes) em relação à rede hidrográfica, os trechos de rios perenes e intermitentes. A Figura 247 complementa o Esquema Topológico em questão, com a informação da fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a referida UPH e a relação dos açudes nela existentes.



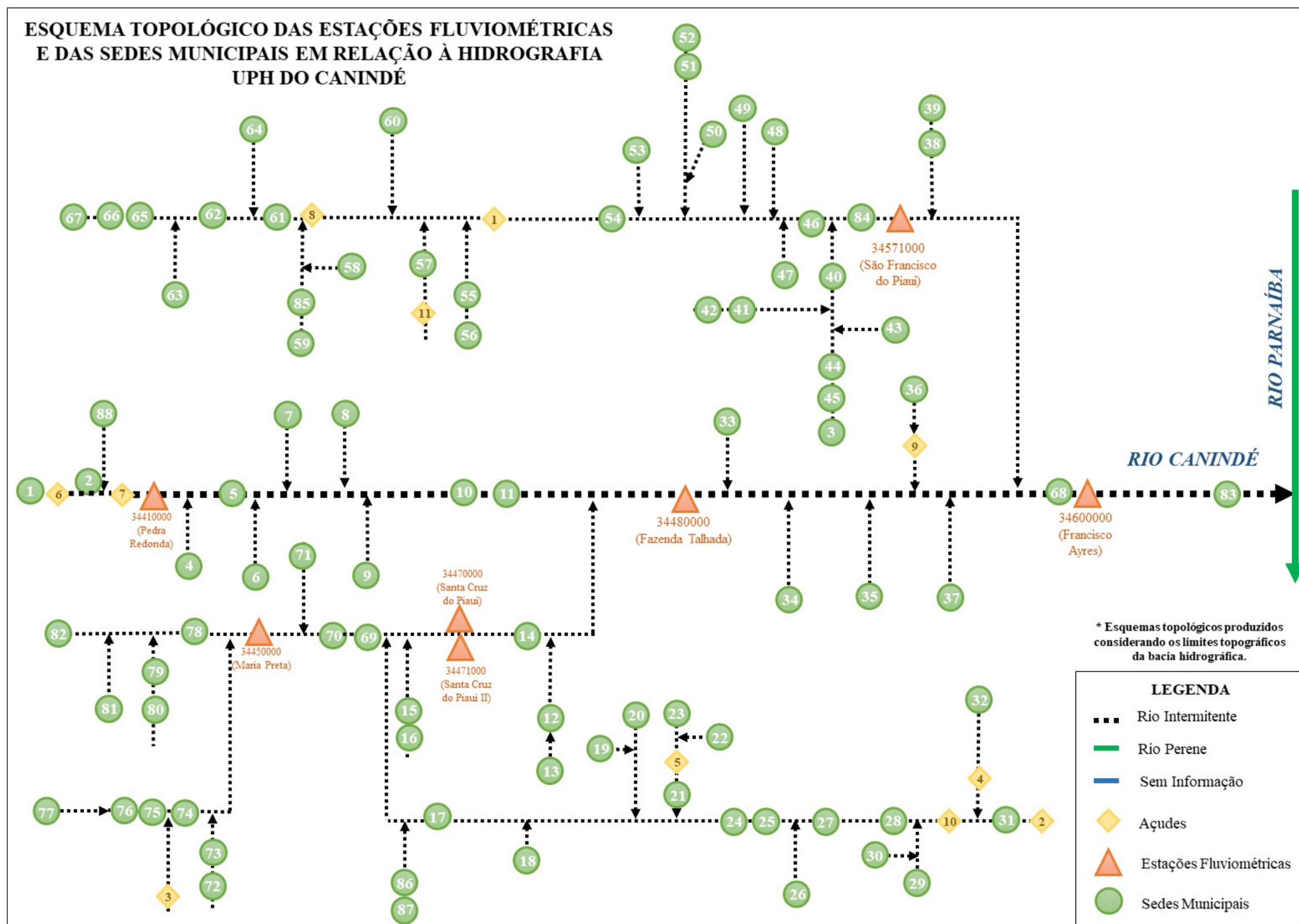


Figura 246. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Canindé. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS UPH DO CANINDÉ											
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano	ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano	ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano	ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	Acauã / PI	Superficial	23	São João da Canabrava / PI	Subterrâneo	45	Campo Alegre do Fidalgo / PI	Subterrâneo	67	Caracol / PI	Subterrâneo
2	Paulistana / PI	Superficial	24	Santo Antônio de Lisboa / PI	Subterrâneo	46	São José do Peixe / PI	Subterrâneo	68	Francisco Ayres / PI	Subterrâneo
3	São Francisco de Assis do Piauí / PI	Subterrâneo	25	Francisco Santos / PI	Subterrâneo	47	Socorro do Piauí / PI	Subterrâneo	69	Aroeiras do Itaim / PI	Subterrâneo
4	Jacobina do Piauí / PI	Superficial	26	Campo Grande do Piauí / PI	Subterrâneo	48	Ribeira do Piauí / PI	Subterrâneo	70	Itainópolis / PI	Subterrâneo
5	Conceição do Canindé / PI	Subterrâneo	27	Monsenhor Hipólito / PI	Subterrâneo	49	Pajeú do Piauí / PI	Subterrâneo	71	Vera Mendes / PI	Subterrâneo
6	Isaias Coelho / PI	Subterrâneo	28	Alagoinha do Piauí / PI	Subterrâneo	50	Canto do Buriti / PI	Subterrâneo	72	Jaicós / PI	Superficial
7	Simplicio Mendes / PI	Subterrâneo	29	São Julião / PI	Subterrâneo	51	Brejo do Piauí / PI	Subterrâneo	73	Massapê do Piauí / PI	Subterrâneo
8	Campinas do Piauí / PI	Subterrâneo	30	Vila Nova do Piauí / PI	Subterrâneo	52	Tamboril do Piauí / PI	Subterrâneo	74	Belém do Piauí / PI	Misto
9	Floresta do Piauí / PI	Subterrâneo	31	Fronteiras / PI	Superficial	53	João Costa / PI	Subterrâneo	75	Padre Marcos / PI	Superficial
10	Santo Inácio do Piauí / PI	Subterrâneo	32	PIO IX / PI	Misto	54	São João do Piauí / PI	Subterrâneo	76	Francisco Macedo / PI	Subterrâneo
11	Wall Ferraz / PI	Subterrâneo	33	Oeiras / PI	Subterrâneo	55	Capitão Gervásio Oliveira / PI	Subterrâneo	77	Caldeirão Grande do Piauí / PI	Subterrâneo
12	São João da Varjota / PI	Subterrâneo	34	Santa Rosa do Piauí / PI	Subterrâneo	56	Lagoa do Barro do Piauí / PI	Subterrâneo	78	Patos do Piauí / PI	Superficial
13	Ipiranga do Piauí / PI	Subterrâneo	35	Cajazeiras do Piauí / PI	Subterrâneo	57	Dom Inocêncio / PI	Subterrâneo	79	Simões / PI	Superficial
14	Santa Cruz do Piauí / PI	Subterrâneo	36	Colônia do Piauí / PI	Subterrâneo	58	Dirceu Arcoverde / PI	Superficial	80	Caridade do Piauí / PI	Superficial
15	Paquetá / PI	Subterrâneo	37	Arraial / PI	Subterrâneo	59	Fatura do Piauí / PI	Superficial	81	Curral Novo do Piauí / PI	Superficial
16	Dom Expedito Lopes / PI	Subterrâneo	38	Nazaré do Piauí / PI	Subterrâneo	60	Coronel José Dias / PI	Superficial	82	Betânia do Piauí / PI	Subterrâneo
17	Picos / PI	Subterrâneo	39	Flores do Piauí / PI	Subterrâneo	61	São Raimundo Nonato / PI	Superficial	83	Amarante / PI	Subterrâneo
18	Sussuapara / PI	Subterrâneo	40	São Miguel do Fidalgo / PI	Subterrâneo	62	Bonfim do Piauí / PI	Superficial	84	São Francisco do Piauí / PI	Subterrâneo
19	Santana do Piauí / PI	Subterrâneo	41	Paes Landim / PI	Subterrâneo	63	Várzea Branca / PI	Superficial	85	São Lourenço do Piauí / PI	Superficial
20	São José do Piauí / PI	Subterrâneo	42	Pedro Laurentino / PI	Subterrâneo	64	São Braz do Piauí / PI	Superficial	86	Geminiano / PI	Subterrâneo
21	Bocaina / PI	Subterrâneo	43	Bela Vista do Piauí / PI	Subterrâneo	65	Anísio de Abreu / PI	Superficial	87	Alegrete do Piauí / PI	Subterrâneo
22	São Luis do Piauí / PI	Subterrâneo	44	Nova Santa Rita / PI	Subterrâneo	66	Jurema / PI	Superficial	88	Queimada Nova / PI	Superficial

RELAÇÃO DE AÇUDES UPH DO CANINDÉ					
ID	Açude	código	ID	Açude	Código
1	Jenipapo	5713	7	Pedra Redonda	2759
2	Barreiras	1868	8	Petrônio Portela	5725
3	Estreito	1864	9	Salinas	5793
4	Cajazeiras II	1873	10	Piaus	23039
5	Bocaina	1874	11	Barragem Oiti (Açude Nonato)	5720
6	Ingazeiras	2750			

Figura 247. Relação de Municípios pertencentes a UPH do Canindé

10.1.7. UPH DO MÉDIO PARNAÍBA

A UPH do Médio Parnaíba é composta pela área incremental drenada pelo Rio Parnaíba compreendida entre a ponte da BR-230, na estação fluviométrica 34311000 e a estação fluviométrica 34820000 no município de Coelho Neto situado a jusante de Teresina, excluindo-se as UPHs do Itaueiras, Canindé e Poti.

Esta UPH possui área aproximada de 16.300 km² e abrange 18 municípios, sendo 8 deles pertencentes ao estado do Maranhão e 10 pertencentes ao estado do Piauí, conforme apresentado na Tabela 86 e Figura 248.

A população desta UPH contabiliza aproximadamente 533.000 habitantes, representando 11% do total da BHRP. Nesta UPH, exceto pelos municípios de Timon e Caxias, com cerca de 155.000 moradores, todos os demais possuem menos de 45.000 habitantes.

Tabela 86. População residente em 2010 para os municípios da UPH do Médio Parnaíba.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Angical do Piauí	PI	6.672	1.458	5.214
2	Caxias	MA	155.129	36.595	118.534
3	Curralinhos	PI	4.183	2.852	1.331
4	Hugo Napoleão	PI	3.771	673	3.098
5	Jardim do Mulato	PI	4.309	3.126	1.183
6	Lagoa do Mato	MA	10.934	6.481	4.453
7	Matões	MA	31.015	17.380	13.635
8	Miguel Leão	PI	1.253	391	862
9	Nazária	PI	8.068	6.416	1.652
10	Palmeirais	PI	13.745	8.403	5.342
11	Parnarama	MA	34.586	21.056	13.530
12	Regeneração	PI	17.556	3.751	13.805
13	Santo Antônio dos Milagres	PI	2.059	1.252	807
14	São Francisco do Maranhão	MA	12.146	8.042	4.104
15	São João dos Patos	MA	24.928	4.361	20.567
16	Sucupira do Riachão	MA	4.613	1.751	2.862
17	Timon	MA	155.460	20.327	135.133
18	União	PI	42.654	21.689	20.965
Total			533.081	166.004	367.077

Fonte: IBGE, 2010.

Assim como em todas as regiões da BHRP, a UPH do Médio Parnaíba também sofre com o problema de secas e estiagens, porém em menor intensidade se comparada com aquelas totalmente inseridas no semiárido. Aqui, os municípios do Médio Parnaíba totalizam 135 ocorrências de secas e estiagens entre 1980 e 2016, sendo que 5 deles já reportaram 10 ou mais eventos cada um, quais sejam, Regeneração, Hugo Napoleão, Angical do Piauí, Curralinhos e Miguel Leão (Tabela 87). Vale ressaltar que células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 87. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Médio Parnaíba no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros																Total Geral			
	1981	1983	1990	1992	1993	1998	1999	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2012	2013		2014	2015	2016
1 Angical do Piauí				1	1					1	1				1	3	1		2	11
2 Caxias	1	1			1									1	1	1			1	7
3 Curralinhos						1		1		1		1		1	1	2	1	1		10
4 Hugo Napoleão				1	1	1		1	1	1	1	1			1	3	1			13
5 Jardim do Mulato					1		1	1						1	1	3	1			9
6 Lagoa do Mato															1	1				2
7 Matões	1	1			1										1	1			1	6
8 Miguel Leão			1	1	1	1									1	2	1	1	1	10
9 Nazária																2	1	1		4
10 Palmeirais				1	1			1		1					1	2	1	1		9
11 Parnarama	1	1			1										1	1				5
12 Regeneração				1	1	1		1	1					1	1	2	1	2	2	14
13 Santo Antônio dos Milagres							1	1					1		1	1				5
14 São Francisco do Maranhão	1				1										1	1				4
15 São João dos Patos	1	1	1												1	1			2	7
16 Sucupira do Riachão															1	1			1	3
17 Timon	1	1			1									1	1	1			2	8
18 União				1	1	1									1	2	1	1		8
Total Geral	6	5	2	6	12	5	2	6	2	4	2	2	1	5	17	30	9	7	12	135

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

Quanto às demandas hídricas, conforme os dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), esta UPH responde por 12% (3,220 m³/s) das retiradas totais da BHRP (27,716 m³/s). Esta é a única UPH em que a principal demanda não é a irrigação, sendo este o caso para todas as demais.

Na UPH do Médio Parnaíba a parcela mais expressiva dos usos consuntivos é o abastecimento humano, representando 60% da demanda hídrica desta UPH. Esta prevalência certamente se deve aos municípios de Timon e Caxias – que são o segundo e terceiro maior município da BHRP e, se situam no Médio Parnaíba – e ao fato de que a agricultura é menos predominante nesta UPH do que em outras regiões da BHRP. Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

O mapa da UPH do Médio Parnaíba é apresentado abaixo na Figura 248. Em seguida, apresenta-se o esquema topológico na Figura 249 na forma de diagrama unifilar, ilustrando a localização das sedes municipais e das estações fluviométricas em relação à rede hidrográfica, bem como os trechos de rios perenes e intermitentes e as informações referentes a fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a UPH.

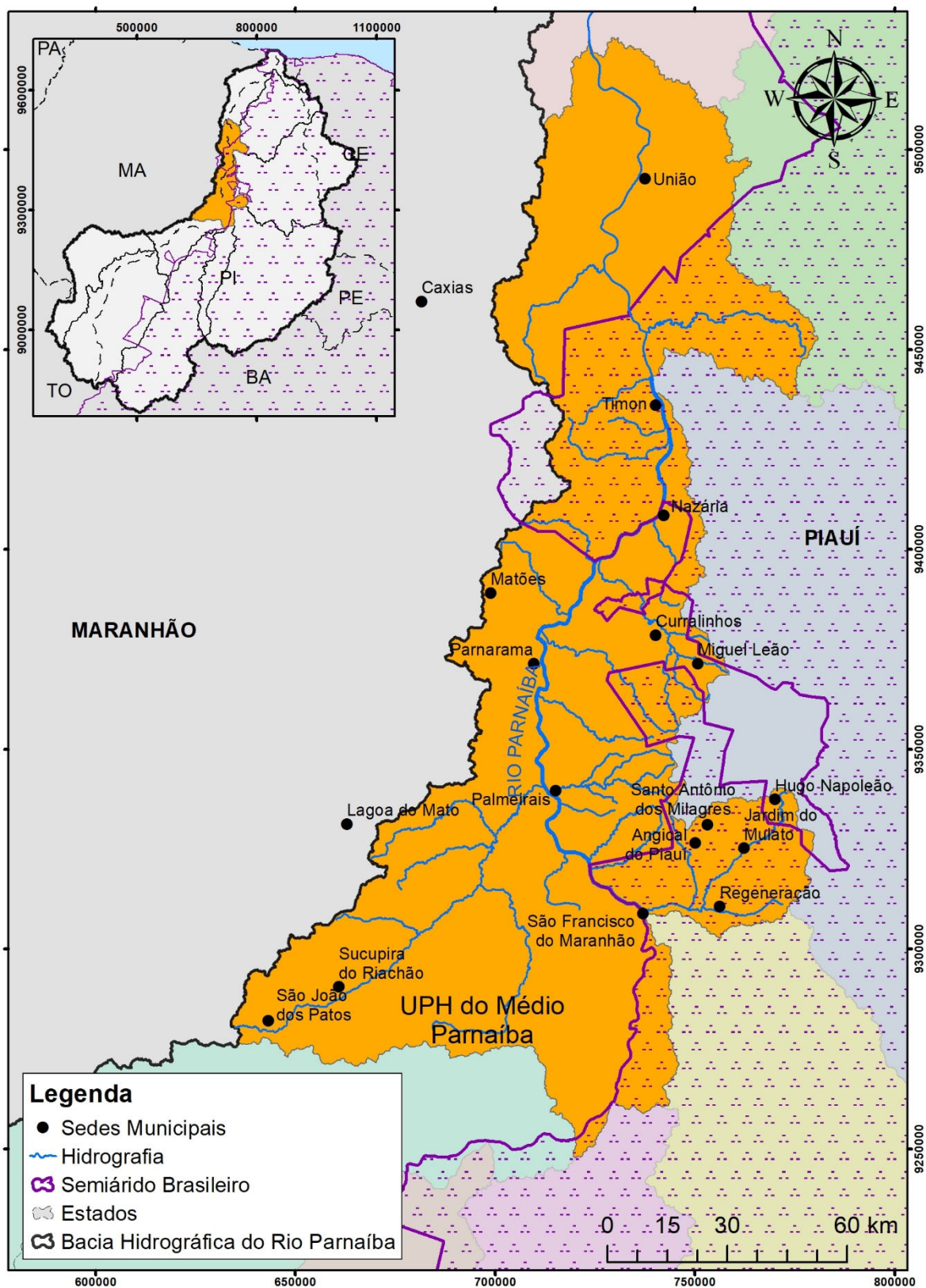


Figura 248 - UPH do Médio Parnaíba no contexto da BHRP
(Mapa 71 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA UPH DO MÉDIO PARNAÍBA

RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS		
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	São Francisco do Maranhão / MA	Subterrâneo
2	Regeneração / PI	Subterrâneo
3	Hugo Napoleão / PI	Subterrâneo
4	Jardim do Mulato / PI	Subterrâneo
5	Santo Antônio dos Milagres / PI	Subterrâneo
6	Angical do Piauí / PI	Subterrâneo
7	Palmeirais / PI	Subterrâneo
8	São João dos Patos / MA	Subterrâneo
9	Sucupira do Riachão / MA	Subterrâneo
10	Parnarama / MA	Subterrâneo
11	Matões / MA	Subterrâneo
12	Miguel Leão / PI	Subterrâneo
13	Curralinhos / PI	Subterrâneo
14	Nazária / PI	Superficial
15	Timon / MA	Subterrâneo
16	Caxias / MA	Misto
17	União / PI	Superficial

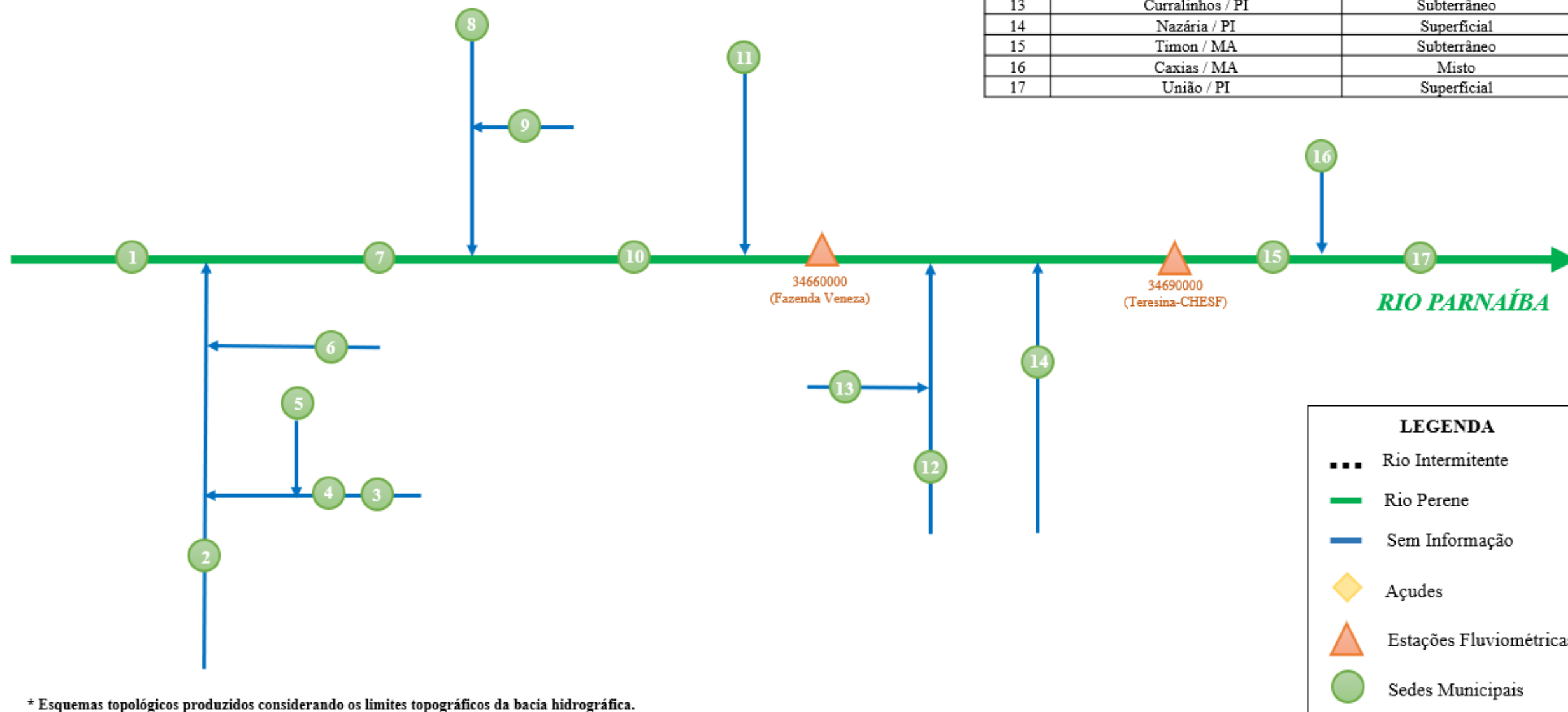


Figura 249. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Médio Parnaíba. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.8. UPH DO POTI

A UPH do Poti é constituída pela bacia do rio de mesmo nome. De acordo com MMA (2006), o rio Poti apresenta-se em regime intermitente no seu alto, médio e baixo curso. Os principais afluentes deste rio pela margem direita são os rios ou riachos: Canudos, Capivara, Macambira, e pela margem esquerda os rios São Vicente, Sambito, Berengas, Cais e Onça (IBGE, 1996, ANA, 2017b).

Essa UPH possui área aproximada de 52.200 km² e abrange 52 municípios, sendo 14 pertencentes ao estado do Ceará e, 38 pertencentes ao estado do Piauí, como pode ser observado na Tabela 88 e Figura 250.

A população da UPH do Poti totaliza aproximadamente 1,5 milhão de habitantes, o equivalente a 32% da população da BHRP. Apesar de ser a UPH mais populosa da BHRP, dos 52 municípios do Poti, 42 possuem menos de 20.000 habitantes e, apenas 3 possuem mais de quarenta mil moradores, sendo Ipú (40.296), Crateús (72.812) e Teresina (814.230).

Tabela 88. População residente em 2010 para os municípios com sede na UPH do Poti.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Agricolândia	PI	5.098	1.496	3.602
2	Água Branca	PI	16.451	1.912	14.539
3	Alto Longá	PI	13.646	6.932	6.714
4	Ararendá	CE	10.491	5.585	4.906
5	Aroazes	PI	5.779	2.349	3.430
6	Assunção do Piauí	PI	7.503	4.125	3.378
7	Barra D'Alcântara	PI	3.852	1.820	2.032
8	Barro Duro	PI	6.607	1.818	4.789
9	Beneditinos	PI	9.911	3.650	6.261
10	Buriti dos Montes	PI	7.974	5.553	2.421
11	Carnaubal	CE	16.746	8.786	7.960
12	Castelo do Piauí	PI	18.336	6.857	11.479
13	Crateús	CE	72.812	20.168	52.644
14	Croatá	CE	17.069	8.031	9.038
15	Demerval Lobão	PI	13.278	2.405	10.873
16	Elesbão Veloso	PI	14.512	4.388	10.124
17	Francinópolis	PI	5.235	1.960	3.275
18	Guaraciaba do Norte	CE	37.775	20.372	17.403
19	Independência	CE	25.573	14.100	11.473
20	Inhuma	PI	14.845	7.566	7.279

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
21	Ipaporanga	CE	11.343	7.207	4.136
22	Ipu	CE	40.296	14.715	25.581
23	Ipueiras	CE	37.862	19.504	18.358
24	Juazeiro do Piauí	PI	4.757	3.278	1.479
25	Lagoa do Piauí	PI	3.863	2.191	1.672
26	Lagoa do Sítio	PI	4.850	3.127	1.723
27	Lagoinha do Piauí	PI	2.656	1.074	1.582
28	Milton Brandão	PI	6.769	5.068	1.701
29	Monsenhor Gil	PI	10.333	5.024	5.309
30	Nova Russas	CE	30.965	7.721	23.244
31	Novo Oriente	CE	27.453	13.223	14.230
32	Novo Oriente do Piauí	PI	6.498	3.218	3.280
33	Novo Santo Antônio	PI	3.260	2.344	916
34	Olho D'Água do Piauí	PI	2.626	1.562	1.064
35	Passagem Franca do Piauí	PI	4.546	2.064	2.482
36	Pau D'Arco do Piauí	PI	3.757	3.201	556
37	Pimenteiras	PI	11.733	6.938	4.795
38	Poranga	CE	12.001	4.203	7.798
39	Prata do Piauí	PI	3.085	533	2.552
40	Quiterianópolis	CE	19.921	13.616	6.305
41	Santa Cruz dos Milagres	PI	3.794	1.667	2.127
42	São Félix do Piauí	PI	3.069	1.428	1.641
43	São Gonçalo do Piauí	PI	4.754	1.446	3.308
44	São João da Serra	PI	6.157	2.710	3.447
45	São Miguel da Baixa Grande	PI	2.110	752	1.358
46	São Miguel do Tapuio	PI	18.134	11.459	6.675
47	São Pedro do Piauí	PI	13.639	5.444	8.195
48	Sigefredo Pacheco	PI	9.619	6.443	3.176
49	Tamboril	CE	25.451	11.249	14.202
50	Teresina	PI	814.230	46.673	767.557
51	Valença do Piauí	PI	20.326	4.528	15.798
52	Várzea Grande	PI	4.336	1.755	2.581
Total			1.497.686	345.238	1.152.448

Fonte: IBGE, 2010

Dentre as UPHs da BHRP, a do Poti é a segunda mais crítica em termos de ocorrências de secas e estiagens, contabilizando 651 registros em seus 52 municípios no período de 1980 a 2016. Nesta UPH, os municípios que mais sofreram com este problema são Independência, Tamboril, São Miguel do Tapuio, Nova Russas, Valença do Piauí e, Castelo do Piauí, todos reportando 20 ou mais ocorrências cada um em 37 anos (Tabela 89). Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 89. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Poti no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros																Total Geral			
	1990	1992	1993	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2012	2013		2014	2015	2016
1 Água Branca		1	1				1		1	1	1				1	3	1	2	3	16
2 Alto Longá	1	1	1		1		1							1	1	3	1	1		12
3 Ararendá			1							1	2	2		1	2	1	2	2	2	16
4 Aroazes	1	1	1	1	1		1		1	1	1	2			1	2	1			15
5 Assunção do Piauí				1	1	1	1	1		1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	19
6 Barro Duro		1	1							1		1			1	2	1			8
7 Beneditinos		1	1				1		1					1	1	2	1	2	1	12
8 Buriti dos Montes			1	1	1		1	1	1	1	1	1		1		2	1	1	1	15
9 Carnaubal			1							1		1		1	2	2	2	2	2	14
10 Castelo do Piauí	1	1	1	1	1	1	1			1	1	2		1	1	2	1	2	2	20
11 Crateús			1				1			1	2	2		1	2	2	2	2	3	19
12 Croatá			1			1				1		1		1	2	1	2	2	3	15
13 Demerval Lobão	1	1	1	1			1								2	1	1	1		10
14 Elesbão Veloso	1	1	1	1	1	1	1					1		1	1	2	1	1	1	15
15 Francinópolis	1	1	1	1	1		1									2	1	1	4	14
16 Guaraciaba do Norte					1					1		1			2	2	2	2	2	13
16 Independência			1		1	1		1			1	2	1	1	2	2	2	2	4	21
16 Inhumas	1	1	1	1			1		1	1	1	1		1	1	2	1		4	18
16 Ipaporanga			1									1		1	2	1	2	2	5	15
16 Ipu										1				1	2	2	2	2	2	12
21 Ipueiras			1							1		1		1	3	1	2	1	1	12
22 Juazeiro do Piauí				1	1		1	1		1	1				1	3	1	1	1	13
23 Lagoa do Piauí				1					1		1			1	1	2		2		9
24 Lagoa do Sítio				1	1		1		1	2	2	1		1	1	1	1	1	1	15
25 Lagoinha do Piauí				1	1		1								1	1	1			6
26 Milton Brandão				1			1								1	2	1	1		7
27 Monsenhor Gil	1	1	1	1							1				1	3	1	1		11
28 Nova Russas			1							1	2	2		1	2	1	2	4	4	20
29 Novo Oriente			1						1	2		1		1	2	2	2	2	2	16
30 Novo Oriente do Piauí	1	1	1	1			1			1	1	1			1	2	1	1		13

Municípios	Anos com registros																Total Geral			
	1990	1992	1993	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2012	2013		2014	2015	2016
31 Novo Santo Antônio					1		1			1		1		1		2	1	1		9
32 Passagem Franca do Piauí			1	1	1		1					1			1	3	1			10
33 Pimenteiras	1	1	1	1	1	1	1			1		1		1	1	2	1	2	2	18
34 Poranga			1				1			1	1	1		1	2	1	2			11
35 Prata do Piauí	1	1	1	1	1		1								1	2	1			10
36 Quitarianópolis			1				1	1		2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	19
37 Santa Cruz dos Milagres		1	1	1			1				1	1			1	3	1	3	2	16
38 São Félix do Piauí	1	1	1	1			1								1	3	1			10
39 São Gonçalo do Piauí		1	1				1			1					1	3	1			9
40 São João da Serra	1	1	1	1	1		1			1		1			1	2	1	1		13
41 São Miguel da Baixa Grande				1			1								1	3	1	1		8
42 São Miguel do Tapuio	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	21
43 São Pedro do Piauí		1	1				1								1	3	1	2	1	11
44 Sigefredo Pacheco			1				1			1		1		1		2	1	1		9
45 Tamboril			1		1	1	1	1		1	2	2		1	2	2	2	2	2	21
46 Teresina		1	1																	2
47 Valença do Piauí	1	1	1	1	1		1		1	1	2	1		1	1	2	1	1	3	20
48 Várzea Grande	1	1	1	1		1	1					1		1	1	2	1	1		13
Total Geral	16	23	38	25	19	9	34	7	10	32	27	40	4	28	59	96	60	60	64	651

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

Quanto às demandas hídricas, conforme os dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), esta UPH responde pela maior parcela de consumo da BHRP (5,641 m³/s), representando aproximadamente 20% do total (27,716 m³/s). Os principais usos são direcionados para irrigação e abastecimento humano, perfazendo 45% e 43% da demanda, respectivamente. A relevância do abastecimento humano nesta UPH, que praticamente se iguala à demanda de irrigação (diferentemente do que ocorre para as outras UPHs), se deve principalmente ao município de Teresina (o maior da BHRP) e, que se situa no Poti. Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

Por estar inserida na zona do semiárido, a UPH do Poti depende de diversos reservatórios estratégicos (açudes) para garantir o abastecimento de água da população e para a dessedentação de animais. Dentre esses reservatórios, os principais dessa UPH são aqueles levantados por ANA (2017d), listados na Tabela 90.

Tabela 90. Principais Açudes existentes na UPH do Poti

Nº	Nome do Açude	Município	Capacidade (hm³)
1	Barra Velha	Independência/CE	99,6
2	Carnaubal	Crateús/CE	80,7
3	Flor do Campo	Novo Oriente/CE	105
4	Jaburu II	Independência/CE	106
5	Realejo	Crateús/CE	31,6
6	Sucesso	Tamboril/CE	10

Fonte: ANA, 2017d

O mapa da UPH do Poti encontra-se na Figura 250, abaixo. Em seguida, no esquema topológico apresentado na Figura 251 na forma de diagrama unifilar pode-se observar a localização das sedes municipais, das estações fluviométricas e dos reservatórios estratégicos (açudes) em relação à rede hidrográfica, bem como os trechos de rios perenes e intermitentes e a fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a UPH.



Figura 250 - UPH do Poti no contexto da BHRP
(Mapa 72 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA UPH DO POTI

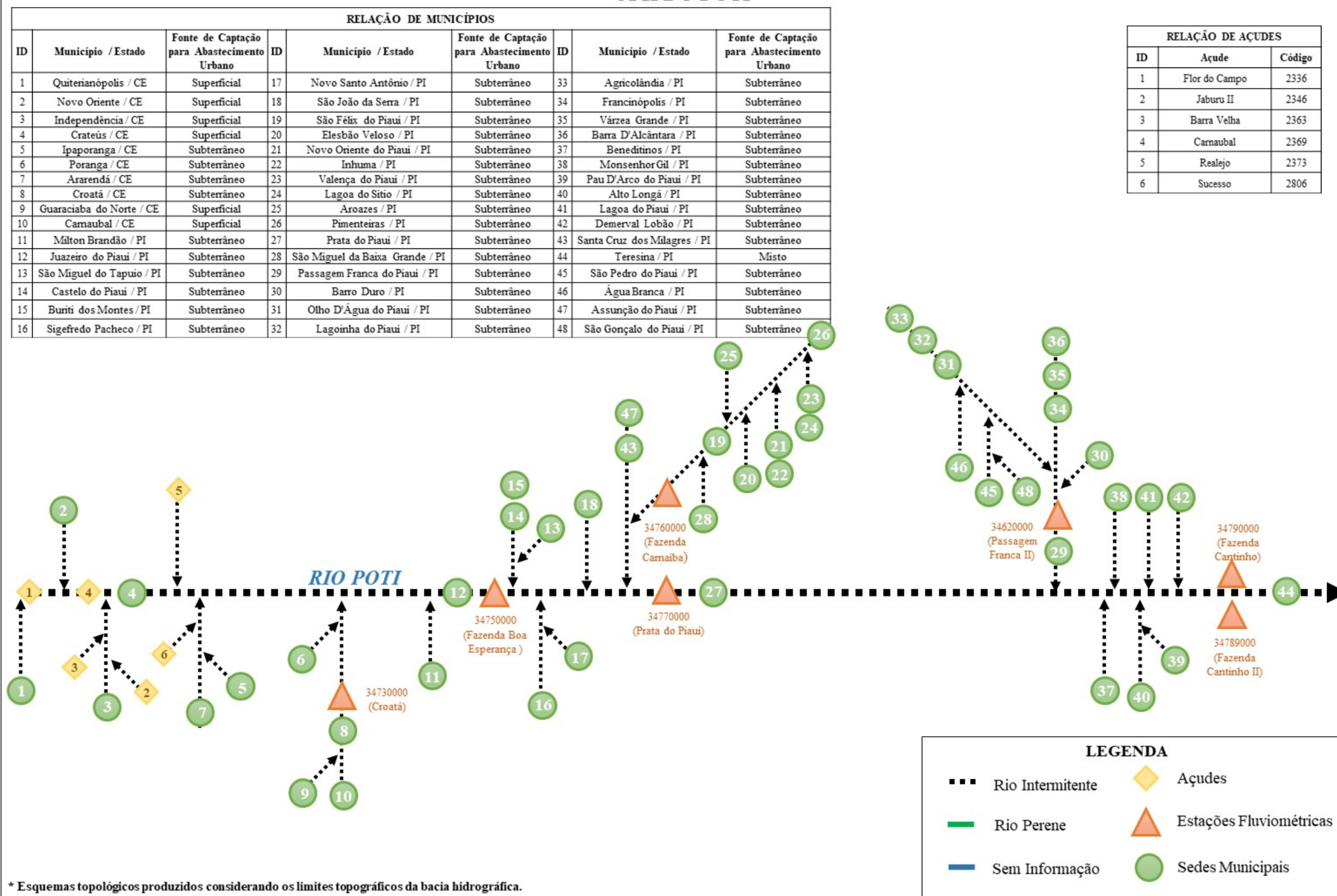


Figura 251. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Poti. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.9. UPH DO LONGÁ

A UPH do Longá é formada pela bacia hidrográfica do Rio Longá, cuja área é de 24.200 km², equivalente a 7% da BHRP. O Longá é um rio perene no médio e baixo curso e, alimenta inúmeras lagoas de pequeno porte. Os principais tributários deste rio pela margem esquerda são os rios Maratoã, Surubim e Taquati; e, pela margem direita, os rios Jenipapo, Corrente, Caldeirão, dos Matos e Piracuruca (MMA, 2006; CODEVASF, 2006a; ANA, 2017g).

Esta UPH abrange 31 municípios, sendo 4 do Ceará e, 27 do Piauí, somando uma população de 648.567 pessoas. Esta é a quarta maior UPH em termos de população, correspondendo a 14% da população total da BHRP. Apesar de populosa, verifica-se que praticamente a metade dos municípios desta UPH possui menos de 10.000 habitantes, sendo que os maiores municípios são Tianguá e Piri-piri, com 68.892 e 61.834 habitantes, respectivamente. (Tabela 91 e Figura 252).

Tabela 91. População residente em 2010 para os municípios com sede na UPH do Longá.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Altos	PI	38.822	11.434	27.388
2	Barras	PI	44.850	22.724	22.126
3	Batalha	PI	25.774	16.167	9.607
4	Boa Hora	PI	6.296	4.772	1.524
5	Boqueirão do Piauí	PI	6.193	3.527	2.666
6	Brasileira	PI	7.966	4.483	3.483
7	Buriti dos Lopes	PI	19.074	8.780	10.294
8	Cabeceiras do Piauí	PI	9.928	8.271	1.657
9	Campo Maior	PI	45.177	11.656	33.521
10	Capitão de Campos	PI	10.953	4.606	6.347
11	Caraúbas do Piauí	PI	5.525	4.553	972
12	Caxingó	PI	5.039	4.073	966
13	Cocal de Telha	PI	4.525	1.858	2.667
14	Cocal dos Alves	PI	5.572	3.790	1.782
15	Coivaras	PI	3.811	2.638	1.173
16	Domingos Mourão	PI	4.264	3.306	958
17	Esperantina	PI	37.767	14.609	23.158
18	Ibiapina	CE	23.808	13.065	10.743
19	Jatobá do Piauí	PI	4.656	3.768	888
20	José de Freitas	PI	37.085	15.484	21.601
21	Lagoa Alegre	PI	8.008	4.966	3.042

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
22	Lagoa de São Francisco	PI	6.422	4.330	2.092
23	Nossa Senhora de Nazaré	PI	4.556	3.193	1.363
24	Pedro II	PI	37.496	14.830	22.666
25	Piracuruca	PI	27.553	8.306	19.247
26	Piripiri	PI	61.834	17.294	44.540
27	São Benedito	CE	44.178	19.624	24.554
28	São João da Fronteira	PI	5.608	3.336	2.272
29	São José do Divino	PI	5.148	2.438	2.710
30	Tianguá	CE	68.892	23.073	45.819
31	Ubajara	CE	31.787	16.437	15.350
Total			648.567	281.391	367.176

Fonte: IBGE, 2010

Conforme se verifica na Tabela 92, todos os municípios dessa UPH já reportaram mais de 5 vezes, problemas de seca ou estiagem no período de 1980 a 2016, somando 297 ocorrências. Destes, aproximadamente 40% foram impactados mais de 10 vezes no período, sendo Tianguá e Coivaras os mais críticos, com 14 episódios em 37 anos cada um. Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 92. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Longá no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros																	Total Geral		
	1980	1990	1992	1993	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2010	2012	2013	2014		2015	2016
1 Altos		1	1	1				1						1	1	3	1	2		12
2 Barras			1	1											1	3	1			7
3 Batalha		1	1	1	1			1			1				1	3	1			11
4 Boa Hora								1		1				1		2	1	2		8
5 Boqueirão do Piauí								1							1	3	1	2	1	9
6 Brasileira				1	1			1		1	1	1				1	1	1		9
7 Buriti dos Lopes	1		1	1	1										1	3	2			10
8 Cabeceiras do Piauí				1				1			1		1	1	1	3	1	1		11
9 Campo Maior		1	1	1				1			1			1	1	3	1	1		12

Municípios	Anos com registros																Total Geral			
	1980	1990	1992	1993	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2010	2012	2013		2014	2015	2016
10 Capitão de Campos			1	1				1							1	3	1	1		9
11 Caraúbas do Piauí					1										1	3	1			6
12 Caxingó					1	1								1	1	3	1			8
13 Cocal de Telha							1			1		1	1	1	1	3	1	1		10
14 Cocal dos Alves						1				1	2	1	1	1	1	3	1			11
15 Coivaras				1			1						1	1	1	3	1	1	4	14
16 Domingos Mourão		1	1	1	1			1						1	1	2	1	1		11
16 Esperantina			1	1	1			1						1	1	3	1	1		11
16 Ibiapina							1								2	1	2	2		8
16 Jatobá do Piauí								1						1	1	2	1	1		7
16 José de Freitas		1	1	1	1										1	3	1			9
21 Lagoa Alegre				1	1									1	1	1				5
22 Lagoa de São Francisco								1							1	1	1	1		5
23 Nossa Senhora de Nazaré								1							1	3	1	1		7
24 Pedro II		1	1	1	1			1							1	2	1	1	1	11
25 Piracuruca			1	1				1		1					1	3	1	1		10
26 Piripiri			1	1				1							1	3	1	1		9
27 São Benedito										1		1			2	2	2	3	2	13
28 São João da Fronteira				1	1			1		1			1	1	1	3	1	1		11
29 São José do Divino				1				1		1			1	1	1	3	1		1	10
30 Tianguá				1					1				2		2	2	2	2	2	14
31 Ubajara				1											2	2	2	2		9
Total Geral	1	6	12	20	11	2	1	20	1	3	9	3	7	14	33	78	35	30	11	297

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

No que diz respeito às demandas hídricas, conforme dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), esta UPH é a segunda maior em termos de demanda hídrica, apresentando vazão de retirada de 4,742 m³/s, o equivalente a 17% do total da BHRP. O principal indutor dessa demanda consiste na irrigação, com 73% do consumo, acompanhado, em seguida, do abastecimento

humano, com 20%. Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

Por estar inserida na zona do semiárido, a UPH do Longá depende de diversos reservatórios estratégicos (açudes) para garantir o abastecimento de água à população e para a dessedentação de animais. Dentre esses reservatórios, os principais dessa UPH são aqueles levantados por ANA (2017d), listados na Tabela 93.

Tabela 93. Principais Açudes existentes na UPH do Longá

Nº	Nome	Município	Capacidade (hm³)
1	Jaburu I	Ubajara/CE	138,1
2	Joana	Pedro II/PI	10,7
3	Piracuruca	Piracuruca/PI	250,0

Fonte: ANA, 2017d

No esquema topológico apresentado na Figura 253 na forma de diagrama unifilar pode-se verificar a localização das sedes municipais, das estações fluviométricas e dos reservatórios estratégicos (açudes) em relação à rede hidrográfica. Além disso, foi possível identificar os trechos de rios perenes e intermitentes e, a fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a UPH.

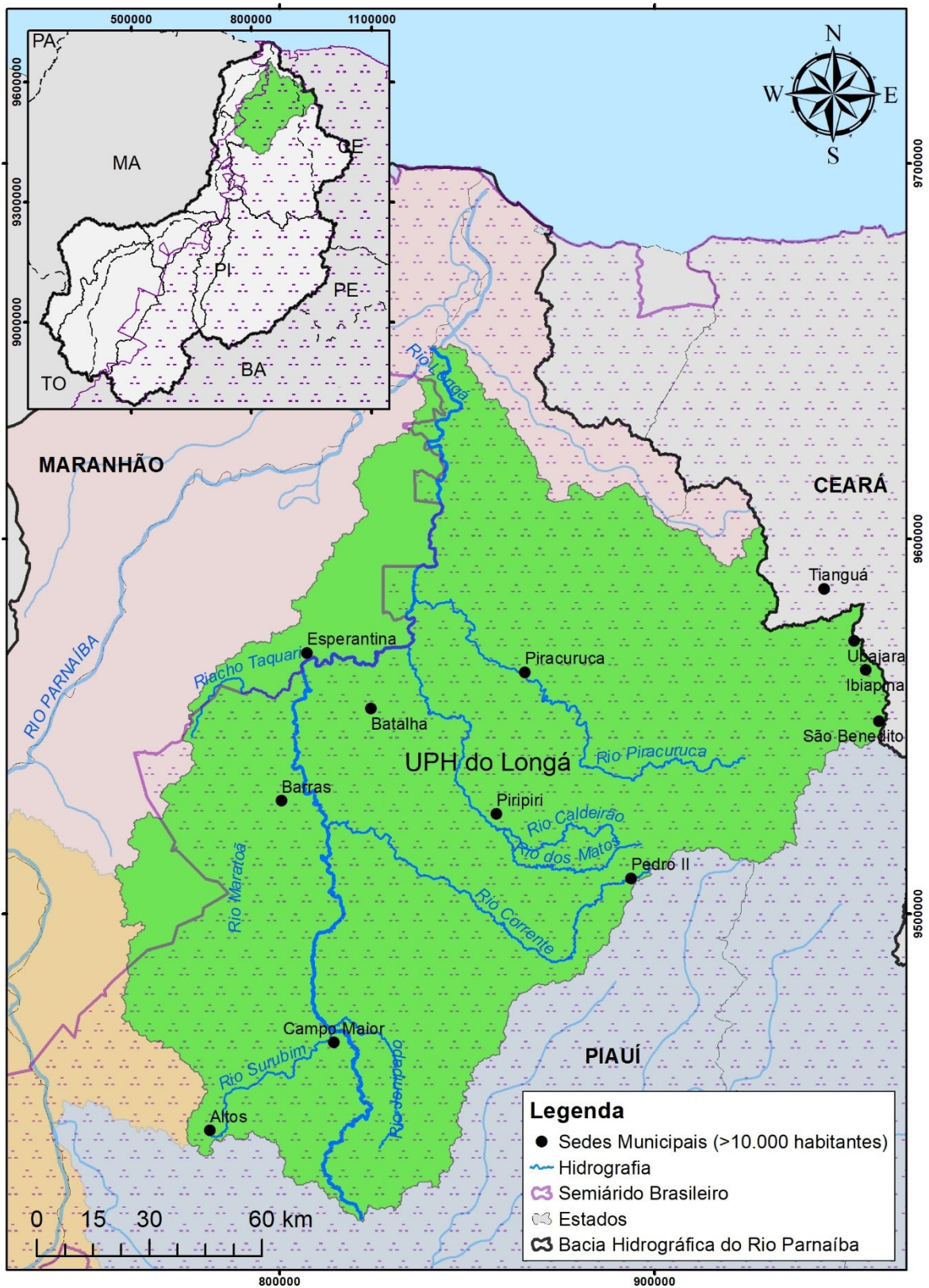
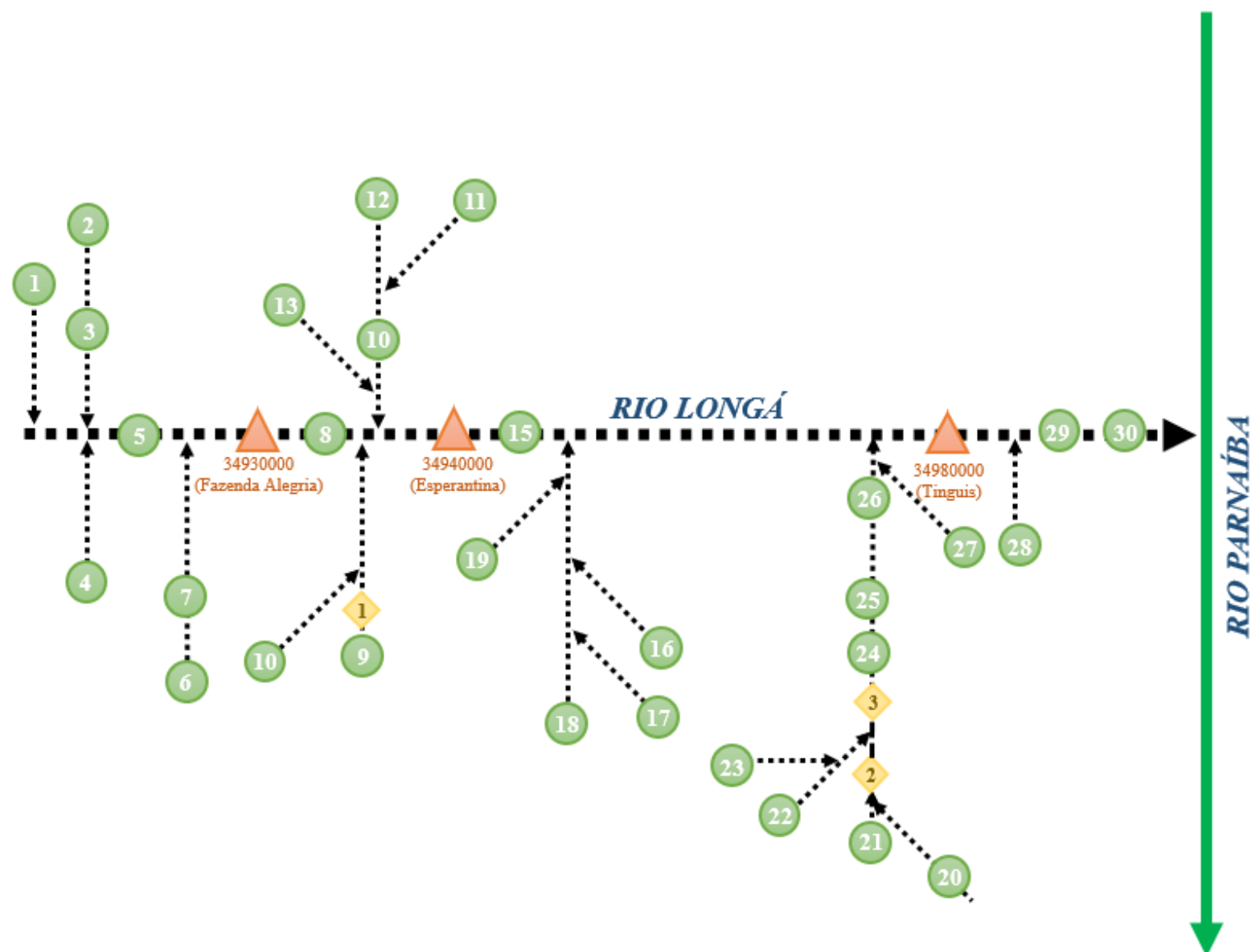


Figura 252 - UPH do Longá no contexto da BHRP
(Mapa 73 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

**ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES
MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA
UPH LONGÁ**



RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS		
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	Coivaras / PI	Subterrâneo
2	Campo Maior / PI	Subterrâneo
3	Altos / PI	Subterrâneo
4	Jatobá do Piauí / PI	Subterrâneo
5	Nossa Senhora de Nazaré / PI	Subterrâneo
6	Cocal de Telha / PI	Subterrâneo
7	Boqueirão do Piauí / PI	Subterrâneo
8	Boa Hora / PI	Subterrâneo
9	Pedro II / PI	Superficial
10	Capitão de Campos / PI	Subterrâneo
11	Lagoa Alegre / PI	Subterrâneo
12	José de Freitas / PI	Subterrâneo
13	Cabeceiras do Piauí / PI	Subterrâneo
14	Barras / PI	Superficial
15	Esperantina / PI	Superficial
16	Brasileira / PI	Subterrâneo
17	Piripiri / PI	Misto
18	Lagoa de São Francisco / PI	Subterrâneo
19	Batalha / PI	Subterrâneo
20	Ibiapina / CE	Superficial
21	Ubajara / CE	Superficial
22	São Benedito / CE	Superficial
23	Domingos Mourão / PI	Subterrâneo
24	São João da Fronteira / PI	Subterrâneo
25	Piracuruca / PI	Superficial
26	São José do Divino / PI	Subterrâneo
27	Cocal dos Alves / PI	Subterrâneo
28	Caraúbas do Piauí / PI	Subterrâneo
29	Caxingó / PI	Subterrâneo
30	Buriti dos Lopes / PI	Subterrâneo

RELAÇÃO DE AÇUDES		
ID	Açude	Código
1	Joana	3373
2	Jaburu I	3379
3	Piracuruca	21662

LEGENDA

- Rio Intermitente
- Rio Perene
- Sem Informação
- ◆ Açudes
- ▲ Estações Fluviométricas
- Sedes Municipais

* Esquemas topológicos produzidos considerando os limites topográficos da bacia hidrográfica.

Figura 253. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Longá. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.1.10. UPH DO BAIXO PARNAÍBA

A UPH do Baixo Parnaíba é formada pela bacia incremental do rio Parnaíba no trecho que compreende desde a estação fluviométrica 34820000, no município de Coelho Neto, até a foz no Delta do Rio Parnaíba, excluindo-se a UPH do Longá.

O rio Parnaíba no seu baixo curso se comporta como um rio de planície, com declividade muito baixa (até 50 cm/km), bem como baixa velocidade de escoamento e extensa largura. Nesse curso o rio tem reduzido perfil batimétrico, notadamente na estação seca, e recebe contribuições diretas de diversos pequenos cursos de água, sendo notória a ocorrência de grandes bancos de areia em seu leito, depositados pelas suas próprias águas (CODEVASF, 2016).

Esta UPH possui uma área de aproximadamente 14.400 km² e abrange 31 municípios, sendo 13 no estado do Maranhão, 1 do Ceará e, 17 do Piauí, reunindo uma população de 744.358 habitantes (Tabela 91 e Figura 252.) Verifica-se que mais da metade dos municípios possui menos de 20.000 habitantes, sendo Joca Marques o menor, com 5.100 habitantes. Por outro lado, os maiores municípios são Tutóia, Viçosa do Ceará e, Parnaíba, com 52.788, 54.955 e 145.705 habitantes, respectivamente.

Tabela 94. População residente em 2010 para os municípios com sede na UPH do Longá.

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
1	Água Doce do Maranhão	MA	11.581	8.448	3.133
2	Anapurus	MA	13.939	6.775	7.164
3	Araioses	MA	42.505	30.460	12.045
4	Bom Princípio do Piauí	PI	5.304	3.650	1.654
5	Brejo	MA	33.359	21.019	12.340
6	Buriti	MA	27.013	18.614	8.399
7	Campo Largo do Piauí	PI	6.803	5.373	1.430
8	Cocal	PI	26.036	14.016	12.020
9	Coelho Neto	MA	46.750	8.021	38.729
10	Duque Bacelar	MA	10.649	5.309	5.340
11	Ilha Grande	PI	8.914	1.469	7.445
12	Joaquim Pires	PI	13.817	9.561	4.256
13	Joca Marques	PI	5.100	3.423	1.677
14	Luís Correia	PI	28.406	15.761	12.645
15	Luzilândia	PI	24.721	11.453	13.268
16	Madeiro	PI	7.816	4.452	3.364
17	Magalhães de Almeida	MA	17.587	8.624	8.963
18	Matias Olímpio	PI	10.473	5.677	4.796
19	Miguel Alves	PI	32.289	21.578	10.711

Nº	Municípios	UF	Pop. Total 2010 (hab.)	Pop. Rural 2010 (hab)	Pop. Urbana 2010 (hab)
20	Milagres do Maranhão	MA	8.118	6.358	1.760
21	Morro do Chapéu do Piauí	PI	6.499	4.201	2.298
22	Murici dos Portelas	PI	8.464	6.775	1.689
23	Nossa Senhora dos Remédios	PI	8.206	4.513	3.693
24	Parnaíba	PI	145.705	8.220	137.485
25	Porto	PI	11.897	4.394	7.503
26	Santa Quitéria do Maranhão	MA	29.191	15.050	14.141
27	Santana do Maranhão	MA	11.661	9.819	1.842
28	São Bernardo	MA	26.476	14.676	11.800
29	São João do Arraial	PI	7.336	3.635	3.701
30	Tutóia	MA	52.788	34.108	18.680
31	Viçosa do Ceará	CE	54.955	37.128	17.827
Total			744.358	352.560	391.798

Fonte: IBGE, 2010.

Como se pode verificar pela Tabela 95, todos os municípios dessa UPH já reportaram problemas de seca ou estiagem entre 1980 e 2016. Destes, 22 já registraram mais de 5 ocorrências no período, sendo Viçosa do Ceará e Cocal os mais críticos, com 15 e 14 episódios, respectivamente, em 37 anos. Vale ressaltar que as células em branco na referida tabela indicam que não houve registros de secas e estiagens naqueles anos.

Tabela 95. Ocorrências de secas e estiagens registradas pela Defesa Civil nos municípios da UPH do Baixo Parnaíba no período de 1980 a 2016.

Municípios	Anos com registros																	Total Geral		
	1980	1981	1983	1992	1993	1998	1999	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2012	2013	2014		2015	2016
1 Água Doce do Maranhão															1	1				2
2 Anapurus		1	1		1									1	1	1		1		7
3 Araióses		1	1											1						3
4 Bom Princípio do Piauí					1		1	1		1					1	3	1	2		11
5 Brejo			1		1									1	1	1		1		6
6 Buriti		1	1		1									1	1	1				6
7 Campo Largo do Piauí															1	3	1		1	6
8 Cocal				1	1	1		1		1	1		1	1	1	2	1	2		14
9 Coelho Neto			1		1									1	1	1		1		6
10 Duque Bacelar		1	1		1									1	1	1			1	7
11 Ilha Grande						1										2	1			4

Municípios	Anos com registros																Total Geral			
	1980	1981	1983	1992	1993	1998	1999	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2012	2013		2014	2015	2016
12 Joaquim Pires	1			1	1	1								1	1	3	1	1		11
13 Joca Marques						1								1	1	3	1			7
14 Luís Correia	1			1	1	1		1	1						1	3	1	1		12
15 Luzilândia	1			1	1	1	1	1						1	1	3	1			12
16 Madeiro						1								1	1	2	1			6
16 Magalhães de Almeida			1		1										1	1				4
16 Matias Olímpio	1			1	1			1		1						2	1	2		10
16 Miguel Alves				1	1					1					1	3	1		1	9
16 Milagres do Maranhão														1	1	1				3
21 Morro do Chapéu do Piauí					1	1								1	1	3	1	1		9
22 Murici dos Portelas						1				1					1	2	1			6
23 Nossa Senhora dos Remédios				1	1											2	1	1		6
24 Parnaíba	1			1	1	1														4
25 Porto				1	1	1	1							1	1	2	1			9
26 Santa Quitéria do Maranhão			1		1									1	1	1				5
27 Santana do Maranhão																1				1
28 São Bernardo		1	1		1									1	1	2				7
29 São João do Arraial						1		1							1	3	1			7
30 Tutóia			1											1						2
31 Viçosa do Ceará								1		2	1	1		1	2	2	2	1	2	15
32 Total Geral	5	5	10	9	19	12	3	7	1	7	2	1	1	18	25	55	18	14	5	217

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2018). Elaboração própria.

No que diz respeito às demandas hídricas, conforme dados do Estudo de Estimativas de Demandas e Usos Consuntivos de Água (ANA, 2016a), esta UPH apresenta uma vazão de retirada de 4,698 m³/s, o que corresponde a 17% da demanda total da BHRP, colocando-a na 3ª posição de maior consumo de água dentre as UPHs. A principal demanda hídrica é voltada para a irrigação, com 67% do total, seguido do uso para abastecimento humano, com 24%. Vale salientar que o referido estudo de demandas (ANA, 2016a) foi utilizado nos balanços hídricos, que conduziram à identificação de conflitos quanti-qualitativos nesta UPH.

No esquema topológico apresentado na Figura 253 na forma de diagrama unifilar pode-se observar a localização das sedes municipais e das estações fluviométricas em relação à rede hidrográfica. Além disso, foi possível identificar os trechos de rios perenes e intermitentes e, a fonte de captação para o abastecimento urbano (se superficial ou subterrâneo) de cada município pertencente a UPH.

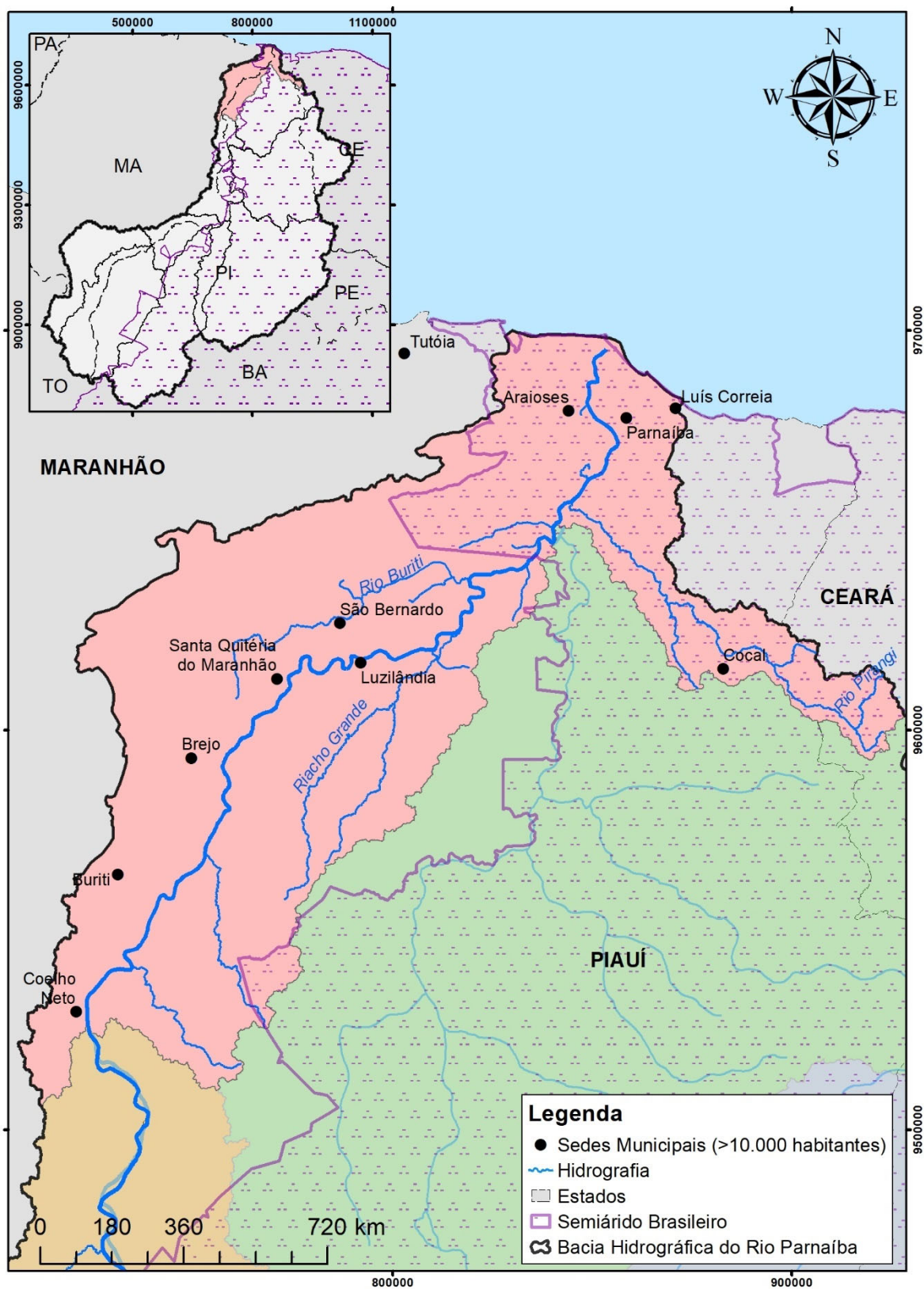


Figura 254 - UPH do Baixo Parnaíba no contexto da BHRP
(Mapa 74 do RF - Caderno de Mapas, reduzido).

ESQUEMA TOPOLÓGICO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E DAS SEDES MUNICIPAIS EM RELAÇÃO À HIDROGRAFIA UPH DO BAIXO PARNAÍBA

RELAÇÃO DE MUNICÍPIOS					
ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano	ID	Município / Estado	Fonte de Captação para Abastecimento Urbano
1	Coelho Neto / MA	Subterrâneo	14	Luzilândia / PI	Superficial
2	Duque Bacelar / MA	Superficial	15	São João do Arraial / PI	Subterrâneo
3	Miguel Alves / PI	Misto	16	Morro do Chapéu do Piauí / PI	Subterrâneo
4	Buriti / MA	Superficial	17	Joaquim Pires / PI	Superficial
5	Nossa Senhora dos Remédios / PI	Subterrâneo	18	Magalhães de Almeida / MA	Subterrâneo
6	Porto / PI	Superficial	19	Murici dos Portelas / PI	Superficial
7	Campo Largo do Piauí / PI	Subterrâneo	20	São Bernardo / MA	Superficial
8	Brejo / MA	Superficial	21	Cocal / PI	Subterrâneo
9	Matias Olímpio / PI	Misto	22	Santana do Maranhão / MA	Subterrâneo
10	Milagres do Maranhão / MA	Superficial	23	Araioses / MA	Superficial
11	Santa Quitéria do Maranhão / MA	Misto	24	Parnaíba / PI	Superficial
12	Madeiro / PI	Superficial	25	Ilha Grande / PI	Superficial
13	Joca Marques / PI	Misto	26	Luis Correia / PI	Superficial

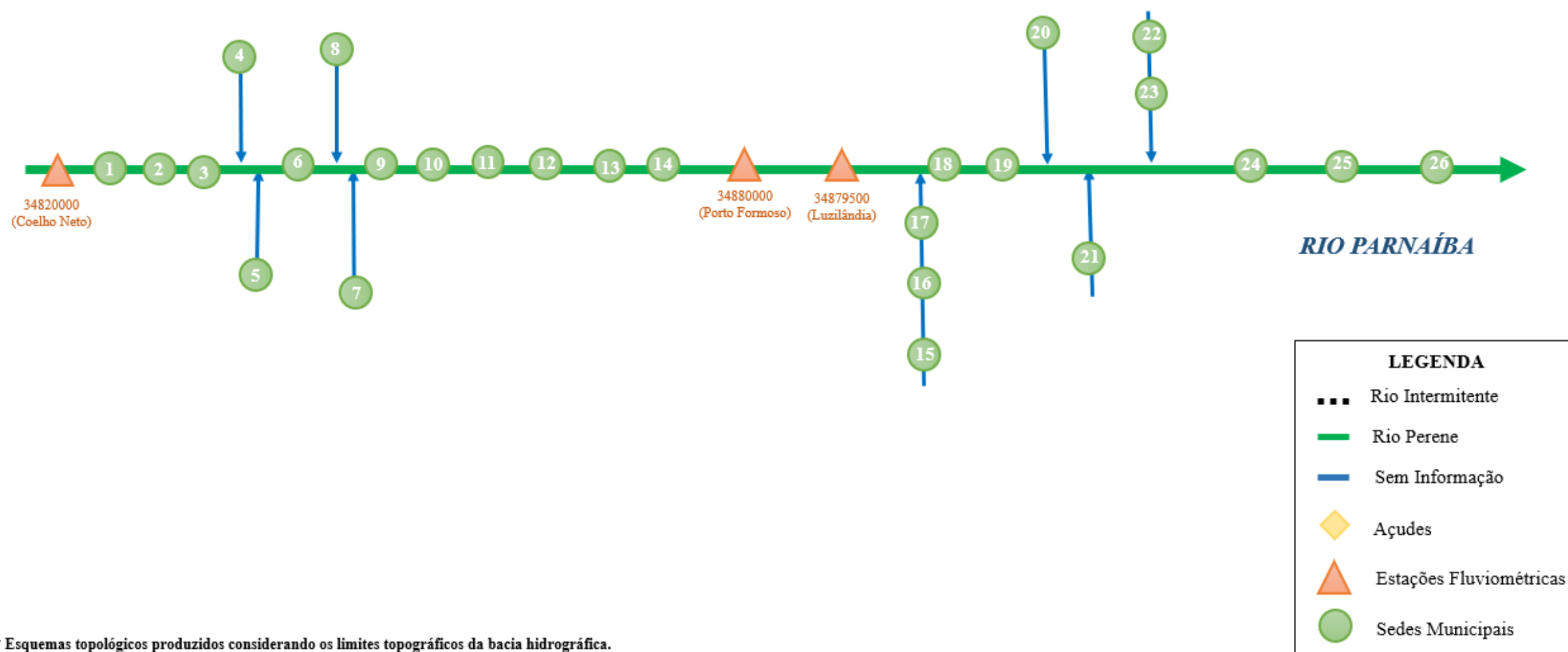


Figura 255. Esquema Topológico da Unidade de Planejamento Hidrológico do Baixo Parnaíba. Fonte de dados: MMA, 2006; ANA, 2010b; ANA, 2017d.

10.2. CADERNO DE MAPAS

O Caderno de Mapas é composto por 74 mapas em tamanho A0 e, se encontra em um único volume à parte.

11. ANEXOS

A seguir apresenta-se a relação dos anexos que compõe este relatório, os quais se encontram em único volume à parte.

11.1. ANEXO A

- Relação de Municípios e população residente (Censo 2010).

11.2. ANEXO B

- Planos e Legislações na BHRP

11.3. ANEXO C

- Instituições e Atribuições na Gestão da BHRP

11.4. ANEXO D

- Caracterização da Amostra da Pesquisa Semiestruturada

11.5. ANEXO E

- Demandas Médias Anuais por Município e Tipo de Uso

11.6. ANEXO F

- Índices Urbanos de Coleta e Tratamento de Esgotos e Estimativas de Carga por Município

12. EQUIPE TÉCNICA

Equipe Técnica da Codevasf:

Decisões nº 1522/2017, nº 1565/2017, nº 2027/2017, nº 800/2018, nº 669/2019, nº 1024/2019 e nº 1258/2019

- Arielle Marie Matos Monteiro
- Aristóteles Fernandes de Mello
- Camilo Cavalcante de Souza
- Daniel Ricardo Borges de Oliveira
- Fabrício de Sousa Líbano
- José Orlando Soares de Oliveira
- Leila Lopes da Mota
- Lúcio Mauro Batista Aveiro
- Márcio Adalberto Andrade
- Maximiliano Saraiva Arcoverde
- Talita Salomão de Oliveira Valença

Equipe Técnica do Consórcio Nascente à Foz

Equipe Chave

Função	Nome	Empresa
Coordenador Geral	Ciro Loureiro Rocha	MPB Engenharia
Coordenador Técnico	Bertoldo Silva Costa	MPB Engenharia
Especialista em Hidrologia	Héctor Raúl Muñoz Espinosa	MPB Engenharia
Especialista em Qualidade da Água	Alexandre Cesar Beck de Souza	Beck de Souza
Especialista em Geologia/Hidrogeologia	Juliana Sarti Roscoe	MPB Engenharia
Especialista em Saneamento Ambiental	Paulo José Aragão	MPB Engenharia
Especialista em Drenagem e Irrigação	Valmir Antunes da Silva	MPB Engenharia
Especialista em Socioeconomia	Luciana Cristina Oliveira Guerra	MPB Engenharia

Equipe de Apoio

Função	Nome	Empresa
Engenheiro Júnior	Abelardo Cerqueira de Moura Bezerra	Beck de Souza
Engenheiro Júnior	Marta Cristina Penno	MPB Engenharia
Engenheiro Júnior	Renê Lebarbenchon Macêdo	MPB Engenharia
Especialista em Geoprocessamento	Arilson Vagner Volker	Beck de Souza
Técnico em Geoprocessamento	Leandro Machado Costa	MPB Engenharia
Auxiliar Administrativo	Gilvan Leal da Costa	MPB Engenharia

Equipe Eventual

Função	Nome
Consultor: Uso e Ocupação dos Solos	Augusto Cesar Zeferino
Consultor: Aproveitamentos Hidrelétricos	André Labanowski
Consultor: Aquicultura e Pesca	Evandro Carvalho de Aragão
Consultor: Aspectos legais e Institucionais	Márcio Luiz Aguiar
Consultor: Mobilização Social	Ledson Kurtz de Almeida
Consultor: Transporte Aquaviário	André Labanowski
Consultor: Antropologia e Aspectos Socioculturais	Ledson Kurtz de Almeida

Equipe Complementar

Função	Nome	Empresa
Especialista em Geoprocessamento	Fábio Ribeiro de Souza	MPB Engenharia
Engenheiro Júnior	Gustavo Machado Costa	MPB Engenharia
Engenheiro Júnior	Rogério Freire de Oliveira	MPB Engenharia
Especialista em Meio Biótico	Débora Penha Pinto	MPB Engenharia
Especialista em Meio Biótico	Geisa Piovesan	MPB Engenharia
Especialista em Meio Biótico	Antônio Tolentino Piau	MPB Engenharia
Especialista em Uso e Ocupação dos Solos	Edson Fossatti Gonçalves	Contratado