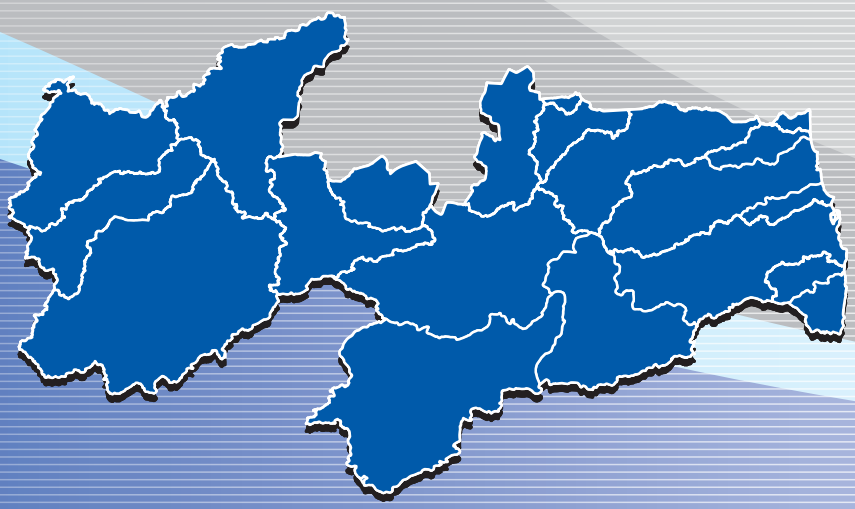
GOVERNO DA PARAÍBA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA



RF-02 B - DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

MARÇO DE 2022

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA

Contrato nº 03/2018
Convênio MMA/SRHQ Nº 6/2016 - SICONV Nº 823567/2015

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

RF-02 B - DIAGNÓSTICO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

MARÇO/2022

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Jair Messias Bolsonaro
Presidente

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
Rogério Simonetti Marinho
Ministro

SECRETARIA NACIONAL DE SEGURANÇA HÍDRICA
Sérgio Luiz Soares de Souza Costa
Secretário

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA
João Azevêdo Lins Filho
Governador

Ana Lígia Costa Feliciano
Vice Governadora

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
Deusdete Queiroga Filho
Secretário de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE
Virgiane da Silva Melo Amaral
Secretária Executiva

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA
Porfírio Catão Cartaxo Loureiro
Diretor Presidente

Beranger Arnaldo de Araújo
Diretor Executivo de Acompanhamento e Controle

Waldemir Fernandes de Azevedo
Diretor Executivo de Gestão e Apoio Estratégico

Joacy Mendes da Nóbrega
Diretor Executivo Administrativo Financeiro

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CERH
Deusdete Queiroga Filho - Presidente
Porfírio Catão Cartaxo Loureiro - Secretário Executivo

	CONSELHEIROS	ENTIDADES
1	Ricardo Lavor Cavalcanti	SEPLAG
2	Efraim de Araújo Morais	SEDAP
3	Virgiane da Silva Melo Amaral	SEIRHMA
4	Manuel dos Santos Lima	SES
5	Beranger Arnaldo de Araújo	AESA
6	Marcelo Antônio C. C. de Albuquerque	SUDEMA
7	Osvaldo José Guerra Guimarães	AGEVISA
8	João Ferreira Gonçalves Filho	EMPAER
9	Danilo Augusto Santos de Magalhães	DNOCS
10	Ronilson José da Paz	IBAMA
11	Manoel Porfírio Neves	FAMUP
12	Thiago Pessoa de Sousa	CAGEPA
13	Fábio Sinval Ferreira	FIEP/SINDUSCON
14	Domingos Lelis Filho	SEMAR
15	Francisco Siqueira de Lima Neto	ASPLAN
16	Edmundo Coelho Barbosa	SINDALCOOL
17	Guttemberg da Silva Silvino	UFPB
18	George do Nascimento Ribeiro	UFCG
19	José Etham de Lucena Barbosa	UEPB
20	Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro	ABRH
21	Jaqueline Pequeno da Silva	ABES
22	André da Silva Santos	Comitê Rio Paraíba
23	Maria Edelcides Gondim de Vasconcelos	Comitê Bacias Litoral Sul
24	Mirella Leôncio Motta e Costa	Comitê Bacias Litoral Norte
25	Waldemir Fernandes de Azevedo	Comitê Piancó-Piranhas-Açu

CÂMARAS TÉCNICAS DO CERH

Assuntos Legais e Institucionais e Integração de Procedimentos - CTIL
Ronaldo Batista Guedes Júnior - AESA
Danilo da Silva Maciel - CBH/LN
Alberto Vieira Atayde - FAEPA
Samara Galvão da Silva - SUDEMA
Waldemir Fernandes Azevedo - CBH/PPA

Gestão Integrada - CTGI
Ana Emília Duarte Barbosa Paiva - AESA
Walace Medeiros de Oliveira - CBH/PPA
Edmundo Coelho Barbosa - SINDALCOOL
Demilson Lemos de Araújo - SEDAP
Ana Cristina Souza e Silva - UFPB

Temas Especiais - CTTE
Ricardo Simplício Mota - SEIRHMA
Maria Edelcides Gondim de Vasconcelos - CBH/LS
Carolina Baracuhy Amorim A. Sacuma - CAGEPA
Danilo Augusto Santos de Magalhães - DNOCS
Gerald Norbert Souza da Silva - UFPB

COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DA PARAÍBA

Comitês Estaduais
Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte - CBH/LN
Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul - CBH/LS
Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba - CBH/PB

Comitê Federal
Comitê das Bacias Hidrográficas do Piancó-Piranhas-Açu - CBH/PPA

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DO PERH - GAP

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DA PARAÍBA - AESA

Gestão do Contrato
Beranger Arnaldo de Araújo
Maria Itaci Costa Leal - Secretária

Equipe de Acompanhamento
Waldemir Fernandes de Azevedo
João Pedro Chaves da Silva Rodrigues

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
Tainah Sá Braga Farias
Itaragil Venâncio Marinho
Bárbara Meira de Oliveira

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA - CAGEPA
Ronaldo Amâncio Menezes
Everaldo Pinheiro do Egito
Otoniel Pedrosa de Alencar

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO DA AGROPECUÁRIA E DA PESCA - SEDAP
Demilson Lemos de Araújo
Flávio Isaac Ferreira Gomes
José Marinho de Lima

CÂMARA TÉCNICA DE GESTÃO INTEGRADA - CTGI
Walace Medeiros de Oliveira
Mirella Leôncio Motta e Costa

EQUIPE TÉCNICA DA IBI ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

Coordenação Técnica
Hypérides Pereira de Macedo
Iuri José Alves de Macedo
Maria Vilalba Alves de Macedo

Equipe Técnica
Bruno Dias Rodrigies - FUNCEME (Meteorologista Consultado)
Emerson da Silva Freitas - Engenheiro Civil
Francisco Ananias de Paula Coelho - Engenheiro Agrônomo
Jaqueline Vígolo Coutinho - Engenheira Ambiental
Antonio Hiran Alves de Macedo - Geógrafo
José Lassance de Castro Silva - Doutor em Engenharia Eletrônica e Computação
Melina Maria Alves de Macedo - Advogada
Kelle Cristina de Souza Martins - Bióloga
Lara Bastos Pereira - Engenheira Civil
Laurence José Alves de Macedo - Engenheiro Civil
Meiry Sayuri Sakamoto - FUNCEME (Meteorologista Consultada)
Robson Tavares Barbosa - Consultor Ambiental
Rômulo Cordeiro Cabral - Engenheiro Agrônomo
Victor Santos Galvão Baptista - Engenheiro Civil

CIP - Catalogação na Publicação

P222p Paraíba. Governo do Estado.
Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba: RF-02 B - Diagnóstico Atual dos Recursos Hídricos/Governo do Estado da Paraíba. – João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2022.
549p. : il., mapas color.

Inclui lista de figuras, lista de tabelas e lista de quadros.
ISBN

1. Recursos Hídricos – Paraíba. 2. Análise ambiental. 3. Balanço hidrológico. I. Paraíba. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado. II. Título.
CDD 333.91

Elaborada por Daniele Sousa do Nascimento - Bibliotecária - CRB-3/1023

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA
Av. Duarte da Silveira, S/N, Anexo ao DER - Torre, João Pessoa/PB - CEP: 58013-280
https://www.aesa.pb.gov.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Localização dos açudes estratégicos e interanuais. 36
Figura 2.2 - Localização dos postos pluviométricos e municípios de referência para atribuição da evapotranspiração potencial pelo método de Hargreaves. 39
Figura 2.3 - Evaporação espacializada dos reservatórios estratégicos (em mm/ano). 43
Figura 2.4 - Evaporação espacializada dos reservatórios estratégicos (em m³/ano). 44
Figura 2.5 - Mapa de calor referente à densidade de pequenos açudes, utilizando o mapeamento dos espelhos de água da AESA 46
Figura 2.6 - Postos Fluviométricos do Estado da Paraíba. 48
Figura 2.7 - Análise de consistência dados fluviométricos do Estado da Paraíba – Classificação geral 50
Figura 2.8 - Análise de consistência mensal dos dados fluviométricos do Estado da Paraíba – Dados medidos e estimados 51
Figura 2.9 - Análise consistência mensal dos dados fluviométricos – Dados medidos 51
Figura 2.10 - Análise consistência mensal dos dados fluviométricos – Dados estimados 52
Figura 2.11 - Esquema do modelo chuva-vazão SMAP, versão diária, para a aplicação em região sedimentar (Obs.: todas as variáveis de entrada estão em mm/dia) 53
Figura 2.12 - Esquema do modelo chuva-vazão SMAP, versão diária, para aplicação em região semiárida com presença do Cristalino (Obs.: todas as variáveis de entrada estão em mm/dia) 53
Figura 2.13 - Divisão das bacias/sub-bacias hidrográficas no litoral (sedimentar e cristalino) para aplicação do modelo chuva-vazão SMAP. 55
Figura 2.14 - Delimitação das bacias hidrográficas dos reservatórios estratégicos para aplicação do modelo chuva-vazão SMAP. 56
Figura 2.15 - Evaporação do INMET com coeficiente tanque classe A (CTA = 0,8) e evapotranspiração de Hagreaves com coeficiente CEVP = 1,1 para o município de Monteiro 57
Figura 2.16 - Açudes e postos fluviométricos, utilizados para a calibração dos parâmetros do modelo SMAPValidação do modelo chuva-vazão SMAP 62
Figura 2.17 - Calibração modelo SMAP – vazões mensais observadas no posto fluviométrico Piancó (37340000) e calculados pelo modelo SMAP 63
Figura 2.18 - Validação do modelo SMAP – vazões mensais observadas no posto fluviométrico Piancó (37340000) e calculados pelo modelo SMAP no período 2013 até 2014 64
Figura 2.19 - Calibração do modelo SMAP – vazões mensais observadas no posto fluviométrico Piancó (37260000) e calculados pelo SMAP 64
Figura 2.20 - Calibração do modelo SMAP – posto fluviométrico Poço de Pedra (38850000) 65
Figura 2.21 - Validação do modelo SMAP – posto fluviométrico Poço de Pedra (38850000) 65
Figura 2.22 - Validação do modelo SMAP – posto fluviométrico Mulungu (38750000) 66
Figura 2.23 - Validação do modelo SMAP – posto fluviométrico Fazenda Algamar (38650000) 66
Figura 2.24 - Validação do modelo com dados diários – Bacia hidrográfica do Açude Capoeira – Dados observados/calculados ano 2009 67

Figura 2.25 - Validação do modelo com dados diários – Bacia hidrográfica do açude Engenheiro Avidos – Dados observados/calculados ano 2011.....67
Figura 2.26 - Validação do modelo com dados mensais – Bacia hidrográfica do açude Engenheiro Avidos – Dados observados/calculados ano 2009.....68
Figura 2.27 - Dados fluviométricos do reservatório Cordeiro obtidos com o modelo SMAP (calibrado com os dados do próprio reservatório) e com o modelo MODHAC (calibrado com o posto fluviométrico Poço de Pedras) 68
Figura 2.28 - Validação do modelo SMAP - reservatório Cordeiro dados observados e calculados.....69
Figura 2.29 - Dados fluviométricos do açude Jenipapeiro (Buiú) 69
Figura 2.30 - Comparação vazão afluente reservatório Engenheiro Avidos, obtido com o modelo SMAP (PERH) e SMAP (plano da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu).....70
Figura 2.31 - Comparação da vazão afluente no Açude Saco, modelo SMAP PERH e modelo SMAP do Plano Piranhas-Açu 70
Figura 2.32 - Validação Posto FLU CAGEPA / Parâmetros Gramame-Mamuaba 71
Figura 2.33 - Vazão afluente média nas SBHs do Piancó, Taperoá e Alto Paraíba. 75
Figura 2.34 - Vazão afluente média nas SBHs/BH do Médio e Baixo Paraíba e Mamanguape.....76
Figura 2.35 - Vazão afluente média nas SBHs/BH do Peixe, Seridó e Curimataú.....76
Figura 2.36 - Vazão afluente média nas SBHs do Alto e Médio Piranhas, Espinharas e BH do Jacú e Gramame-Mamuaba. 77
Figura 2.37 - Curva de garantia do reservatório Acauã 83
Figura 2.38 - Vazão regularizada espacializada, em L/s, relacionada à garantia de 90%. 84
Figura 2.39 - Correlação entre vazões regularizadas associadas à garantia de 90% e as capacidades máximas dos reservatórios estratégicos.....85
Figura 2.40 - Correlação entre vazões regularizadas associadas à garantia de 90% e as capacidades máximas dos reservatórios estratégicos (na região destacada na Figura 2.39).....85
Figura 2.41 - Disponibilidade hídrica total dos açudes, em m³/s, da cada bacia ou sub-bacia hidrográfica com garantias de 100% (a), 95 % (b) 90% (c). 86
Figura 2.42 - Comparativo de vazão regularizada para a SBH do Alto Paraíba.....88
Figura 2.43 - Comparativo de vazão regularizada para a SBH do Rio Piancó. 88
Figura 2.44 - Comparativo de vazão regularizada para as SBHs do Alto e Médio Piranhas e do Rio Espinharas.....89
Figura 2.45 - Comparativo de vazão regularizada para as SBHs do Rio do Peixe, Rio Seridó e do Médio Paraíba. 89
Figura 2.46 - Comparativo de vazão regularizada para as BHs dos Rios Curimataú e Mamanguape.....90
Figura 2.47 - Comparativo de vazão regularizada para as SBHs do Taperoá, Baixo Paíraba e BH do Rio Jacú 90
Figura 2.48 - DTR para os reservatórios interanuais localizados na SBH do Alto Piranhas (Realease: % do volume liberado, Spill: % do volume sangrado, e Evaporation: % do volume evaporado).....94
Figura 2.49 - Sistemas aquíferos do Estado da Paraíba. 101
Figura 2.50 - Poços cadastrados pelo Sistema de Informações de Água Subterrâneas - SIAGAS. 106
Figura 2.51 - Poços cadastrado na AESA. 107

Figura 2.52 - Poços do Projeto Água Doce. 108
Figura 2.53 - Localização dos poços da Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (CPRM/RIMAS, 2019) 109
Figura 2.54 - Evolução diária do nível estático - Poço de Cabedelo - Localidade: Praia Formosa. 110
Figura 2.55 - Evolução diária do nível estático - Poço de João Pessoa - Localidade: Conj. José Viera Diniz. 110
Figura 2.56 - Evolução diária do nível estático - Poço de João Pessoa - Localidade: Mangabeira II. 111
Figura 2.57 - Evolução diária do nível estático - Poço de Bayeux - Localidade: Alto da Boa Vista. 111
Figura 3.1 - Demanda hídrica de abastecimento humano por município no Estado da Paraíba. 124
Figura 3.2 - Relação da demanda hídrica humana urbana dos 10 municípios com maiores demandas hídricas e o total do Estado da Paraíba 125
Figura 3.3 - Distribuição percentual da demanda hídrica entre os 10 municípios com maiores demandas hídricas de abastecimento humano 126
Figura 3.4 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano distribuídas por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 127
Figura 3.5 - Demanda hídrica de abastecimento humano (urbano e rural) por Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) no Estado da Paraíba 128
Figura 3.6 - Distribuição da demanda hídrica abastecimento humano total (L/s) por mesorregiões. 129
Figura 3.7 - Relação da demanda hídrica industrial dos 10 maiores municípios e o total do Estado da Paraíba 136
Figura 3.8 - Distribuição dos municípios com maior demanda hídrica industrial 136
Figura 3.9 - Demandas hídricas industriais por bacias hidrográficas 138
Figura 3.10 - Demanda hídrica e PIB industriais por bacias hidrográficas 138
Figura 3.11 - Distribuição da demanda hídrica da indústria por mesorregião. 139
Figura 3.12 - Demanda hídrica industrial por município no Estado da Paraíba. 141
Figura 3.13 - Demanda hídrica industrial por bacia/sub-bacia hidrográfica no Estado da Paraíba. 142
Figura 3.14 - Distribuição do rebanho nos 10 municípios com maior demanda de dessedentação animal. 148
Figura 3.15 - Demanda hídrica para a dessedentação animal por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 149
Figura 3.16 - Distribuição da demanda hídrica de dessedentação animal (L/s) por bacia/hidrográfica. 150
Figura 3.17 - Distribuição da demanda hídrica da dessedentação animal por mesorregião. 151
Figura 3.18 - Demanda hídrica de dessedentação animal por município, no Estado da Paraíba 152
Figura 3.19 - Demanda hídrica de dessedentação animal por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 153
Figura 3.20 - Área plantada 2010-2017 de feijão, milho e cana-de-açúcar na Paraíba, em ha. 155

Figura 3.21 - Distribuição das culturas por município com maior demanda hídrica agrícola (irrigação) do Estado da Paraíba 160
Figura 3.22 - Demanda hídrica agrícola (L/s), por bacia hidrográfica 161
Figura 3.23 - Distribuição da demanda hídrica agrícola por mesorregião no Estado da Paraíba. 162
Figura 3.24 - Demandas hídricas agrícola por município no Estado da Paraíba. 165
Figura 3.25 - Demanda hídrica agrícola (irrigação) por bacia/sub-bacia hidrográfica, no Estado da Paraíba. 166
Figura 3.26 - Demanda hídrica agropecuária por bacias hidrográficas 167
Figura 3.27 - Demanda hídrica e PIB agropecuários por bacias hidrográficas 167
Figura 3.28 - Demandas hídricas de mineração por bacias hidrográficas no Estado da Paraíba 169
Figura 3.29 - Distribuição da demanda hídrica de mineração por mesorregião, no Estado da Paraíba 170
Figura 3.30 - Demanda hídrica de mineração por município, no Estado da Paraíba 171
Figura 3.31 - Demanda hídrica de mineração por bacia/sub-bacia hidrográfica, no Estado da Paraíba 172
Figura 3.32 - Demandas hídricas da aquicultura por bacias hidrográficas 175
Figura 3.33 - Distribuição da demanda hídrica da aquicultura por mesorregião no Estado da Paraíba 176
Figura 3.34 - Demanda hídrica da aquicultura por município, no Estado da Paraíba 178
Figura 3.35 - Demanda hídrica da aquicultura por bacia/sub-bacia hidrográfica, no Estado da Paraíba. 179
Figura 3.36 - Vazão de diluição de efluentes por bacias hidrográficas, no Estado da Paraíba 186
Figura 3.37 - Distribuição da vazão de diluição de efluentes por mesorregião, no Estado da Paraíba 187
Figura 3.38 - Sistema Hidrelétrico Curemas. 188
Figura 3.39 - Demandas hídricas totais por bacias hidrográficas 195
Figura 3.40 - Demandas hídricas totais por tipo de uso 195
Figura 3.41 - Demandas hídricas totais por setor usuário e por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 196
Figura 3.42 - Distribuição da demanda hídrica por uso urbano e rural 197
Figura 3.43 - Demandas Hídricas (L/s), uso urbano e rural e bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 198
Figura 3.44 - Distribuição da demanda hídrica total por mesorregião, no Estado da Paraíba 199
Figura 3.45 - Demanda hídrica total por microrregião, no Estado da Paraíba 200
Figura 3.46 - Demandas hídricas totais por município no Estado da Paraíba. 201
Figura 3.47 - Demandas hídricas totais por bacia/sub-bacia hidrográfica no Estado da Paraíba. 202
Figura 3.48 - Demandas por mananciais 205
Figura 3.49 - Comparação das demandas hídricas entre o PERH (2006) e sua atualização (PERH), por tipo de uso 206
Figura 3.50 - Comparação das demandas hídricas entre o PERH (2006) e sua atualização por bacia hidrográfica 208

Figura 3.51 - Usos da água passíveis de serem considerados insignificantes 209
Figura 4.1 - Comparação entre os Índices de Ativação das Disponibilidades (IAD) obtidos no PERH-PB (2006) e no PERH 217
Figura 4.2 - Demandas setoriais em porcentagem, situação atual (ano 2017) 220
Figura 4.3 - Elementos para criação das redes de fluxo no AcquaNet 231
Figura 4.4 - Rede de fluxo da SBH do Alto Paraíba 237
Figura 4.5 - Rede de fluxo da SBH do Médio Paraíba 237
Figura 4.6 - Rede de fluxo da SBH do Baixo Paraíba 238
Figura 4.7 - Rede de fluxo da SBH do Taperoá 238
Figura 4.8 - Demandas médias requeridas e atendidas para as SBH's do Taperoá, Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba 240
Figura 4.9 - Rede de fluxo das BH's do Gramame e Abiaí 242
Figura 4.10 - Perfil das demandas na BH do Gramame 243
Figura 4.11 - Demandas requeridas e atendidas para as BHs do Gramame e Abiaí 244
Figura 4.12 - Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Gramame-Mamuaba 244
Figura 4.13 - Curva de permanência das vazões no nó No_04 245
Figura 4.14 - Rede de Fluxo das BH's do Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Guaju 246
Figura 4.15 - Demandas requeridas e atendidas para as BHs do Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Guaju 246
Figura 4.16 - Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Araçagi 247
Figura 4.17 - Rede de Fluxo da BH Jacu 248
Figura 4.18 - Perfil das demandas na BH do Jacu 249
Figura 4.19 - Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Boqueirão do Cais 249
Figura 4.20 - Rede de Fluxo da BH Curimataú 250
Figura 4.21 - Perfil das demandas na BH do Curimataú 251
Figura 4.22 - Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Jandaia 252
Figura 4.23 - Rede de Fluxo da SBH do Peixe 254
Figura 4.24 - Rede de Fluxo da SBH do Alto Piranhas 254
Figura 4.25 - Rede de Fluxo da SBH do Médio Piranhas 255
Figura 4.26 - Rede de Fluxo da SBH do Piancó 255
Figura 4.27 - Rede de Fluxo da SBH do Espinharas 256
Figura 4.28 - Rede de Fluxo da SBH do Seridó Ocidental 256
Figura 4.29 - Rede de Fluxo da SBH do Seridó Oriental 257
Figura 4.30 - Demandas médias requeridas e atendidas para as SBHs do Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Piancó, Espinharas e Seridó Ocidental e Oriental. 260
Figura 5.1 - Pontos de monitoramento considerados para análise de qualidade das águas superficiais no Estado da Paraíba 264
Figura 5.2 - Variação de turbidez nos reservatórios de 2006 a 2017 (parte 1) 266
Figura 5.3 - Variação de turbidez nos reservatórios de 2006 a 2017 (parte 2) 267
Figura 5.4 - Variação da turbidez de 2006 a 2017 nos ambientes lóticos 268
Figura 5.5 - Média de turbidez entre 2006 e 2017 dos reservatórios e rios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA 270

Figura 5.6 - Variação do pH entre 2006 e 2017 dos reservatórios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA (parte 1) 271
Figura 5.7 - Variação do pH entre 2006 e 2017 dos reservatórios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA (parte 2) 272
Figura 5.8 - Variação do pH entre 2006 e 2017 dos rios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA 273
Figura 5.9 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) média dos pontos de monitoramento da SUDEMA entre 2006 e 2017 274
Figura 5.10 - Densidade média de coliformes termotolerantes nas águas superficiais monitoradas pela SUDEMA de 2006 a 2017 276
Figura 5.11 - Densidade média de bactérias *Escherichia Coli* em águas superficiais monitoradas pela CAGEPA de 2006 a 2017 277
Figura 5.12 - Salinidade (média mensal) em ambientes lênticos (reservatórios) por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) 280
Figura 5.13 - Salinidade média de rios e reservatórios, entre 2006 e 2017, monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA 283
Figura 5.14 - Correlações lineares entre a salinidade e os parâmetros condutividade elétrica, STD e cloreto nos reservatórios 284
Figura 5.15 - Correlações lineares entre a salinidade e os parâmetros condutividade elétrica e STD nos riachos e rios 284
Figura 5.16 - Curvas de qualidade para as nove variáveis utilizadas e seus respectivos pesos para o cálculo do IQA (CETESB, 2003) 286
Figura 5.17 - Variação temporal do IQA mensal na bacia hidrográfica do Rio Paraíba 288
Figura 5.18 - Variação temporal do IQA mensal nas SBHs Alto Piranhas, Médio Piranhas e do Peixe 288
Figura 5.19 - Variação temporal do IQA mensal nas SBHs Espinharas, Piancó, Seridó e Taperoá 289
Figura 5.20 - Variação temporal do IQA mensal nas BHs Curimataú, Gramame, Jacú e Mamanguape 289
Figura 5.21 - Variação do IQA mensal por reservatórios monitorados pela SUDEMA, de 2007 a 2017 (parte 1) 290
Figura 5.22 - Variação do IQA mensal por reservatórios monitorados pela SUDEMA, de 2007 a 2017 (parte 2) 291
Figura 5.23 - IQA médio dos reservatórios monitorados pela SUDEMA, entre 2007 e 2017 292
Figura 5.24 - Variação do IET mensal por reservatórios monitorados pela SUDEMA, de 2006 a 2017 (parte 1) 295
Figura 5.25 - Variação do IET mensal por reservatórios ou rios monitorados pela SUDEMA, de 2006 a 2017 (parte 2) 296
Figura 5.26 - IET médio de reservatórios e rios entre 2006 e 2017 297
Figura 5.27 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Médio Paraíba, Alto Piranhas e BH Curimataú 299
Figura 5.28 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Piancó, Mamanguape e Seridó 300
Figura 5.29 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Baixo Paraíba, Taperoá e Peixe 300

Figura 5.30 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Alto Paraíba, Espinharas, Médio Piranhas e Gramame 301
Figura 5.31 - Localização dos reservatórios estratégicos, com monitoramento de cianobactérias, classificados de acordo com a densidade média (cel mL^{-1}) 303
Figura 5.32. Pontos de monitoramento do QUALIÁGUA em açudes e rios realizado pela AESA 307
Figura 5.33. Média de ortofosfato dissolvido em açudes e rios monitorados pelo QUALIÁGUA 308
Figura 5.34. Média de oxigênio dissolvido nos açudes e rios monitorados pelo QUALIÁGUA 310
Figura 5.35 - Distribuição dos poços utilizados na avaliação da qualidade das águas subterrâneas do Estado da Paraíba 311
Figura 5.36 - Período de monitoramento utilizado das redes de monitoramento RIMAS/CPRM, SISAGUA/MS e Programa Água Doce/SERHMACT 313
Figura 5.37 - Diagrame de Piper das águas subterrâneas do Estado da Paraíba 313
Figura 5.38 - Classificação das águas subterrâneas para irrigação 314
Figura 5.39 - Média de turbidez entre 2013 e 2017 nos poços monitorados pela SISAGUA/MS e Programa Água Doce/SERHMACT 316
Figura 5.40 - Média do parâmetro cor entre 2013 e 2017 nos poços monitorados pelo SISAGUA/MS e Programa Água Doce/SERHMACT 318
Figura 5.41 - pH médio entre 2013 e 2017 dos poços monitorados 319
Figura 5.42 - Variação temporal da amônia nas águas subterrâneas 320
Figura 5.43 -Variação temporal do parâmetro cloreto nas águas subterrâneas 321
Figura 5.44 - Variação temporal do parâmetro sódio nas águas subterrâneas 321
Figura 5.45 - Variação temporal de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) nas águas subterrâneas 322
Figura 5.46 - Variação temporal do parâmetro sulfato nas águas subterrâneas 323
Figura 5.47 - Ocorrência de *Escherichia Coli* nas águas subterrâneas entre 2014 e 2017,segundo rede de monitoramento SISAGUA/MS 326
Figura 5.48 - Médias normalizadas de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), entre as concentrações das águas bruta e permeada, nos sistemas de dessalinização do Programa Água Doce 328
Figura 5.49 - Médias normalizadas de Amônia (NH_3), entre as concentrações das águas bruta e permeada, nos sistemas de dessalinização do Programa Água Doce 329
Figura 5.50 - Licenças emitidas de atividades potencialmente poluidoras entre 2006 e 2017 no Estado da Paraíba 330
Figura 5.51 - Total de atividades potencialmente poluidoras licenciadas por Bacia/Sub-bacia Hidrográfica (BH/SBH) 331
Figura 5.52 - Distribuição das tipologias de atividades dos setores de agricultura, pecuária, indústria, mineração, construção civil e transporte, tratamento e disposição de resíduos 333
Figura 5.53 - Total de casos de doenças de veiculação hídrica de 2006 a 2017 334
Figura 5.54 - Média da ocorrência de casos de doença de veiculação hídrica no Estado da Paraíba 335
Figura 5.55 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente, para os 10 açudes com maior carga poluidora. 351

Figura 5.56 - Proporção da estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente, para os 10 açudes com maior carga poluidora.....351
Figura 5.57 - Estimativa da carga de DBO nos açudes estratégicos do Estado.....352
Figura 5.58 - Proporção do tipo de efluente que contribui para a carga de DBO afluente aos açudes estratégicos.....353
Figura 5.59 - Estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora. 358
Figura 5.60 - Proporção da estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora.....358
Figura 5.61 - Estimativa do P para os açudes estratégicos do Estado 359
Figura 5.62 - Proporção do tipo de efluente que contribui para o P afluente aos açudes estratégicos.....360
Figura 5.63 - Estimativa da carga de Nitrogênio-N, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora. 364
Figura 5.64 - Porcentagem relativa da estimativa de Nitrogênio-N, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora. 364
Figura 5.65 - Estimativas da carga de Nitrogênio para os açudes estratégicos do Estado.....365
Figura 5.66 - Proporção dos efluentes na estimativa de cargas poluidoras dos reservatórios do Estado da Paraíba 366
Figura 5.67 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente para as BHs/SBHs. 370
Figura 5.68 - Porcentagem relativa da estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente para as BHs/SBHs. 370
Figura 5.69 - Concentração da carga de DBO por BH/SBH 371
Figura 5.70 - Concentração da carga de DBO nas BHs/SBH's x População nas sedes municipais 372
Figura 5.71 - Proporção do tipo de efluente que contribui para a carga de DBO nas BHs/SBH's.....373
Figura 5.72 - Estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para as BHs/SBHs.....375
Figura 5.73 - Porcentagem relativa da estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para as BHs/SBHs. 375
Figura 5.74 - Estimativa da carga de Fósforo nas BHs/SBHs 376
Figura 5.75 - Concentração da carga de P nas BHs/SBHs x População nas sedes municipais 377
Figura 5.76 - Proporção do tipo de efluente que contribui para a carga de P nas BHs/SBHs 378
Figura 5.77 - Estimativa da carga de Nitrogênio- N, por efluente para as BHs/SBHs. 380
Figura 5.78 - Porcentagem relativa da carga de Nitrogênio- N, por efluente para as BHs/SBHs. 380
Figura 5.79 - Estimativa da carga de N nas BHs/SBHs.....381
Figura 5.80 - Concentração da carga de N nas BHs/SBHs x População nas sedes municipais 382
Figura 5.81 - Proporção do tipo de efluente que contribui para a carga de Nitrogênio nas BHs/SBHs 383
Figura 5.82 - Distribuição de Probabilidade de Estado Trófico de Reservatórios Quentes Tropicais com Base no Fósforo Total.....385

Figura 5.83 - Maior probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos, estado seco 398
Figura 5.84 - Maior probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos, estado médio... 399
Figura 5.85 - Maior probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos, estado cheio.... 400
Figura 5.86 - Probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos, estado seco 401
Figura 5.87 - Probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos, estado médio 402
Figura 5.88 - Probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos, estado cheio 403
Figura 5.89 - Relação entre a eficiência e qualidade dos reservatórios..... 405
Figura 5.90 - Volume de assoreamento anual em m³ 412
Figura 5.91 - Tempo de duração do barramento antes da sua completa inutilização..... 413
Figura 5.92-Assoreamento relativo por década. 414
Figura 6.1 - Mapa com a Localização das BHs/SBHs nas mesorregiões do Estado da Paraíba..... 419
Figura 6.2 - Registro das ocorrências de seca no Nordeste. 421
Figura 6.3 - Municípios com ocorrências de estiagens e secas (1991-2018). 422
Figura 6.4 - Registro de ocorrências anual de estiagens e secas dos municípios, no Estado da Paraíba (1991-2018)..... 424
Figura 6.5 - PIB agropecuário entre 1999 e 2016 e número de ocorrências de estiagens e secas no período. 425
Figura 6.6 - Representação de produtos utilizados no traçado do Mapa do Monitor de Secas, indicadores e produtos auxiliares baseados em sensoriamento remoto. 426
Figura 6.7 - Mapa do Monitor de Secas do Nordeste, com detalhamento para o Estado da Paraíba, no mês de Maio: (A) 2015, (B) 2016, (C) 2017 e (D) 2018. 428
Figura 6.8 - Mapa do Índice de Aridez no Estado da Paraíba. 429
Figura 6.9 - Níveis de desertificação do Estado da Paraíba. 431
Figura 6.10 - Usuários de água outorgados no Estado da Paraíba. 434
Figura 6.11 - Anos com o maiores ocorrências de enxurradas e inundações entre 1991 e 2018. 435
Figura 6.12 - Municípios com ocorrências de inundações e enxurradas, entre 1991 e 2018. 438
Figura 6.13 - Trechos de rios inundáveis e respectiva vulnerabilidade..... 439
Figura 6.14 - Ocupação urbana das cidades de Bayeux e João Pessoa próximas ao Rio Sanhauá. 440
Figura 6.15 - Anomalias percentuais de chuva calculadas com os postos representativos de cada BH/SBH. 442
Figura 6.16 - Volumes calculados mensais do açude Gramame-Mamuaba. 445
Figura 6.17 - Volumes calculados mensais do açude Acauã. 445
Figura 6.18 - Volumes calculados mensais dos açudes: (a) Epitácio Pessoa; (b) Curema; e, (c) Mãe-D'Água. 446

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Curvas cota-área -volume do reservatório Acauã. 38
Tabela 2.2 - Densidade dos pequenos açudes por Bacia/Sub-bacia Hidrográfica..... 45
Tabela 2.3 - Resultados da calibração dos postos fluviométricos. 61
Tabela 2.4 - Parâmetros SMAP calibrados na bacia hidrográfica Gramame-Mamuaba e utilizados para simular as bacias hidrográficas localizados no litoral paraibano (com reservatório subterrâneo) 61
Tabela 2.5 - Vazão afluente média e desvio padrão de cada mês do ano (Jan-Jun), em m³/s, proveniente do SMAP..... 71
Tabela 2.6 - Vazão afluente média e desvio padrão de cada mês do ano (Jul-Dez), em m³/s, proveniente do SMAP..... 73
Tabela 2.7 - Parte da série pseudo-histórica de deflúvios afluentes ao reservatório Acauã.... 79
Tabela 2.8 - Distribuição dos reservatórios em função da razão entre volume morto e volume máximo. 79
Tabela 2.9 - Vazões regularizadas, em L/s, associadas às garantias de 100%, 95% e 90% dos açudes estratégicos por bacia/sub-bacia hidrográfica. 80
Tabela 2.10 - Curva de garantia e vetores de precipitação e evaporação do reservatório Acauã. 83
Tabela 2.11 - Distribuição dos reservatórios estratégicos em função da vazão regularizada associada à garantia de 90%. 85
Tabela 2.12 - Comparação entre a quantidade de reservatórios e vazões regularizadas por bacias/sub-bacias hidrográficas. 87
Tabela 2.13 - Comparativo dos valores de vazão regularizada com garantia de 90% do PERH, PERH-2006 e Plano do Piranhas-Açu. 91
Tabela 2.14 - Disponibilidade hídrica, em L/s, associada à garantia de 90% dos reservatórios interanuais. 95
Tabela 2.15 - Potencial hídrica superficial e rendimento para as bacias/sub-bacias hidrográficas. 97
Tabela 2.16 - Comparação da potencialidade superficial PERH 2006 e PERH..... 98
Tabela 2.17 - Comparação das potencialidades hídricas dos planos do Piranhas-Açu e do PERH 98
Tabela 2.18 - Comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm³/ano) e atuais nas Bacias/Sub-bacias hidrográficas do Estado. 99
Tabela 2.19 - Poços da rede de monitoramento do RIMAS - Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas, na Paraíba. 105
Tabela 2.20 - Valores de potencialidades e disponibilidades de águas subterrâneas (Adaptado de: PERH-PB, 2006)..... 113
Tabela 3.1 - Demanda *per capita* por faixa de habitantes no Estado da Paraíba. 118
Tabela 3.2 - Demandas hídricas abastecimento humano urbano, rural e totais, captadas e consumidas, por município. 119
Tabela 3.3 - Municípios com maior demanda hídrica de abastecimento humano 125
Tabela 3.4 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano, por Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 126
Tabela 3.5 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano, por Mesorregiões do Estado da Paraíba..... 129

Tabela 3.6 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano, por microrregiões do Estado da Paraíba. 130
Tabela 3.7 - Características das empresas industriais no Estado da Paraíba. 130
Tabela 3.8 - Demandas hídricas industriais no Estado da Paraíba, por atividades econômicas 131
Tabela 3.9 - Demandas hídricas da indústria por município (L/s) 132
Tabela 3.10 - Demanda hídrica industrial por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) 137
Tabela 3.11 - Demanda hídrica da indústria por mesorregião 139
Tabela 3.12. Demanda hídrica da indústria por microrregião. 140
Tabela 3.13 - Rebanhos de animais do Estado da Paraíba nos anos 2010 e 2017 140
Tabela 3.14 - Valores BEDA por tipo de rebanho. 143
Tabela 3.15 - Quantitativo de animais por porte e espécie no Estado. 143
Tabela 3.16 - Demandas hídricas da dessedentação animal por município. 144
Tabela 3.17 - Dez maiores demandas de dessedentação animal por município. 148
Tabela 3.18 - Demanda hídrica para a dessedentação animal por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 149
Tabela 3.19 - Demanda hídrica da dessedentação animal por mesorregião no Estado da Paraíba. 150
Tabela 3.20 - Demanda hídrica da dessedentação animal por microrregião. 151
Tabela 3.21 - Demanda hídrica agrícola, por municípios 156
Tabela 3.22 - 10 municípios com maior demanda agrícola do Estado da Paraíba. 160
Tabela 3.23 - Demanda hídrica agrícola por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). 161
Tabela 3.24 - Demanda hídrica agrícola por mesorregião no Estado da Paraíba. 162
Tabela 3.25 - Demanda hídrica agrícola por microrregião no Estado da Paraíba 163
Tabela 3.26 - Demandas hídricas da mineração por município (L/s) 164
Tabela 3.27 - Demanda hídrica de mineração por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) 168
Tabela 3.28 - Distribuição da demanda hídrica de mineração por mesorregião no Estado da Paraíba 169
Tabela 3.29 - Demanda hídrica de mineração por microrregião do Estado da Paraíba 170
Tabela 3.30 - Produção da aquicultura no Estado da Paraíba (ano base 2017) 173
Tabela 3.31 - Demandas hídricas de aquicultura (L/s) por município no Estado da Paraíba 174
Tabela 3.32 - Demanda hídrica da aquicultura por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) 175
Tabela 3.33 - Demanda hídrica da aquicultura por mesorregião no Estado da Paraíba 176
Tabela 3.34 - Demanda hídrica da aquicultura por microrregião, no Estado da Paraíba 177
Tabela 3.35 - Vazão efluente, Carga Poluidora, Concentração de DBO e Vazão de diluição por município 180
Tabela 3.36 - Vazão de diluição de efluentes por bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) 185
Tabela 3.37 - Vazão de diluição de efluentes por mesorregião no Estado da Paraíba 186
Tabela 3.38 - Vazão de diluição de efluentes por microrregião no Estado da Paraíba 187
Tabela 3.39 - Síntese das demandas hídricas totais por município, no Estado da Paraíba 190
Tabela 3.40 - Demandas hídricas totais por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) 194
Tabela 3.41 - Demandas Hídricas (L/s), por uso urbano e rural e bacia/ sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) 197
Tabela 3.42 - Demanda hídrica total por mesorregião, no Estado da Paraíba 198
Tabela 3.43 - Demanda hídrica total por microrregião 199

Tabela 3.44 - Demandas hídricas por manancial 203
Tabela 3.45 - 10 maiores demandas por reservatórios (estudados no PERH-PB) 205
Tabela 3.46 - Comparação entre o PERH (2006) e sua atualização-PERH 206
Tabela 3.47 - Comparação entre as demandas hídricas (L/s) do PERH (2006) e sua atualização-PERH 207
Tabela 3.48 - Simulação entre usuários 210
Tabela 3.49 - Dados dos usuários de água insignificantes BH/SBH, no Estado da Paraíba 211
Tabela 4.1 - Disponibilidades máximas e atuais por bacia e sub-bacia Hidrográfica, no Estado da Paraíba 216
Tabela 4.2 - Índice de Ativação das Disponibilidades (IAD) por bacia hidrográfica e sub-bacia Hidrográfica 217
Tabela 4.3 - Demandas atuais (ano 2017) por bacia e sub-bacia hidrográfica e por tipo de demanda 219
Tabela 4.4 - Disponibilidades atuais e máximas, demandas agregadas, índice de utilização das demandas atuais (IUD_A) e índice de utilização das demandas máximas (IUD_M) 221
Tabela 4.5 - Disponibilidades totais atuais (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Abastecimento humano (urbano + rural) por bacia/sub-bacia hidrográfica 223
Tabela 4.6 - Disponibilidades totais atuais (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Abastecimento industrial 224
Tabela 4.7 - Disponibilidades totais atuais remanescentes (com pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Abastecimento para pecuária e pesca da bacias/sub-bacias hidrográficas 226
Tabela 4.8 - Disponibilidades totais atuais remanescentes (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Irrigação 227
Tabela 4.9 - Disponibilidades totais atuais remanescentes (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Mineração 228
Tabela 4.10 - Projetos criados no AcquaNet para simulação dos açudes na situação atual (ano 2017) 231
Tabela 4.11 - Exemplo dos códigos e nomes dos mananciais com os tipos de demandas a eles associados - Açude Cachoeira dos Cegos (SBH do Piancó) 233
Tabela 4.12 - Prioridades por tipo de demanda adotada e elementos no Acquanet 235
Tabela 4.13 - Distribuição das demandas por reservatório das SBHs do Taperoá, Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba 236
Tabela 4.14 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Taperoá 239
Tabela 4.15 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Alto Paraíba 239
Tabela 4.16 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Médio Paraíba 240
Tabela 4.17 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Baixo Paraíba 240
Tabela 4.18 - Vazões médias transferidas para jusante das SBHs do Taperoá, Alto Paraíba e Médio Paraíba 241
Tabela 4.19 - Resultados das simulações do açude Gramame-Mamuaba com o AcquaNet, BH's do Gramame e Abiaí 243
Tabela 4.20 - Demandas da BHs Gramame e Abiaí 243

Tabela 4.21 - Resultados da simulação dos reservatórios do cenário atual (ano 2017) da BH do Mamanguape.....247
Tabela 4.22 - Resultados da simulação dos nós e exutórios do cenário atual (ano 2017) da BH do Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Guaju.....247
Tabela 4.23 - Resultados das simulações do reservatório com o AcquaNet da BH do Jacu..249
Tabela 4.24 - Resultados das simulações do reservatório com o AcquaNet da BH do Curimataú.....251
Tabela 4.25 - Resultados das simulações dos nós de passagem do projeto AcquaNet da BH do Curimataú.....251
Tabela 4.26 - Distribuição das demandas totais por reservatório, nós de passagem e exutórios das SBHs do Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Piancó, Espinharas, Seridó Ocidental e Seridó Oriental.....253
Tabela 4.27 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Peixe 257
Tabela 4.28 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Alto Piranhas.....258
Tabela 4.29 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Médio Piranhas.....258
Tabela 4.30 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Piancó 259
Tabela 4.31 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Espinharas.259
Tabela 4.32 - Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) das SBHs do Seridó Ocidental e Oriental.....260
Tabela 5.1 - Parâmetros monitorados pelos órgãos estaduais (CAGEPA e SUDEMA) da Paraíba nos ambientes lênticos.....265
Tabela 5.2 - Parâmetros monitorados pelos órgãos estaduais (CAGEPA e SUDEMA) da Paraíba em ambientes lóticos.....265
Tabela 5.3 - Médias das concentrações de metais pesados por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).....278
Tabela 5.4 - Variabilidade da salinidade em ambientes lóticos (rios e riachos).....281
Tabela 5.5 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas (IQA).....285
Tabela 5.6 - Parâmetros estatísticos do IQA para cada bacia/sub- bacia hidrográfica (BH/SBH).....287
Tabela 5.7 - Classes de estado trófico por intervalo de IET e concentração de fósforo total (P_{total}).....293
Tabela 5.8 - Parâmetros estatísticos do índice de estado trófico (IET) por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).....294
Tabela 5.9 - Gêneros de cianobactérias identificados nos reservatórios estratégicos, entre 2014 e 2017.....298
Tabela 5.10 - Densidade média (cel mL^{-1}) por reservatório.....301
Tabela 5.11 - Concentração média de cianotoxinas nas bacia/sub- bacia hidrográfica (BH/SBH) do Estado da Paraíba.....304
Tabela 5.12 - Concentração de cianotoxinas em mananciais monitorados pela CAGEPA, entre 2014 e 2017.....305
Tabela 5.13 - Distribuição dos poços por classe de risco de salinidade 315
Tabela 5.14 - Médias e desvios padrões das concentrações de metais pesados por Sistema Aquífero.....324
Tabela 5.15 - Concentrações das substâncias orgânicas monitoradas.....325

Tabela 5.16 - Quantidade de atividades licenciadas dos setores de agricultura, pecuária, indústria, mineração, construção civil e transporte, tratamento e disposição de resíduos por potencial poluidor..... 332
Tabela 5.17 - Produção per capita de lixo por habitante 337
Tabela 5.18 - Cargas poluidoras nos reservatórios estratégicos..... 339
Tabela 5.19 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, remanescente dos efluentes domésticos, drenagem urbana e resíduos sólidos afluentes ao açude estratégico..... 348
Tabela 5.20 - Distribuição de DBO em toneladas por ano nos açudes estratégicos..... 350
Tabela 5.21 - Os 10 açudes estratégicos com maior taxa de kg de DBO por capacidade..... 354
Tabela 5.22 - Estimativa de Fósforo (P), remanescente dos efluentes domésticos, drenagem urbana e resíduos sólidos por açude estratégico do Estado. 354
Tabela 5.23 - Distribuição de P em toneladas por ano nos açudes estratégicos..... 357
Tabela 5.24 - Estimativa de Nitrogênio (N), remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por açude estratégico do Estado 361
Tabela 5.25 - Distribuição do Nitrogênio em toneladas por ano nos açudes estratégicos 363
Tabela 5.26 - Cargas poluidoras dos reservatórios estratégicos/BH/SBH 367
Tabela 5.27 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por BH/SBH 369
Tabela 5.28 - Estimativa da carga de Fósforo- P, remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por BH/SBH..... 374
Tabela 5.29 - Estimativa da carga de Fósforo- P, remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por BH/SBH..... 379
Tabela 5.30 - Probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos nos diferentes estágios hidrológicos..... 386
Tabela 5.31 - Distribuição dos açudes conforme sua maior probabilidade de eutrofização por estados hidrológicos 397
Tabela 5.32 - Assoreamento dos açudes estratégicos..... 406
Tabela 6.1 - Quantidade de registros de ocorrências de estiagens e secas por UPH (1991-2018)..... 423
Tabela 6.2 - Quantitativo de carros-pipas que atenderam a comunidade, no período de estiagem de 2012 a 2016. 424
Tabela 6.3 – Número de municípios com ocorrências de enxurradas e inundações, nos anos de 2004, 2008, 2009 e 2011..... 435
Tabela 6.4 – Quantidade de inundações e enxurradas por BH/SBH (1991-2018)..... 436
Tabela 6.5 – Anomalias médias negativas de chuvas nos 20 anos mais secos..... 442
Tabela 6.6 – Anomalias percentuais mínimas e médias nas BHs/SBHs para o período 2012-2017. 443
Tabela 6.7 – Anomalias médias positivas de chuvas nos 10 anos mais chuvosos. 444
Tabela 7.1 - Demandas totais do PERH-PB, Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio Piranhas-Açu (Cenário Tendencial, ano 2017) e relação entre as demandas totais. 455
Tabela 8.1 - Açudes construídos na Paraíba a curto e médio prazos (2006-2017)..... 473

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Cadastro dos reservatórios. 34
Quadro 2.2 - Características físicas do reservatório Acauã. 37
Quadro 2.3 - Postos pluviométricos e município de referência para atribuição da evaporação representativos de cada reservatório estratégico. 40
Quadro 2.4 - Postos fluviométricos ativos com medição de descarga liquida, no Estado da Paraíba 49
Quadro 2.5 - Resultado calibração modelo SMAP 59
Quadro 2.6 - Postos fluviométricos para validação do modelo chuva-vazão SMAP. 61
Quadro 3.1 - Principais dados técnicos da Usina Curemas. 189
Quadro 5.1 - Reservatórios com monitoramento de agrotóxicos pela CAGEPA 279
Quadro 5.2 - Parâmetros analisados nas águas subterrâneas por rede de monitoramento 312
Quadro 5.3 - Frequência desejável para levantamentos topo-batimétricos. Fonte: 406
Quadro 6.1 - Categorização das secas 420
Quadro 6.2 - Municípios com maiores ocorrências de secas e estiagens no Estado da Paraíba, entre os anos de 1991 e 2018 (20 ou mais ocorrências) 423
Quadro 6.3 - Categorias de secas que definem a intensidade da seca no Mapa do Monitor associada aos valores dos indicadores SPI/SPEI. 426
Quadro 6.4 - Classificação do Índice de Aridez (IA) segundo Penman (1953). 427
Quadro 6.5 - Classificação dos desastres de origem natural e hidrológica. 432
Quadro 6.6 - Municípios com maiores registros de ocorrência de inundações e enxurradas, entre 1991 e 2018. 436
Quadro 6.7 - Matriz de vulnerabilidade a inundações. 437

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 31
2 DISPONIBILIDADES E POTENCIALIDADES HÍDRICAS 33
2.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS 33
2.1.1 Fontes Consultadas 33
2.1.2 Introdução 33
2.1.2.1 Conceitos e definições 33
2.1.2.2 Inventário dos reservatórios do Estado da Paraíba 34
2.1.3 Geração de séries pseudo-históricas de vazões afluentes aos reservatórios interanuais e estratégicos por meio de modelo chuva-vazão 52
2.1.3.1 O Modelo chuva-vazão SMAP (versão diária) 52
2.1.3.2 Vazões de regularização dos açudes estratégicos (Curva de Garantia) .. 77
2.1.3.3 Disponibilidade hídrica dos açudes interanuais 93
2.1.3.4 Sintetização dos resultados para as bacias/sub-bacias hidrográficas 96
2.1.3.5 Considerações finais para a fase de planejamento 99
2.2 DISPONIBILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 100
2.2.1 Introdução 100
2.2.2 Caracterização geral 100
2.2.3 Levantamento de informações e cadastro de poços 103
2.2.4 Principais informações advindas do Estudo da Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba, de 2010 103
2.2.5 Coleta de informações sobre poços perfurados 105
2.2.6 Rede de monitoramento das águas subterrâneas 105
2.2.7 Estimativa das Disponibilidades e Potencialidades Hídricas Subterrâneas 112
2.2.8 Considerações finais para a fase de planejamento (Águas Subterrâneas) 113
3 DEMANDAS ATUAIS EM ÁGUA 117
3.1 FONTES CONSULTADAS 117
3.2 INTRODUÇÃO 118
3.3 DEMANDA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO HUMANO URBANO E RURAL 118
3.4 DEMANDA HÍDRICA DA INDÚSTRIA 130
3.5 DEMANDA HÍDRICA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL 140
3.6 DEMANDA HÍDRICA AGRÍCOLA 154
3.7 DEMANDA HÍDRICA DA MINERAÇÃO 164
3.8 DEMANDA HÍDRICA DA AQUICULTURA 173
3.9 VAZÃO DE DILUIÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS 179
3.10 ENERGIA HIDRELÉTRICA 188
3.11 SÍNTESE DAS DEMANDAS HÍDRICAS 190
3.12 DEMANDAS POR MANANCIAIS 203
3.13 COMPARAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO PERH (2006) E SUA ATUALIZAÇÃO-PERH 205
3.14 USOS INSIGNIFICANTES 209

4 BALANÇO HÍDRICO.....213
4.1 BALANÇO HÍDRICO – SITUAÇÃO ATUAL (ANO 2017).....213
4.1.1 Introdução 213
4.2 BALANÇO HÍDRICO EM NÍVEL GLOBAL – SITUAÇÃO ATUAL.....214
4.2.1 Disponibilidades hídricas.....214
4.2.2 Disponibilidades hídricas máximas.....214
4.2.3 Disponibilidades hídricas atuais.....215
4.2.4 Confronto disponibilidades atuais X demandas setoriais – Situação atual.....222
4.2.5 Confronto disponibilidades atuais X demandas para o abastecimento humano (Urbano e Rural).....222
4.2.6 Confronto disponibilidades atuais X Abastecimento industrial.....224
4.2.7 Confronto disponibilidades atuais X Abastecimento para Pecuária e Pesca 225
4.2.8 Confronto entre as disponibilidades atuais X Irrigação 226
4.2.9 Confronto entre as disponibilidades atuais X mineração.....228
4.3 BALANÇO HÍDRICO POR MANANCIAIS COM O SOFTWARE ACQUANET..229
4.3.1 Descrição do modelo de rede de fluxo AcquaNet.....230
4.3.2 Critérios para a aplicação do AcquaNet para os açudes do Estado da Paraíba..231
4.3.2.1 Unidades de simulação: bacias e sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs) 231
4.3.2.2 Mananciais e alocação das demandas.....232
4.3.2.3 Dreno, Nós exutórios e Nós de passagem 234
4.3.2.4 Capacidade dos links 234
4.3.2.5 Prioridades 235
4.3.2.6 Vazões naturais afluentes 235
4.3.2.7 Calibração do Acquanet.....236
4.3.3 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Paraíba.....236
4.3.4 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Gramame 241
4.3.5 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Mamanguape.....245
4.3.6 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Jacu.....248
4.3.7 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Curimataú.....250
4.3.8 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Piranhas.....252
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO.....261
5 FONTES DE POLUIÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA.....263
5.1 INTRODUÇÃO 263
5.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS 263
5.2.1 Redes de monitoramento.....263
5.2.2 Turbidez e pH.....265
5.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 269
5.2.4 Coliformes termotolerantes.....275
5.2.5 Metais pesados 275
5.2.6 Substâncias orgânicas e agrotóxicos 278

5.2.7 Salinidade 279
5.2.8 Índice de Qualidade das Águas (IQA) 285
5.2.8.1 Introdução 285
5.2.9 Índice de Estado Trófico (IET) 293
5.2.10 Cianobactérias e cianotoxinas 298
5.2.11. Qualiágua 306
5.3 QUALIDADES DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 309
5.3.1 Redes de monitoramento 309
5.3.2 Caracterização hidrogeoquímica 313
5.3.3 Classificação das águas para irrigação 314
5.3.4 Turbidez, cor e pH 315
5.3.5 Amônia 317
5.3.6 Cloreto e sódio 320
5.3.7 Sólidos totais dissolvidos (STD) 322
5.3.8 Sulfato 322
5.3.9 Metais pesados 323
5.3.10 Substâncias orgânicas e agrotóxicos 324
5.3.11 Coliformes Totais e *Escherichia Coli* 325
5.4 SISTEMAS DE DESSALINIZAÇÃO – PROGRAMA ÁGUA DOCE 327
5.5 LEVANTAMENTO DAS FONTES DE POLUIÇÃO PONTUAIS E DIFUSAS 330
5.6 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA 332
5.7 CARGAS POLUIDORAS 336
5.7.1 Metodologias de cálculo 336
5.7.1.1 Esgoto de Origem Doméstica 336
5.7.1.2 Resíduos sólidos 337
5.7.1.3 Drenagem Urbana 338
5.7.1.4 Irrigação Difusa 338
5.7.2 Cargas poluidoras dos Açudes Estratégicos 338
5.7.2.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 347
5.7.2.2 Fósforo (P) 354
5.7.2.3 Nitrogênio (N) 361
5.7.3 Cargas poluidoras das BHs/SBHs 367
5.7.3.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 369
5.7.3.2 Fósforo (P) 374
5.7.3.3 Nitrogênio (N) 379
5.8 RISCO DE EUTROFIZAÇÃO 384
5.8.1 Metodologias de cálculo 384
5.8.2 Cálculo da probabilidade de eutrofização 386
5.9 ASSOREAMENTO DOS RESERVATÓRIOS ESTRATÉGICOS 404
5.9.1 Metodologia de cálculo 404
5.9.2 Medições de batimetria realizadas 405
5.9.3 Cálculo do Assoreamento dos Açudes Estratégicos 406
5.9.4 Atualização das Curvas Cota-Área-Volume (ANA, 2018) 409
5.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO 411

6 EVENTOS EXTREMOS.....417
6.1 INTRODUÇÃO 417
6.2 SECAS 418
6.2.1 Aspectos Gerais.....418
6.2.2 Ocorrência de Secas 421
6.2.3 Monitor de Secas do Nordeste 425
6.2.4 Índice de aridez: medida da seca.....427
6.2.5 Seca e desertificação 430
6.3 CHEIAS 432
6.3.1 Aspectos Gerais.....432
6.3.2 Ocorrência de Cheias 433
6.4 ANÁLISE DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO E DE VOLUMES DE RESERVATÓRIOS 441
6.4.1 Precipitação.....441
6.4.2 Volumes de reservatórios.....444
6.5 CONCLUSÕES.....446
7 DIAGNÓSTICO INTEGRADO 449
7.1 INTRODUÇÃO 449
7.2 DIFICULDADES EM RELAÇÃO À OBTENÇÃO DE DADOS 449
7.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS.....450
7.3.1 Sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas.....450
7.3.2 Sub-bacia hidrográfica do Médio Rio Piranhas 450
7.3.3 Sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe.....451
7.3.4 Sub-bacia hidrográfica do Rio Piancó.....452
7.3.5 Sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas.....453
7.3.6 Sub-bacias hidrográficas do Seridó Oriental e Ocidental 454
7.3.7 Bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu.....455
7.4 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA.....456
7.4.1 Sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá 456
7.4.2 Sub-bacia hidrográfica do Alto Paraíba 457
7.4.3 Sub-bacia hidrográfica do Médio Rio Paraíba.....458
7.4.4 Sub-bacia hidrográfica do Baixo Rio Paraíba.....459
7.5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACU.....460
7.6 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURIMATAÚ 461
7.7 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAJU 461
7.8 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMARATUBA 462
7.9 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAMANGUAPE 462
7.10 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIRIRI.....463
7.11 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAMAME.....464
7.12 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ABIAÍ 465
8 IMPLEMENTAÇÃO DO PERH-PB/2006 467
8.1 INTRODUÇÃO 467
8.1.1 Programas do PERH-PB/2006 467
8.1.1.1 Categoria I – Desenvolvimento e Articulação Institucional.....467

8.1.1.2 Categoria II – Planejamento e Gestão. 469
8.1.1.3 Categoria III – Conservação da Quantidade e Qualidade dos Recursos Hídricos 472
8.1.1.4 Categoria IV – Gestão, Recuperação e Operação. 472
8.1.1.5 Categoria V – Obras e Serviços de Recursos Hídricos de Interesse Local..... 473
8.1.1.6 Categoria VI – Obras e Serviços de Infraestrutura Hídrica 473
8.1.1.7 Categoria VII – Obras e Serviços de Saneamento. 475
8.1.1.8 Categoria VIII – Conservação dos Solos, Água e Ecossistemas..... 476
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 477
ANEXO 1 – DISPONIBILIDADES E POTENCIALIDADES HÍDRICAS 479
ANEXO 2 – DEMANDAS HÍDRICAS AGRÍCOLAS POR MUNICÍPIO E CULTURA 482
ANEXO 3 – BALANÇO HÍDRICO..... 487
ANEXO 4 – RESUMO DO INVENTÁRIO DOS AÇUDES 490

1 INTRODUÇÃO

A implementação do PERH/PB-2006 permitiu um avanço institucional significativo, no âmbito da gestão dos recursos hídricos, no Estado da Paraíba. Medidas de organização dos instrumentos de gestão hídrica foram executadas. Foi dado destaque na outorga, na cobrança e no monitoramento qualiquantitativo do uso da água, ressaltando-se o gerenciamento da operação e a manutenção de açudes e de poços, o controle das inundações, oprograma de saneamento básico e os projetos ambientais. Todas essas ações de políticas públicas focaram no desenvolvimento sustentado do Estado.

Nesta segunda fase do diagnóstico, aqui denominado de RF-02B, foram avaliadas as potencialidades dos recursos hídricos do território paraibano, quantificando, portanto, a oferta d'água superficial e subterrânea, os usos desses recursos naturais para as múltiplas atividades econômicas do Estado, realizado o balanço hídrico entre as disponibilidades hídricas e o consumo dos múltiplos usuários, determinadas também as fontes de poluição das águas, nas bacias e sub-bacias hidrográficas paraibanas.

Tratando-se de um plano integrado entre os reservatórios e os sistemas adutores de abastecimento das cidades e aglomerados rurais, além do fornecimento de água para as diversas atividades produtivas, o PERH/PB é também um marco regulador da água, nas diversas regiões do Estado, para a definição de programas, de projetos e de obras das ações de governo, nos horizontes de curto, médio e longo prazos.

2 DISPONIBILIDADES E POTENCIALIDADES HÍDRICAS

2.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS

2.1.1 Fontes Consultadas

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da Agencia Nacional de Águas –ANA / HIDROWEB.

Dados climatológicos básicos do Nordeste. SUDENE, 1984, CUNHA, J. B.; MILLO, J. L.

Precipitation dependability and potentials for agricultural production in northeast Brazil, 1974. HARGREAVES, G. H.

2.1.2 Introdução

Este capítulo trata da atualização do inventário dos recursos hídricos do Estado da Paraíba, além de descrever as atividades realizadas para a estimativa das disponibilidades e das potencialidades hídricas superficiais e subterrâneas das bacias hidrográficas. Portanto, foram inventariados 120 reservatórios estratégicos e 71 reservatórios interanuais, e determinadas as respectivas vazões regularizadas. Na atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB), são considerados açudes estratégicos aqueles com volume máximo maior que 10 hm³, assim como aqueles com capacidade menor que este valor, mas utilizados pela CAGEPA, para o abastecimento das populações urbanas. Já os açudes interanuais são aqueles com capacidade entre 1 e 10 hm³. são estratégicos. Os postos fluviométricos foram inventariados e analisados, gerando dados cuja utilização permitiu a criação de séries pseudo-históricas de vazão para os açudes estratégicos. Neste estudo, não se pretende efetuar uma análise da qualidade dos estudos anteriormente efetuados, entretanto, busca-se uma atualização e comparação com as séries temporais atualizadas.

2.1.2.1 Conceitos e definições

2.1.2.1.1 - A Potencialidade Hídrica

A potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica ou sub-bacia é definida como a vazão média de um rio ou de trecho de um rio de longo período e em condições naturais, ou seja, considera-se a bacia hidrográfica no seu estado natural. Entretanto, sabe-se que as bacias hidrográficas do Estado da Paraíba passaram por intervenções, por exemplo, construção de pequenos, médio e grandes barramentos para a acumulação de água. Esses barramentos, necessários para a acumulação da água da chuva do período chuvoso e para o provimento das demandas, nos períodos de estiagem, modificam o estado natural das bacias hidrográficas. No Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) de 2006, e nos diversos planos diretores de recursos hídricos de bacias hidrográficas existentes, séries de vazões naturais foram geradas, a partir de modelos hidrológicos chuva-vazão, que transformam séries longas de precipitação em séries pseudo-históricas de vazão. Para isso, os modelos utilizados foram calibrados e validados, em períodos relativamente curtos com dados de estações fluviométricas relevantes. No presente estudo, metodologia similar foi utilizada, entretanto, com dados atualizados, os quais se referem às séries temporais. A potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica é composta de duas parcelas: a superficial e a subterrânea. Apesar das duas parcelas estarem fortemente relacionadas, elas foram inventariadas e analisadas separadamente, principalmente, devido aos diferentes métodos de estimativa quantitativa e das disponibilidades de informações, sobre cada uma dessas parcelas do ciclo hidrológico.

2.1.2.1.2 - A Disponibilidade Hídrica

A disponibilidade hídrica constitui a parcela da potencialidade hídrica, ativada pelas interferências do homem, para o seu aproveitamento. Portanto, a ativação do potencial, por meio da construção de estruturas de captação e de acumulação de água, acarreta, inevitavelmente, a ocorrência de perdas. A disponibilidade hídrica superficial máxima representa, em volume ou em vazão, a maior fração do potencial fluvial a ser disponibilizada para uso. O PERH de 2006 cita Albuquerque e Rego (1998), que estimaram a disponibilidade máxima como uma fração da potencialidade, naquele caso, igual a 60% da potencialidade hídrica. Essa fração será mantida e confrontada com as disponibilidades atuais. A disponibilidade atual corresponde a uma vazão que pode ser utilizada para diversos usos, consuntivos e/ou não consuntivos, associada a um certo nível de garantia. Para o cálculo das disponibilidades atuais das bacias hidrográficas, no que concerne às disponibilidades superficiais, foram consideradas as séries pseudo-históricas de vazões para os reservatórios. No caso das bacias hidrográficas apresentando parte do curso do seu rio principal perene, uma disponibilidade a fio d'água foi acrescentada, que corresponde a vazão $Q_{90,}$ extraída da curva de permanência das vazões geradas pelo modelo.

2.1.2.2 Inventário dos reservatórios do Estado da Paraíba

Para o inventário, foram utilizados cadastros de reservatórios (açudes) existentes na AESA e na ANA. A AESA não possui um cadastro de reservatórios consistido e atualizado. Existem várias fontes (bancos de dados) de reservatórios construídos no Estado da Paraíba, por exemplo, banco de dados da outorga da AESA/ANA, mapeamento espacial (levantamento espelhos de água FUNCEME/ANA e AESA), sistema de monitoramento de açudes da AESA, levantamentos parciais de terceiros (Geotechnique), levantamento da ANA (ANA, 2017), banco de dados ANA (SNIRH, SNISB), além de outras fontes. De uma forma geral, os reservatórios monitorados pela AESA possuem mais dados e são mais difundidos, em todos os cadastros,entretanto, muitas vezes são inconsistentes, no que concerne, principalmente, às caraterísticas físicas dos barramentos, por exemplo. Na maioria dos barramentos, o volume morto é estimado, utilizando frações da capacidade máxima, e a maioria das barragens não tem informações referentes ao vertedouro (largura/altura/forma).

Para inventariar os reservatórios, foram inicialmente utilizadas planilhas (fichas de cadastro) da AESA, elaboradas pela própria AESA, contendo principalmente as caraterísticas físicas dos reservatórios monitorados. Esses dados foram complementados com dados obtidos, recentemente, pela ANA, mediante um levantamento no campo (ANA, 2017), bem como por dados obtidos durante a atualização do plano. Além disso, foram utilizados levantamentos de barragens, efetuados pela AESA e pela ANA. A a maior quantidade de reservatórios pode ser encontrada no cadastro referente à segurança de barragens (Pro-Gestão, 2017). O **Quadro 2.1** mostra a quantidade dos reservatórios em relação à capacidade, totalizando 120 reservatórios classificados como estratégicos, e outros 71 reservatórios classificados como interanuais.

Quadro 2.1 - Cadastro dos reservatórios.

Capacidade	Número de reservatórios	Tipo
>= 10 hm³	51	Estratégico
1 hm³ - 10hm³ (utilizados pela CAGEPA)	69	Estratégico
1 hm³ - 10hm³	71	Interanuais

A **Figura 2.1** mostra a localização dos açudes estratégicos e interanuais.

Os reservatórios considerados estratégicos são aqueles com capacidade máxima superior a 10 milhões de m³ (ou 10 hm³) ou menores que 10 milhões de m³, mas atualmente operados pela CAGEPA, para o abastecimento de populações urbanas. Para o inventário de cada reservatório estratégico, as informações e dados levantados foram agrupados em função de suas especificidades, a saber:

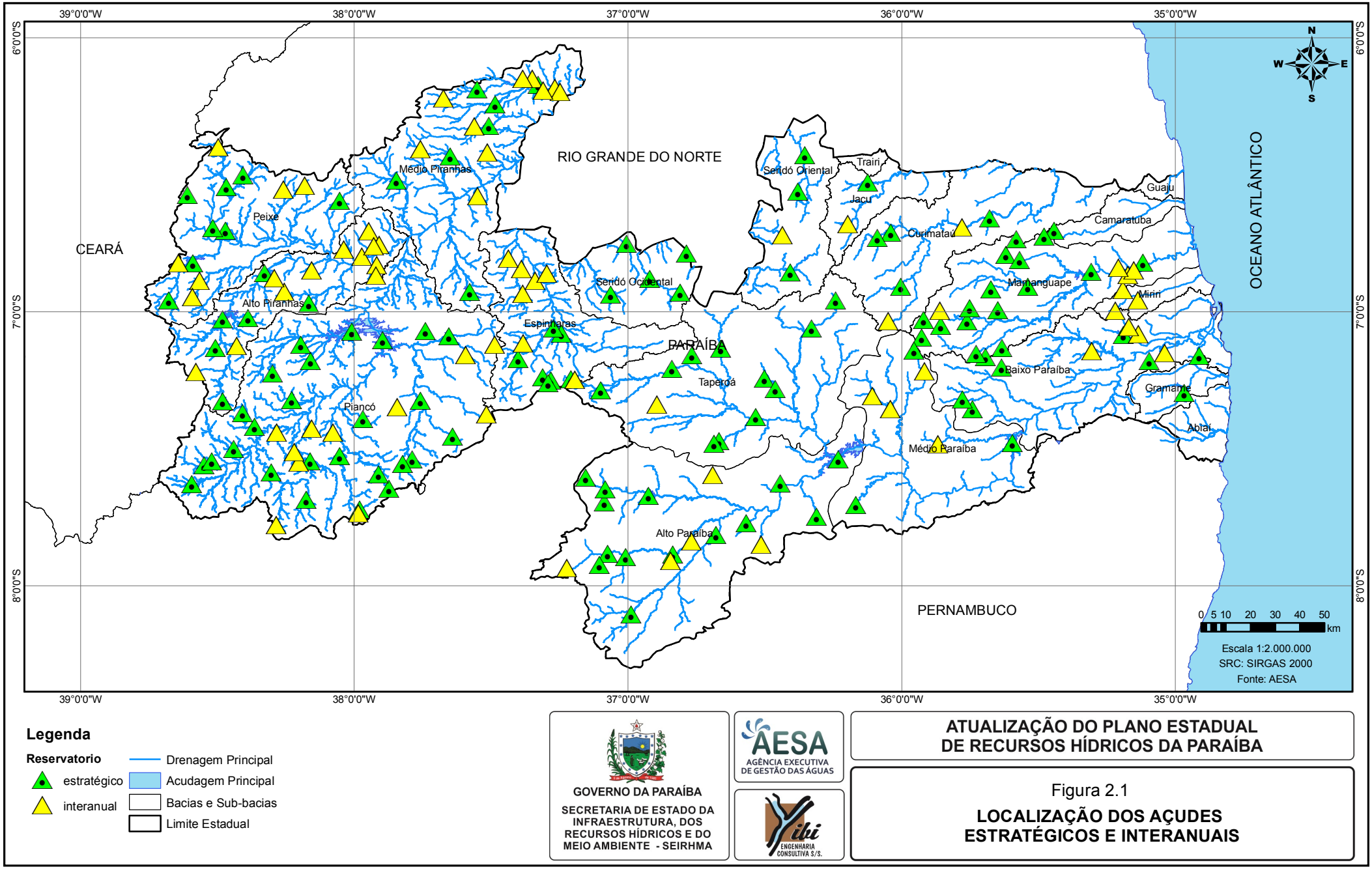
- **Características físicas:** informações sobre o material da barragem principal, tipo de vertedor, suas dimensões etc;
- **Clima:** pluviometria e evaporação representativa da região, assim como a curva de garantia calculada;
- **Curva cota-área-volume:** dados da curva cota-área-volume do reservatório;
- **Fluviometria:** série pseudo-histórica de deflúvios afluentes aos reservatórios, gerada no PERH-PB, pelo modelo chuva-vazão SMAP.

Esses grupos de informações são detalhados nos quatro itens seguintes. Como produto inicial do inventário dos açudes, foram geradas um conjunto de planilhas do Excel com as informações apresentadas anteriormente. Cada planilha é composta por quatro tabelas (Características física, Clima, CAV e Fluviometria), e cada planilha foi nomeada com o código do açude (campo AID do inventário) e seu nome, de forma a facilitar o acesso a esses dados. Por exemplo, o arquivo do Excel do inventário do açude Acauã é denominado de "3848893_Acauã.xlsx". Todos esses arquivos são enviados no formato digital, devido à quantidade de material produzido. Posteriormente, todos os dados do inventário dos açudes serão inseridos no banco de dados do Sistema de Informações Geográficas da Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, o SIG-Plano.

2.1.2.2.1 - Inventário dos açudes - Características físicas

As primeiras informações levantadas dos açudes foram seus nome e código, também chamado de AID. As características físicas dos reservatórios inventariados consistiram do material e extensão e altura da barragem principal, assim como de sua cota de coroamento; do tipo e largura do vertedor principal, assim como de sua cota de soleira. Além dessas, foram incluídas as informações referentes às tomadas d'água para abastecimento das demandas e liberação para jusante, quanto aos equipamentos utilizados, para prover o abastecimento e suas condições de funcionamento. A maioria das informações mencionadas, quando existentes, foram obtidas junto à ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), e algumas foram obtidas junto à AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba).

Outras informações essenciais também foram registradas no inventário de cada reservatório, como a bacia hidrográfica em que o açude foi construído e município ao qual pertence, o curso fluvial barrado pelo reservatório, a sua área hidrográfica e sua localização (longitude e latitude). Também foram registradas a capacidade máxima e o volume morto do açude, em m³. Para a maioria dos reservatórios estratégicos, essa segunda gama de informações é oriunda da AESA, enquanto para alguns poucos reservatórios foram utilizadas informações provenientes da ANA. Para a grande maioria dos reservatórios, a razão entre volume morto e capacidade máxima foi adotada como de 5% e 10%, em função da inexistência dessa informação nos cadastros da AESA, da ANA etc.



Legenda

Reservatorio

- estratégico
- interanual

- Drenagem Principal
- Acudagem Principal
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.1

LOCALIZAÇÃO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS E INTERANUAIS

Na fase de coleta de informações para o inventário dos açudes, foi notória a escassez de dados ou a existência de informações incompletas sobre os açudes. Cerca de 77% dos reservatórios estratégicos apresentam falta de dados sobre suas características físicas – pelo menos um dos itens não tem informação disponível, como a extensão e altura da barragem principal (76 reservatórios não têm essas informações), a cota do coroamento da barragem principal (93 reservatórios não têm essa informação), o tipo de vertedor principal (78 reservatórios não apresentaram tal informação), a cota da soleira do vertedor principal (72 reservatórios não têm essa informação), a largura do vertedor principal (48 reservatórios não têm esta informação disponível) e as tomadas d'água para abastecimento e liberação para jusante (79 reservatórios não apresentaram tais informações).

O **Quadro 2.2** exibe um exemplo das características físicas elencadas no presente inventário, apresentando as informações do reservatório Acauã, que se localiza na sub-bacia hidrográfica (SBH) do Médio Paraíba.

Quadro 2.2 - Características físicas do reservatório Acauã.

Nome do Açude	Acauã
AID	3848893
Material Barragem Principal	Concreto compactado a rolo, barragem vertedoura
Extensão Barragem Principal (m)	440,00
Altura Barragem Principal (m)	40,00
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	135,00
Tipo do Vertedor Principal	Perfil Creager com degraus
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	130,00
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação controlada por comporta, registro e válvula dispersora de 1,5m de diâmetro. Parcialmente operante. Comporta inoperante; válvula funcionando em condições precárias.
Bacia Hidrográfica	Médio Paraíba
Curso Barrado	Rio Paraíba
Município	Natuba
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	3.672,74
Localização	-7,479111; -35,595306
Volume Máximo (m³)	250.000.000,00
Volume Morto (m³)	14.500.000,00
Precipitação Representativa	Aroeiras (3858065)
Evaporação Representativa	Ingá (3848583)

Fontes: ANA, 2017 e AESA, 2018
*** significa Informação Inexistente

2.1.2.2.2 - Inventário dos açudes - Curva Cota-Área-Volume

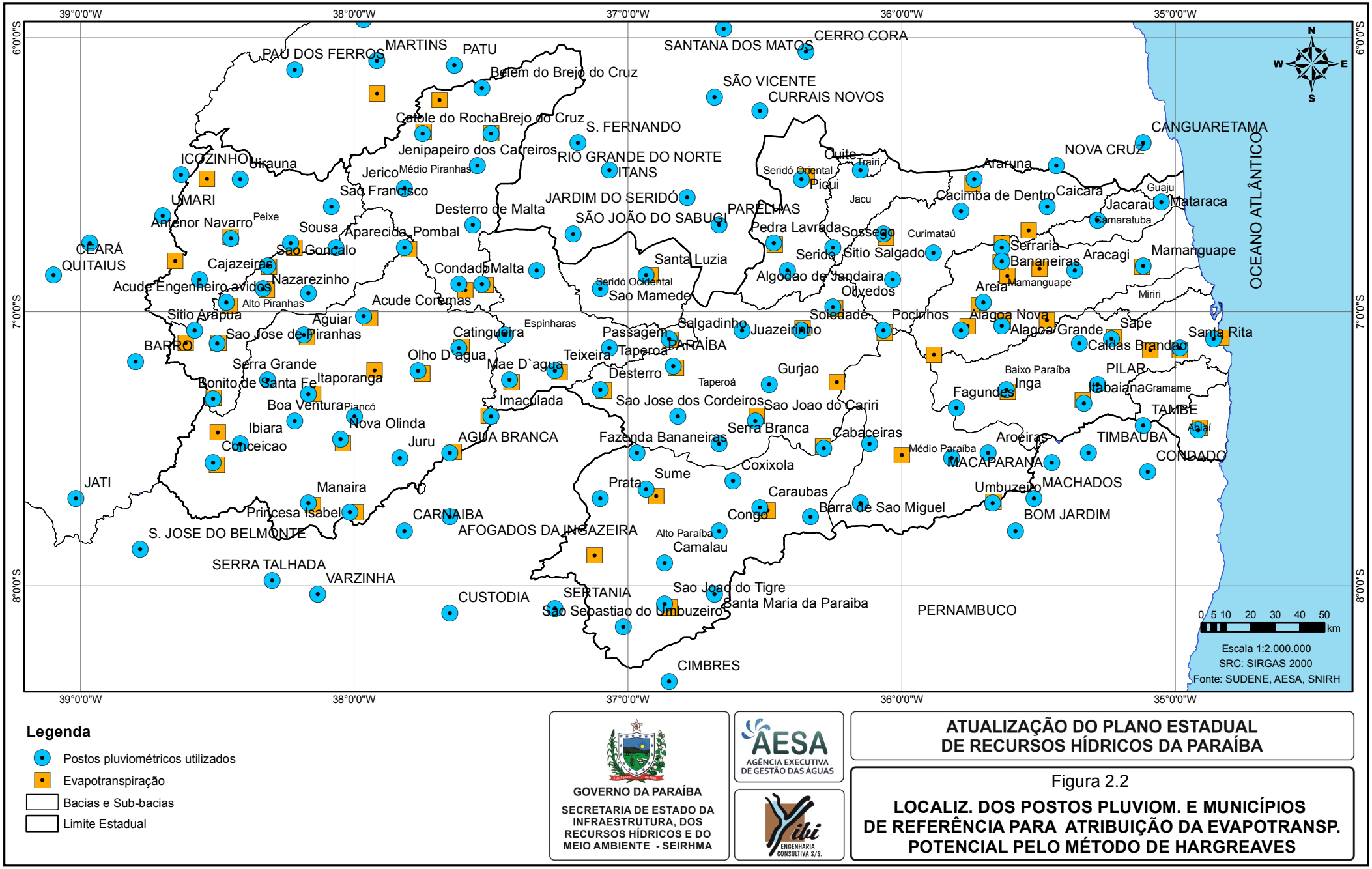
As curvas cota-área e cota-volume de cada reservatório inventariado foram cadastradas na tabela "CAV". Esses dados foram utilizados para o cálculo do balanço hídrico, visando à construção de curva de garantia de cada reservatório estratégico. Por exemplo, a **Tabela 2.1** exibe parte dos dados que compõem a curva cota-área-volume do reservatório Acauã.

Tabela 2.1 - Curvas cota-área -volume do reservatório Acauã.

Cota (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Cota (m)	Área (m²)	Volume (m³)
90	138.939,00	0	110	4.984.227,00	36.585.907,00
91	169.297,00	335.136,00	111	5.463.553,00	41.851.027,00
92	219.737,00	944.519,00	112	5.963.081,00	47.622.892,00
93	290.924,00	1.497.351,00	113	6.482.087,00	53.919.561,00
94	383.457,00	2.033.709,00	114	7.019.778,00	60.757.934,00
95	497.860,00	2.592.511,00	115	7.575.292,00	68.153.751,00
96	634.592,00	3.211.516,00	116	8.147.698,00	76.121.596,00
97	794.041,00	3.927.325,00	117	8.735.993,00	84.674.890,00
98	976.526,00	4.775.377,00	118	9.339.108,00	93.825.900,00
99	1.182.294,00	5.789.957,00	119	9.955.903,00	103.585.730,00
100	1.411.527,00	7.004.187,00	120	10.585.167,00	113.964.327,00
101	1.664.334,00	8.450.033,00	121	11.225.622,00	124.970.480,00
102	1.940.756,00	10.158.300,00	122	11.875.919,00	136.611.817,00
103	2.240.763,00	12.158.635,00	123	12.534.640,00	148.894.817,00
104	2.564.259,00	14.479.528,00	124	13.200.298,00	161.824.768,00
105	2.911.075,00	17.148.306,00	125	13.871.335,00	175.405.846,00
106	3.280.974,00	20.191.142,00	126	14.546.126,00	189.641.037,00
107	3.673.650,00	23.633.046,00	127	15.222.975,00	204.532.176,00
108	4.088.726,00	27.497.872,00	128	15.900.116,00	220.079.939,00
109	4.525.756,00	31.808.314,00	129	16.575.715,00	236.283.843,00
			130	17.247.867,00	253.142.247,00

2.1.2.2.3 - Inventário dos açudes – Estudo da Precipitação

Para cada açude inventariado, foi atribuído um posto pluviométrico, dentre aqueles analisados no capítulo de diagnóstico da rede de monitoramento da precipitação. A seleção do posto pluviométrico de cada açude foi feita utilizando um Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Ainda na seção Precipitação, foram atribuídos para cada açude valores médios mensais de evaporação. Os valores de evaporação foram calculados, a partir do Método de Hargreaves (CUNHA & MILLO, 1984; HARGREAVES, 1974). Na publicação "Dados Climatológicos Básicos do Nordeste" são apresentados valores de evapotranspiração potencial média diária, para os diversos municípios do Nordeste. Esses valores foram tomados como referência para o cálculo da evaporação dos açudes estratégicos e atribuídos em função do município mais próximo. No mapa a seguir, são apresentados os postos pluviométricos utilizados para a atribuição de precipitação aos açudes, bem como as sedes municipais utilizadas para atribuição dos valores de evaporação dos açudes. Os dados de precipitação utilizados para a modelagem são aqueles cujas falhas foram corrigidas e homogeneizados na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos.



Legenda

- Postos pluviométricos utilizados
- Evapotranspiração
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.2

LOCALIZ. DOS POSTOS PLUVIOM. E MUNICÍPIOS DE REFERÊNCIA PARA ATRIBUIÇÃO DA EVAPOTRANSP. POTENCIAL PELO MÉTODO DE HARGREAVES

Foram identificados os postos pluviométricos e os municípios de referência para atribuição da evaporação, para cada reservatório estratégico, sendo essa correspondência registrada no **Quadro 2.3**. Além do nome do reservatório estratégico, posto pluviométrico e nome dos municípios, são utilizados códigos para identificar pontos distintos. No caso da evaporação, foi criado um código para cada município, apresentados também nesta tabela.

Quadro 2.3 - Postos pluviométricos e município de referência para atribuição da evaporação representativos de cada reservatório estratégico.

Código do açude	Nome do açude	Posto pluviométrico	Município de referência para atribuição da evaporação
3848893	Acauã	Aroeiras (3858065)	Ingá (3848583)
3844798	Albino	Santa Luzia (3836715)	Imaculada (3845702)
3838801	Algodão	Algodão (3837796)	Picuí (3837034)
3839744	Araçagi	Araçagi (3839727)	Guarabira (3839606)
3833021	Arrojado	Uiraúna (3833018)	São Gonçalo (3833643)
3825335	Baião	Belém do Brejo do Cruz (3824396)	Brejo do Cruz (3825606)
3843604	Bartolomeu I	Bonito de Santa Fé (3842698)	Bonito de Santa Fé (3843601)
3845449	Bastiana	Teixeira (3845448)	Teixeira (3845455)
3857443	Bichinho	Barra de São Miguel (3857534)	Caraúbas (3857405)
3843025	Bom Jesus I	São José de Piranhas (3843202)	Eng. Avidos (3833912)
3844974	Bom Jesus II	Água Branca (3854072)	Água Branca (3854074)
3837082	Boqueirão do Cais	Cuité (3827973)	Picuí (3837034)
3848278	Brejinho	Alagoa Grande (3848174)	Campina Grande (3855779)
3853073	Bruscas	Nova Olinda (3843992)	Sousa (3833558)
3832967	Cachoeira da Vaca	Cajazeiras (3832789)	São Gonçalo (3833643)
3843658	Cachoeira dos Alves	Itaporanga (3843667)	Sousa (3833558)
3844168	Cachoeira dos Cegos	Catingueira (3844279)	Catingueira (3844282)
3843424	Cafundó	Serra Grande (3843537)	São José de Piranhas (3843204)
3856736	Camalaú	Camalaú (3856828)	Monteiro (3855779)
3848151	Camará	Alagoa Nova (3848145)	Alagoa Nova (3848151)
3856591	Campos	Caraúbas (3856498)	Caraúbas (3857405)
3838579	Canafístula II	Bananeiras (3838575)	Bananeiras (3838574)
3833009	Capivara	Uiraúna (3833018)	Antenor Navarro (3833412)
3845321	Capoeira	Santa Terezinha (3845113)	Patos (3848327)
3837127	Caraibeiras	Seridó (3837717)	Picuí (3837034)
3834035	Carneiro	Jericó (3834137)	Pombal (3834542)
3853369	Catolé I	Manaíra (3853467)	Manaíra (3853471)
3848474	Chã dos Pereiras	Ingá (3848579)	Ingá (3848583)
3833047	Chupadouro I	Antenor Navarro (3833413)	São Gonçalo (3833643)
3848365	Chupadouro II	Alagoa Grande (3848174)	Ingá (3848583)
3843372	Cochos	Bonito de Santa Fé (3843166)	Sousa (3833558)
3852192	Condado	Conceição (3852197)	Conceição (3853101)
3856668	Cordeiro	Congo (3856667)	Monteiro (3855779)
3844014	Curema	Curema (3844008)	Sousa (3833558)
3848018	Covão	Alagoa Nova (3848145)	Areia (3838958)
3837494	Curimataú	Barra de Santa Rosa (3837488)	Campina Grande (3855779)
3839414	Duas Estradas	Bananeiras (3838575)	Guarabira (3839606)
3844159	Emas	Catingueira (3844279)	Pombal (3834542)
3848119	Emídio	Alagoa Nova (3848145)	Campina Grande (3855779)
3834884	Engenheiro Arcoverde	Condado (3834877)	Condado (3834885)
3833913	Engenheiro Avidos	Eng. Avidos (3833908)	São Gonçalo (3833643)
3847976	Epitácio Pessoa	Boqueirão (3847979)	Campina Grande (3855779)
3824396	Escondido	Belém do Brejo do Cruz (3824396)	Brejo do Cruz (3825606)
3845155	Farinha	Teixeira (3845448)	Patos (3848327)
3837721	Felismina Queiroz	Seridó (3837717)	Barra de Santa Rosa (3837492)
3843264	Frutuoso II	Aguiar (3843166)	Aguiar (3843169)
3832182	Gamela	Icozinho (3832074)	São Gonçalo (3833643)
3848754	Gavião	Fagundes (3848741)	Campina Grande (3855779)
3854046	Glória	Juru (3854036)	Água Branca (3854074)

Código do açude	Nome do açude	Posto pluviométrico	Município de referência para atribuição da evaporação
3940513	Gramame-Mamuaba	Santa Rita (3940206)	João Pessoa (3940139)
3847406	Gurjão	Gurjão (3847505)	São João do Cariri (3846798)
345782	Jandaia	Cacimba de Dentro (3838246)	Bananeiras (3838574)
3839678	Jangada	Mamanguape (3839679)	Mamanguape (3839679)
3845147	Jatobá I	Teixeira (3845448)	Patos (3848327)
3854405	Jatobá II	Princesa Isabel (3853499)	Princesa Isabel (3854405)
3833971	Jenipapeiro	São José da Lagoa Tapada (3833869)	Nazarezinho (3833838)
3844652	Jenipapeiro (Buiú)	Imaculada (3845703)	Sousa (3833558)
3845586	Jeremias	Desterro (3845583)	Desterro (3845586)
3848648	José Rodrigues	Fagundes (3848741)	Campina Grande (3855779)
3832589	Lagoa do Arroz	Cajazeiras (3832789)	São Gonçalo (3833643)
3838489	Lagoa do Matias	Bananeiras (3838575)	Bananeiras (3838574)
3846351	Lagoa do Meio	Taperoá (3846434)	Taperoá (3846437)
3846722	Livramento (Russos)	São José Cordeiros (3846739)	Desterro (3845586)
3844013	Mãe D'água	Curema (3844008)	Curema (3844015)
3940321	Marés	Santa Rita (3940206)	João Pessoa (3940139)
3848213	Milhã (Evaldo Gonçalves)	Alagoa Grande (3848174)	Campina Grande (3855779)
3846273	Mucutu	Juazeirinho (3846185)	Soledade (3847131)
3846799	Namorado	São João do Cariri (3846894)	São João do Cariri (3846798)
3854229	Novo II	Juru (3854036)	Sousa (3833558)
3837955	Olivedos	Olivedos (3837953)	Olivedos (3837956)
3855271	Ouro Velho	Prata (3855383)	Monteiro (3855779)
3833193	Paraíso (Luiz Oliveira)	São Francisco (3833285)	Pombal (3834542)
3832399	Pilões	Antenor Navarro (3833413)	São Gonçalo (3833643)
3843443	Pimenta	Serra Grande (3843537)	Sousa (3833558)
3853014	Piranhas	Ibiara (3843919)	Conceição (3853101)
3838687	Pirpirituba	Bananeiras (3838575)	Guarabira (3839606)
3838976	Pitombeira	Areia (3838962)	Areia (3838958)
3853142	Poço Redondo	Manaíra (3853467)	Conceição (3853101)
3856076	Poções	Camalaú (3856828)	Monteiro (3855779)
3837485	Poleiros	Barra de Santa Rosa (3837488)	Campina Grande (3855779)
3855386	Prata II	Prata (3855383)	Monteiro (3855779)
3844709	Queimadas	Garrotes (3844703)	Nova Olinda (3843995)
3845443	Riacho das Moças	Mãe D'Água (3845514)	Teixeira (3845455)
3857471	Riacho de Santo Antônio	Riacho de Santo Antônio (3857471)	Caraúbas (3857405)
3824870	Riacho dos Cavalos	Jenipap. Carreiros (3824992)	Catolé do Rocha (3824656)
3845544	Sabonete	Teixeira (3845448)	Teixeira (3845455)
3843995	Saco	Nova Olinda (3843992)	Nova Olinda (3843995)
3852285	Santa Inês	Conceição (3852197)	Sousa (3833558)
3836718	Santa Luzia	Santa Luzia (3836715)	Santa Luzia (3836718)
3825602	Santa Rosa	Brejo do Cruz (3825701)	Brejo do Cruz (3825606)
3866106	Santo Antônio	São Sebastião do Umbuzeiro (3865397)	São João do Tigre (3866135)
3857215	São Domingos	Caraúbas (3856498)	Caraúbas (3857405)
3845459	São Franscisco II	Teixeira (3845448)	Teixeira (3845455)
3833643	São Gonçalo	São Gonçalo (3833639)	São Gonçalo (3833643)
3843303	São José I	São José de Piranhas (3843202)	São José de Piranhas (3843204)
3855789	São José II	Camalaú (3856828)	Monteiro (3855779)
3836546	São José IV	Santa Luzia (3836715)	Patos (3848327)
3835888	São Mamede	São Mamede (3835882)	Santa Luzia (3836718)
3855266	São Paulo	Prata (3855383)	Monteiro (3855779)
3849166	São Salvador	Sapé (3849254)	Mamanguape (3839679)
3848133	São Sebastião	Alagoa Nova (3848145)	Alagoa Nova (3848151)
3838868	Saulo Maia	Areia (3838962)	Areia (3838958)
3846972	Serra Branca I	Serra Branca (3846969)	São João do Cariri (3846798)
3846965	Serra Branca II	Serra Branca (3846969)	São João do Cariri (3846798)
3852099	Serra Vermelha I	Conceição (3852197)	Conceição (3853101)
3855882	Serrote	Prata (3855383)	Monteiro (3855779)

Código do açude	Nome do açude	Posto pluviométrico	Município de referência para atribuição da evaporação
3848357	Sindô Ribeiro	Alagoa Nova (3848145)	Alagoa Nova (3848151)
3847131	Soledade	Soledade (3847128)	Soledade (3847131)
3856325	Sumé	Sumé (3856314)	Sumé (3856325)
3839408	Suspiro	Mamanguape (3839679)	Guarabira (3839606)
3825406	Tapera	Belém do Brejo do Cruz (3824396)	Brejo do Cruz (3825606)
3846434	Taperoá II	Taperoá (3846434)	Taperoá (3846437)
3838894	Tauá	Alagoa Grande (3848174)	Guarabira (3839606)
3854123	Tavares II	Juru (3854036)	Princesa Isabel (3854405)
3854137	Timbaúba	Juru (3854036)	Água Branca (3854074)
3838953	Vaca Brava	Areia (3838962)	Areia (3838958)
3836501	Várzea	Santa Luzia (3836715)	Santa Luzia (3836718)
3827934	Várzea Grande	Picuí (3837028)	Picuí (3837034)
3843832	Vazante	S. Boaventura (3843857)	Sousa (3833558)
3843722	Video	Conceição (3852197)	Sousa (3833558)

Os valores médios mensais de precipitação e de evaporação de cada açude são apresentados no anexo 1.

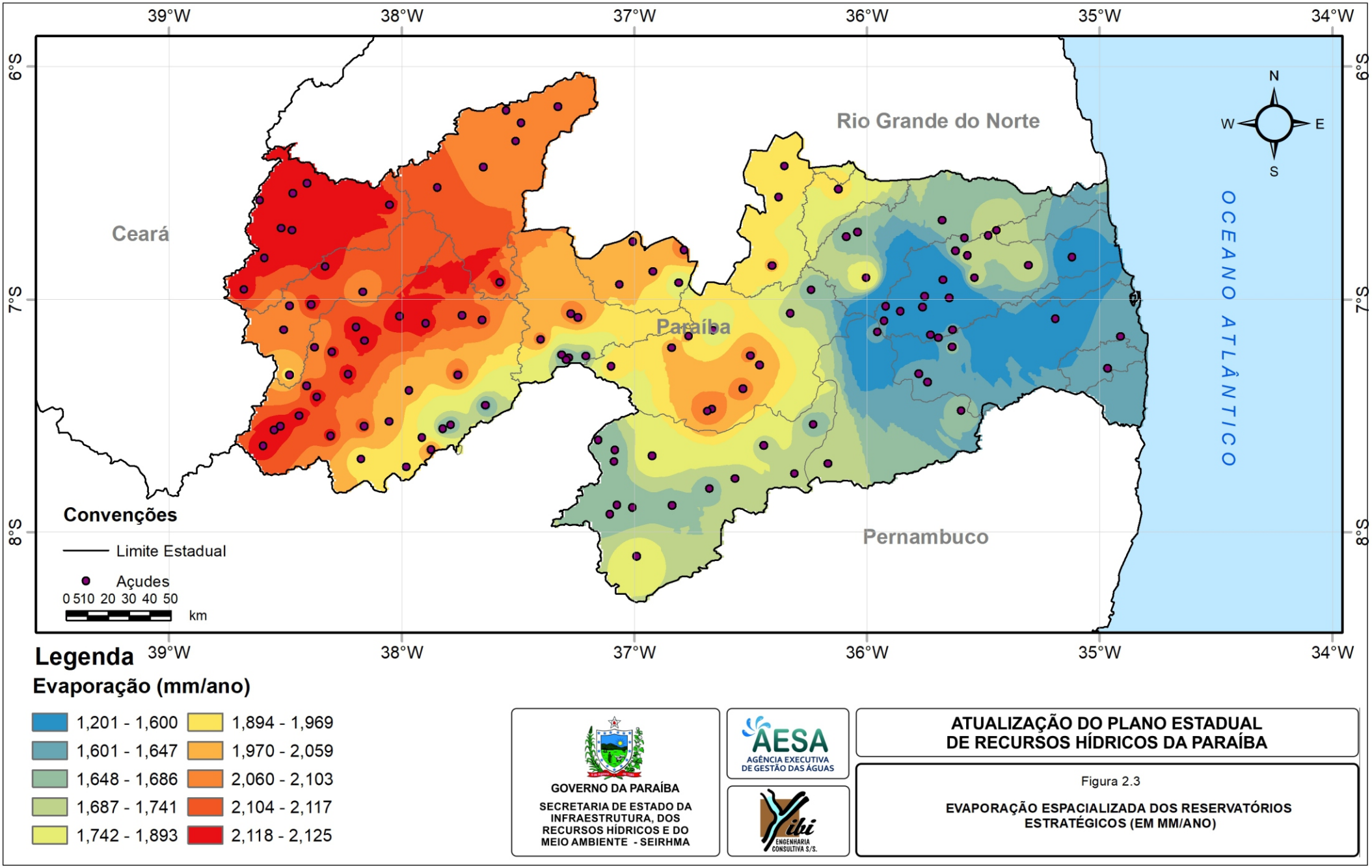
A **Figura 2.3** a seguir exibe a evaporação espacializada dos reservatórios, em mm/ano. Nota-se que a região litorânea do Estado tem seus açudes representados pelos postos em que a evaporação é menor, enquanto as regiões do interior do Estado foram representadas por açudes em que a evaporação é mais intensa.

A **Figura 2.4**, por outro lado, exibe a evaporação espacializada dos açudes estratégicos, em m³/ano. Nota-se que, nesse caso, os reservatórios de maior espelho d'água são os açudes em que o volume evaporado é maior. Pode-se observar que as maiores concentrações de volume evaporado por ano se concentram, em média, nas SBHs do Piancó (reservatórios Curema-Mãe D'Água), Alto Piranhas (Engenheiro Avidos e São Gonçalo), SBH Peixe (Lagoa do Arroz) e SBH do Alto Paraíba (reservatórios Epitácio Pessoa e Camalaú). Além desses, há volumes evaporados anuais de grande proporção, em alguns reservatórios mais próximos do litoral SBH do Gramame (açude Gramame-Mamuaba), SBH Médio Paraíba (açude Acauã) e SBH Mamanguape (açude Araçagi).

*** significa Informação Inexistente.

2.1.2.2.4 - Inventário dos açudes - Fluviometria

A última seção do inventário é composta pelos valores calculados pelo modelo chuva-vazão SMAP, na sua versão diária, afluentes ao açude. Os valores são apresentados em m³/s e encontram-se na tabela do arquivo do Excel, denominada "Fluviometria". Também são apresentadas as estatísticas (médio, desvio padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo), tanto para os dados mensais como anuais.



GOVERNO DA PARAÍBA

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

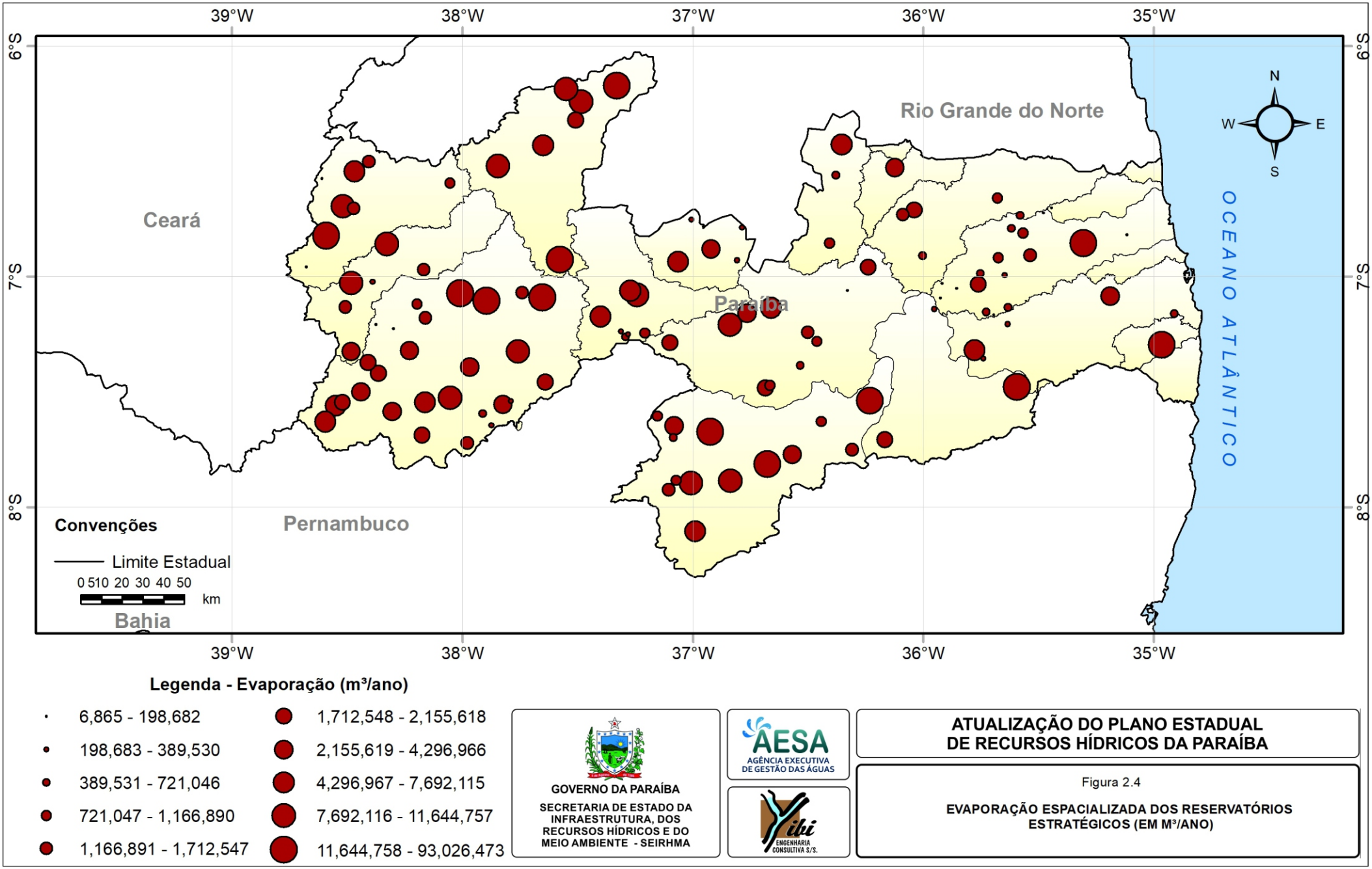
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.3

EVAPORAÇÃO ESPACIALIZADA DOS RESERVATÓRIOS ESTRATÉGICOS (EM MM/ANO)



Legenda - Evaporação (m³/ano)

6,865 - 198,682	1,712,548 - 2,155,618
198,683 - 389,530	2,155,619 - 4,296,966
389,531 - 721,046	4,296,967 - 7,692,115
721,047 - 1,166,890	7,692,116 - 11,644,757
1,166,891 - 1,712,547	11,644,758 - 93,026,473

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.4

EVAPORAÇÃO ESPACIALIZADA DOS RESERVATÓRIOS ESTRATÉGICOS (EM M³/ANO)

2.1.2.2.5 - Densidade e capacidade de pequenos açudes

Dados referentes aos espelhos d'água dos pequenos açudes podem ser encontrados nos bancos de dados da AESA e ANA. Na base de dados da ANA, o "Mapeamento de Espelhos d'Água do Brasil" foi um produto criado, a partir de um convênio firmado entre o Ministério da Integração Nacional (MI) e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), com o apoio técnico da ANA, por meio da antiga Gerência de Informações Geográficas (GEGEO/SGI). A identificação dos espelhos d'água ocorreu sobre imagens do sensor CCD/CBERS-2, adquiridas entre os anos de 2003 e 2006 (ANA, 2018). A base de dados pode ser encontrada no SNIRH[1], e os metadados, no Geonetwork[2], sendo mantida e atualizada frequentemente (última atualização ocorrida no ano de 2016).

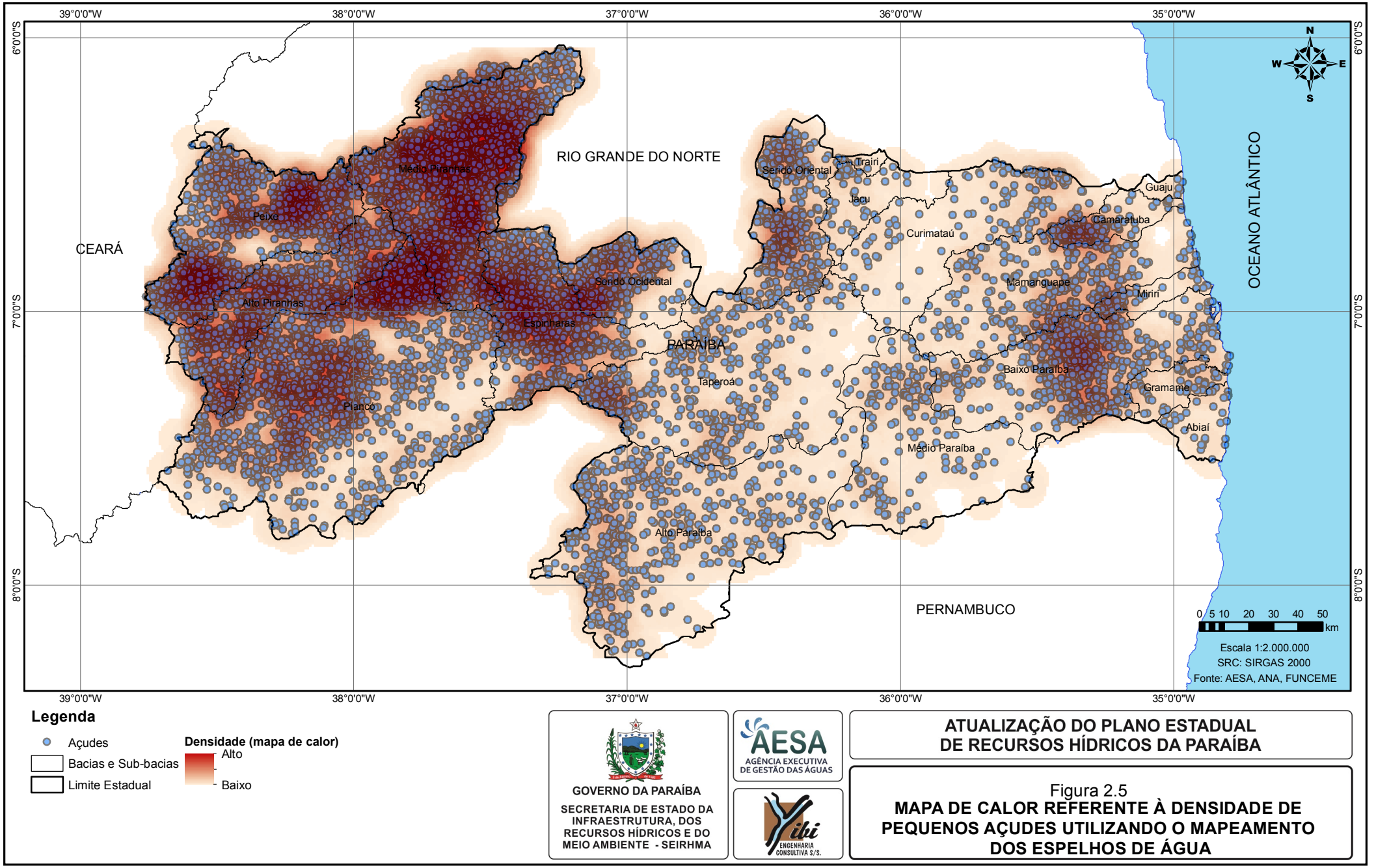
A base de dados da AESA foi gerada por meio de imagens de satélite (Landsat), no ano 2006, com uma resolução de 30 metros e delimitação manual dos açudes identificados pela AESA. A quantidade dos pequenos açudes desse levantamento é maior que o levantamento da ANA, ou seja, foram mapeados mais espelhos de água com áreas menores que no levantamento da ANA/FUNCEME. A **Figura 2.5** mostra o mapeamento da AESA, com mapa de calor referente à densidade de açudes no sertão paraibano.

Observa-se a maior densidade de pequenos açudes na bacia hidrográfica Piranhas. A **Tabela 2.2** mostra a densidade de açudes por bacia/sub-bacia hidrográfica, utilizando o levantamento da AESA. A maior densidade de açudes pode ser encontrada nas BHs/SBHs do Alto e Médio Piranhas. A menor concentração de açudes está localizada no litoral paraibano. A partir dos dados da AESA, foram totalizados 9.504 pequenos açudes, o que resulta em aproximadamente um açude a cada 6 km².

Tabela 2.2 – Densidade dos pequenos açudes por Bacia/Sub-bacia Hidrográfica

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Área de drenagem da BH/SBH (km²)	Qtd. de pequenos açudes	Participação dos açudes em relação ao total (%)	Densidade (Qtd./km²)
BH do Rio Abiaí	585	25	0,26	0,04
SBH do Alto Rio Paraíba	6.712	426	4,48	0,06
SBH do Alto Rio Piranhas	2.567	880	9,26	0,34
SBH do Baixo Rio Paraíba	3.971	557	5,86	0,14
BH do Rio Camaratuba	640	138	1,45	0,22
BH do Rio Curimataú	3.351	132	1,39	0,04
SBH do Rio Espinharas	2.883	845	8,89	0,29
BH do Rio Gramame	593	54	0,57	0,09
BH do Rio Guaju	153	2	0,02	0,01
BH do Rio Jacu	967	42	0,44	0,04
BH do Rio Mamanguape	3.520	296	3,11	0,08
SBH do Médio Rio Paraíba	3.756	151	1,59	0,04
SBH do Médio Rio Piranhas	4.485	2.035	21,41	0,45
BH do Rio Miriri	432	60	0,63	0,14
SBH do Rio do Peixe	3.433	1.128	11,87	0,33
SBH do Rio Piancó	9.238	1.788	18,81	0,19
SBH do Rio Seridó Ocidental	1.475	317	3,34	0,21
SBH do Rio Seridó Oriental	1.974	342	3,60	0,17
SBH do Rio Taperoá	5.677	282	2,97	0,05
BH do Rio Trairi	110	4	0,04	0,04
Total		**9.504**	**100%**	

[1] SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
[2] http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home



Legenda

- Açudes
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

Densidade (mapa de calor)

Alto — Baixo

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.5

MAPA DE CALOR REFERENTE À DENSIDADE DE PEQUENOS AÇUDES UTILIZANDO O MAPEAMENTO DOS ESPELHOS DE ÁGUA

Para estimar a capacidade de armazenamento dos pequenos açudes, foram utilizados os espelhos d'água e a relação entre volume e profundidade proposta pelo Molle (1994), utilizando coeficientes de abertura *k* e coeficiente de forma α (Equação 1 e 2):

$V = k.H\alpha$ Eq. (1)

e

$S = \alpha.k.H(\alpha - 1)$ Eq. (2)

Sendo que: k coeficiente de abertura,
α coeficiente de forma,
V é o volume acumulado no açude na profundidade *H* (m^3);
S é a área do espelho d'água (m^2).

A área do espelho d'água foi obtida utilizando os mapeamentos da ANA e da AESA, mediante a mesclagem das áreas delimitadas nos dois estudos. Os coeficientes α *e k* foram obtidos por meio das relações das curvas Cota-Área-Volume (CAV) dos reservatórios estratégicos das bacias/sub-bacias hidrográficas, utilizando valores médios de cada BH/SBH. Os coeficientes, então, são atribuídos aos espelhos de água contidos na BH/SBH, e a capacidade foi estimada utilizando a equação 3.

$$V = \frac{1}{\propto^{\left(\frac{\propto}{\propto-1}\right)}} . \frac{1}{k^{\left(\frac{1}{\propto-1}\right)}} . S^{\left(\frac{\propto}{\propto-1}\right)}$$ Eq. (3)

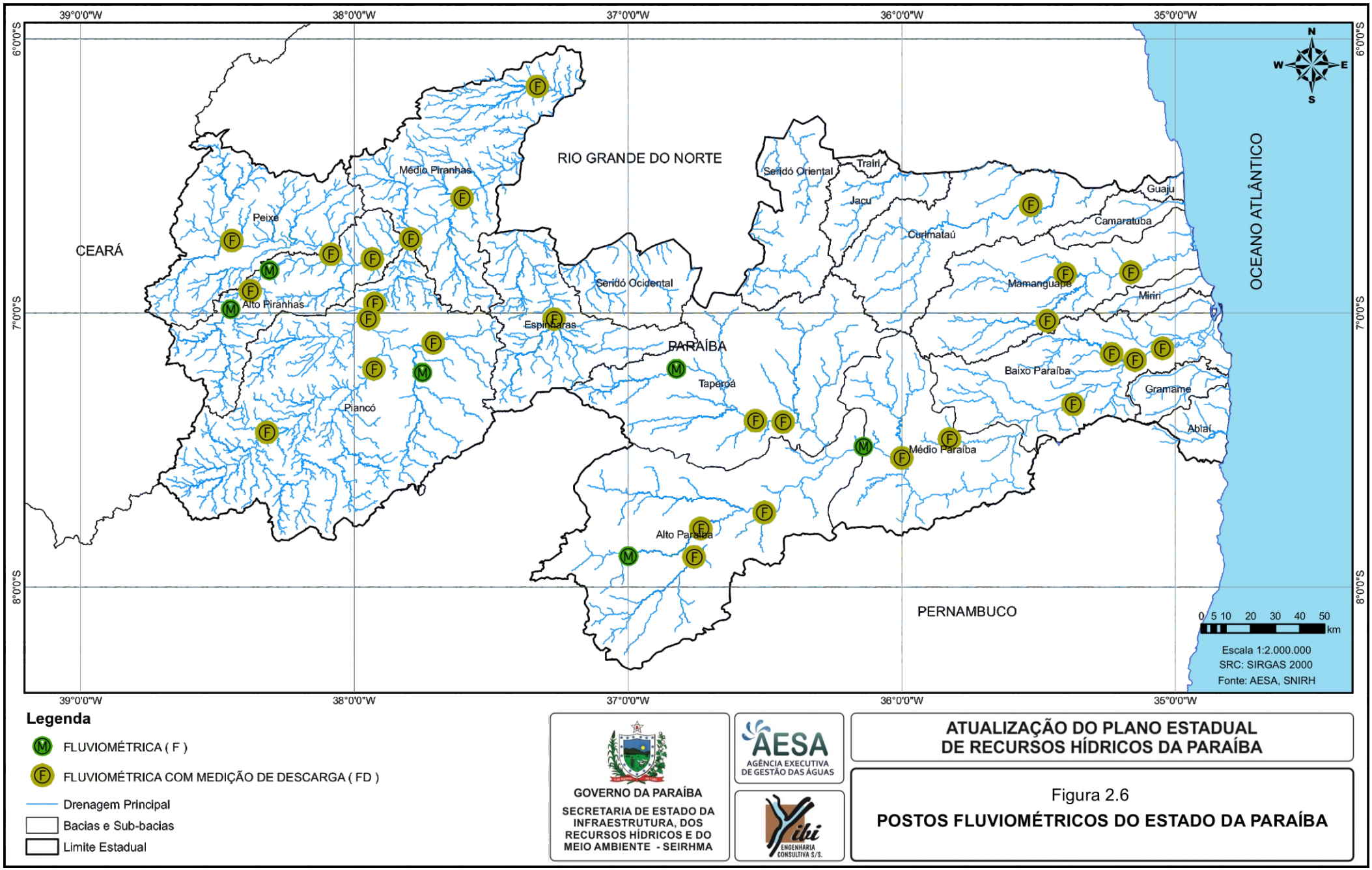
2.1.2.2.6 - Inventário dos postos fluviométricos

Nesta seção, são inventariados os postos fluviométricos do Estado da Paraíba, efetuando a respectiva análise de consistência. DPor meio dessa análise, procurou-se obter séries contínuas de vazões não perturbadas a montante por obras, por exemplo açudes, ou captações.

Os postos fluviométricos no Estado da Paraíba são aqueles cadastrados na Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), cujos dados são disponibilizados por meio do Portal HidroWeb, integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). A **Figura 2.6** mostra a localização dos postos fluviométricos, no Estado da Paraiba, cujos dados são acessíveis mediante o serviço no SNRIH, no seguinte endereço eletrônico:http://www.snirh.gov.br/arcgis/rest/services/SGH/REDE_ HIDROMETEOROLOGICA_NACIONAL/MapServer.

No **Quadro 2.4**, são listados os postos fluviométricos com seus principais dados. No total, são listados na RHN 31 postos fluviométricos com medição de descarga líquida. Entretanto, nem todos os postos possuem séries ou dados referentes à descarga líquida.

Recentemente, em 2017, sete novos postos fluviométricos foram instalados no Rio Paraíba objetivando o monitoramento contínuo e em tempo real do nível desse rio e de sua vazão.. O objetivo principal desses sete postos fluviométricos é o controle de vazão regularizada, a partir da transposição do São Francisco Eixo Leste. Esses postos fluviométricos ainda não contam com curva-chave e, por terem uma série curta de dados, não foram utilizados no PERH-PB.



Legenda

- (M) FLUVIOMÉTRICA (F)
- (F) FLUVIOMÉTRICA COM MEDIÇÃO DE DESCARGA (FD)
- Drenagem Principal
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.6

POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

Quadro 2.4 - Postos fluviométricos ativos com medição de descarga liquida, no Estado da Paraíba

Rio	Município	Respons.	Operadora	Código	Estação	Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km²)
Rio Paraibinha	Aroeiras	ANA	CPRM	38865000	Barra de João Leite	-7,459722	-35,825	235
Rio Baião	Brejo do Cruz	DNOCS	DNOCS	37490005	Fazenda Esperas - Jusante	-6,186944	-37,272222	965
Rio Paraíba	Camalaú	ANA	CPRM	38800500	Camalaú - Montante	-7,890833	-36,758333	1500
Rio Paraíba	Camalaú	AESA-PB	AESA-PB	38811500	Pisf Sítio Queimação	-7,877222	-36,927778	-
Canal da Redenção	Coremas	ANA	CPRM	37369055	Canal da Redenção	-7,021944	-37,986111	1150
Rio Paraíba	Cruz do Espírito Santo	ANA	CPRM	38888000	Engenho Santana	-7,172778	-35,1475	18900
Rio Piancó	Diamante	ANA	CPRM	37320000	Pombinho	-7,436389	-38,318889	1920
Riacho dos Porcos	Emas	ANA	CPRM	37360000	Emas	-7,110556	-37,710833	594
Rio Aracají	Guarabira	ANA	CPRM	38771000	Sítio Passagem	-6,858333	-35,401667	908
Rio Paraíba	Itabaiana	ANA	CPRM	38880000	Guarita	-7,334444	-35,372778	17400
Rio Mamanguape	Mamanguape	ANA	CPRM	38790000	Ponte do leitão	-6,851944	-35,163056	2950
Rio Mamanguape	Mulungu	ANA	CPRM	38750000	Mulungu	-7,029722	-35,468056	875
Rio Espinharas	Patos	ANA	CPRM	37430000	Patos	-7,022778	-37,27	1650
Rio Piranhas-açu	Paulista	ANA	CPRM	37412000	Sítio Curralinho	-6,580278	-37,605833	17200
Rio Piancó	Piancó	ANA	CPRM	37340000	Piancó	-7,204444	-37,928056	4560
Rio Piranhas-Açu	Pombal	ANA	CPRM	37297000	São Domingos do Pombal	-6,802222	-37,934722	5400
Rio Piranhas-Açu	Pombal	ANA	CPRM	37410000	Sítio Vassouras	-6,725833	-37,7975	15200
Rio Piancó	Pombal	ANA	CPRM	37380000	Pau Ferrado	-6,965833	-37,924167	8580
Rio Paraíba	Santa Teresinha	ANA	CPRM	38895000	Ponte da Batalha	-7,13	-35,0475	19000
Rio Piranhas-Açu	São João do Rio do Peixe	ANA	CPRM	37220000	Várzea Grande	-6,919167	-38,380833	1110
Rio do Peixe	São João do Rio do Peixe	ANA	CPRM	37260000	Antenor Navarro	-6,735278	-38,448056	1450
Rio Gurinhem	Sapé	ANA	CPRM	38887000	Sobrado	-7,15	-35,233056	728
Rio Monteiro	Sumé	ANA	CPRM	38812000	Sítio Conceição	-7,787222	-36,734167	1240
Rio Paraíba	Caraúbas	ANA	CPRM	38830000	Caraúbas	-7,721111	-36,505278	5030
Rio Paraíba	São Domingos do Cariri	AESA-PB	AESA-PB	38831000	Pisf sítio Porteiras	-7,678056	-36,444167	-
Rio Curimataú	Bananeiras	ANA	CPRM	38650000	Fazenda Algamar	-6,605278	-35,528889	2170
Rio Paraíba	Boqueirão	ANA	CPRM	38860000	Bodocongo	-7,528333	-35,999722	13700
Rio Taperoá	São João do Cariri	ANA	CPRM	38849000	São João do Cariri	-7,392778	-36,534167	3093
Rio Taperoá	São João do Cariri	ANA	CPRM	38850000	Poço de Pedras	-7,398056	-36,433611	3180
Rio do Peixe	Sousa	ANA	CPRM	37290000	Aparecida	-6,785278	-38,086944	3420
Rio do Peixe	Sousa	DNOCS	DNOCS	37261000	Sousa	-6,75	-38,233333	2660

Fonte: Hidroweb, 2018

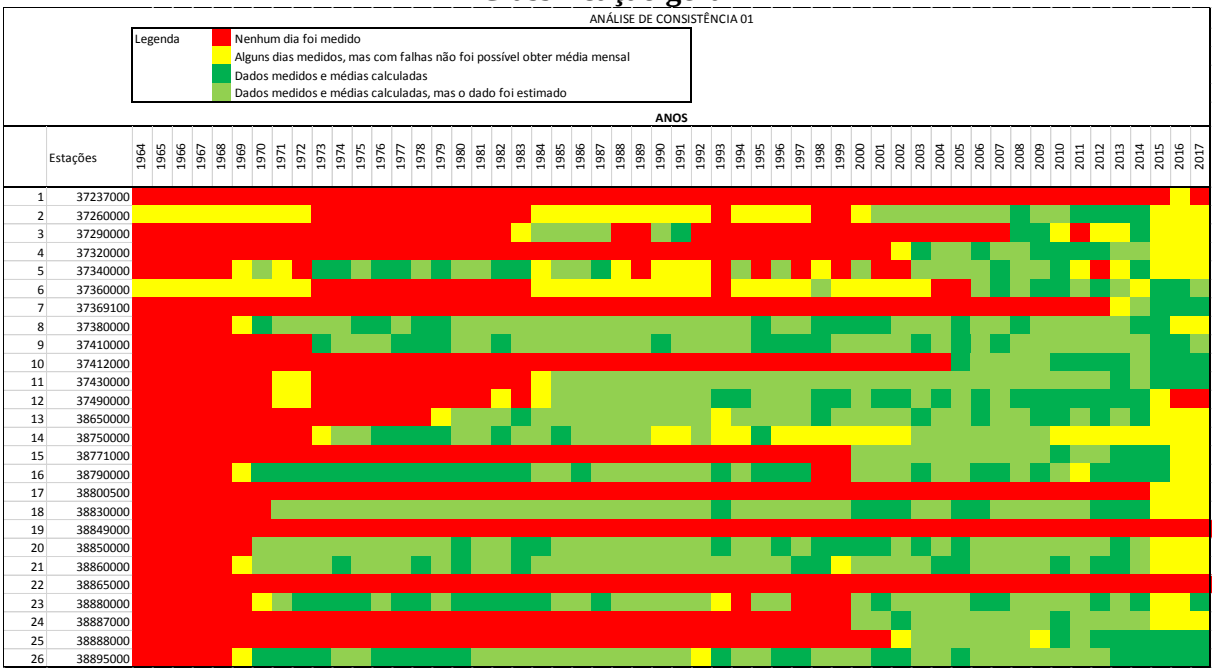
Ainda em relação aos postos fluviométricos, outra ação da ANA, em conjunto com os órgãos gestores estaduais, nesse caso a AESA, instalou, a partir de 2014, um total de 22 postos fluviométricos na Paraíba. A localização desses postos foi selecionada, estrategicamente, para quantificar as vazões afluentes e defluentes, em 17 reservatórios estratégicos da Paraíba, sendo eles: Gramame-Mamuaba, Acauã, Epitácio Pessoa, Lagoa do Arroz, São Gonçalo, Engenheiro Avidos, Bruscas, Condado, Piranhas, Saco, Jenipapeiro, Cacheira dos Cegos, Mãe d'Água, Sumé, Capoeira, Lagoa do Matias e Araçagi. De qualquer forma, como rede mais nova, não conta com mais que 2 anos de dados, nem todos os postos fluviométricos entraram em operação. Sendo assim, ela também não foi utilizada neste estudo.

Observa-se que os pontos monitorados estão localizados em regiões com uma área de drenagem elevada e, contudo, com reservatórios, obras e captações a montante. Assim, os postos fluviométricos existentes, na Paraíba da RHN, representam vazões perturbadas, para a calibração do modelo chuva-vazão. A operação dos reservatórios a montante dos postos fluviométricos impacta, substancialmente, as vazões observadas, principalmente, nos períodos secos, em que o vertimento das barragens é inexistente.

As próximas figuras exibem um resumo da análise de quantidade/qualidade dos dados fluviométricos. Os mapas foram divididos em 4, partindo de uma visão geral e, em seguida, detalhando as falhas/informações contidas nos dados fluviométricos disponíveis no Estado da Paraíba.

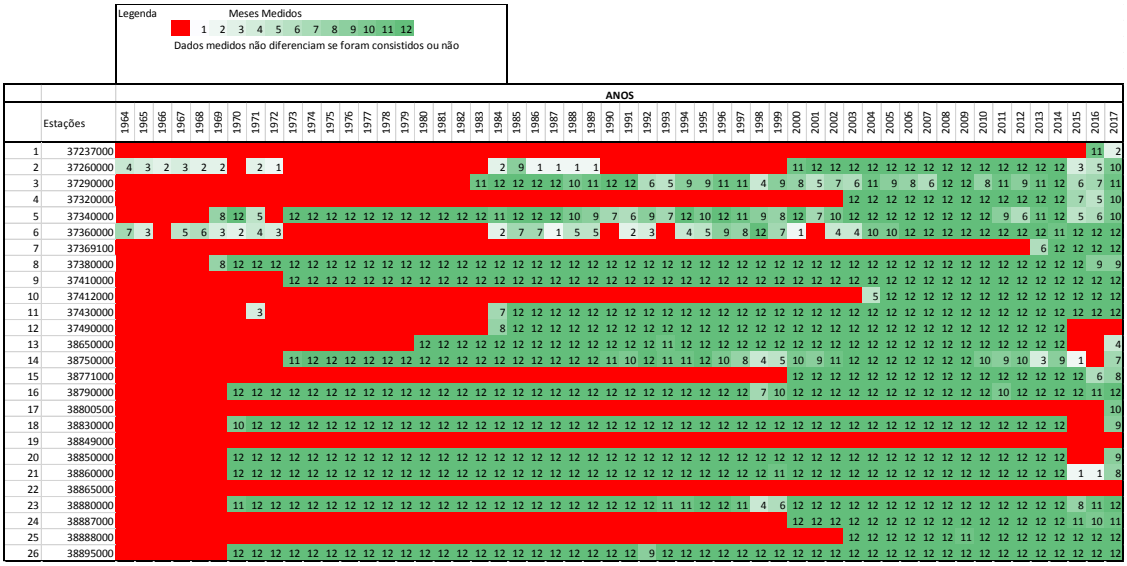
Na **Figura 2.7**, constam as estações fluviométricas com os anos em que não há medições (vermelho), os anos com medições, mas com algumas falhas (amarelo), os anos que possuem dados estimados (verde claro) e os anos com medição por completo (verde escuro).

Figura 2.7 – Análise de consistência dados fluviométricos do Estado da Paraíba – Classificação geral



O mapa a seguir (**Figura 2.8**) mostra a análise com dados mensais, independentemente de terem sido medidos ou estimados. Observa-se que grande parte dos dados foram completados e tem uma série contínua.

Figura 2.8 – Análise de consistência mensal dos dados fluviométricos do Estado da Paraíba – Dados medidos e estimados



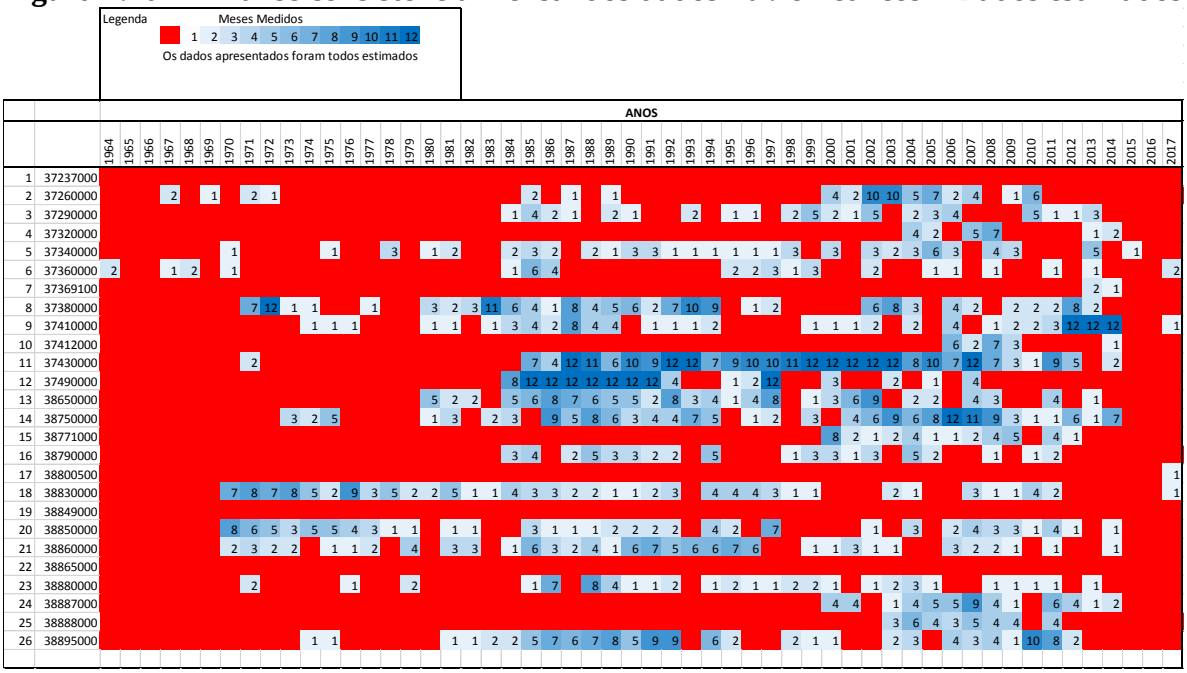
A **Figura 2.9** mostra apenas os meses que foram realmente medidos. No total, 78% foram realmente medidos e 22% foram estimados.

Figura 2.9 – Análise consistência mensal dos dados fluviométricos – Dados medidos



O último mapa (**Figura 2.10**) mostra apenas os dados estimados. Observa-se que não existe um posto com uma série completamente medida. Entretanto, pode-se observar, também, que o monitoramento melhorou nos últimos anos, com dados mais completos, a partir de 2015.

Figura 2.10 – Análise consistência mensal dos dados fluviométricos – Dados estimados



A consistência dos dados pode ser considerada razoável. O problema é que a maioria dos postos fluviométricos estão localizados nas calhas principais de rios a jusante de grandes barragens, que regularizam uma vazão. Assim, os dados observados não representam uma vazão natural (resposta da bacia hidrográfica a eventos chuvosos), necessária para a utilização no modelo chuva-vazão.

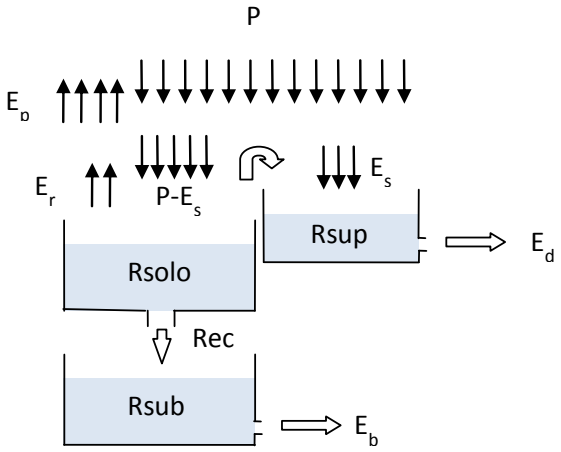
2.1.3 Geração de séries pseudo-históricas de vazões afluentes aos reservatórios interanuais e estratégicos por meio de modelo chuva-vazão

A modelagem da disponibilidade hídrica superficial dos reservatórios e das bacias/sub-bacias hidrográficas, no Estado da Paraíba, utilizou o modelo de simulação hidrológica do tipo chuva-vazão SMAP, na sua versão diária, utilizando as especificações e dados de entrada, detalhados nos próximos capítulos.

2.1.3.1 O Modelo chuva-vazão SMAP (versão diária)

O modelo chuva-vazão SMAP, na sua versão diária, foi desenvolvido em 1981, por LOPES J.E.G., Braga B.P.F. e Conejo J.G.L. É um modelo determinístico de simulação hidrológica, do tipo transformação chuva-vazão, mais exatamente do tipo tanque correlato do tempo, com fluxo não permanente. O modelo já foi amplamente aplicado no Brasil, por exemplo, recentemente, na elaboração do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. As **Figuras 2.11 e 2.12** mostram o esquema do modelo SMAP, conforme a localização dos reservatórios.

Figura 2.11 – Esquema do modelo chuva-vazão SMAP, versão diária, para a aplicação em região sedimentar (Obs.: todas as variáveis de entrada estão em mm/dia)

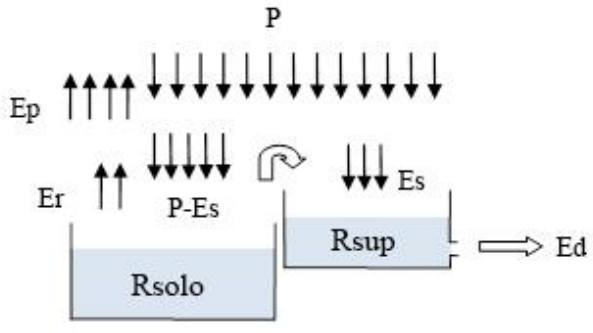


P ..... Precipitação
Ep ..... Evapotranspiração potencial
Er ..... Evapotranspiração real
Ed ..... Escoamento direto
Es ..... Escoamento superficial
Eb ..... Escoamento de base
Rec..... Recarga reserv. subterrâneo
Rsolo.. Reservatório do solo

Esse modelo foi utilizado para a geração das séries pseudo-históricas dos reservatórios localizados em aquífero sedimentar. Nos açudes e nas bacias hidrográficas, situados no litoral paraibano, principalmente, foi utilizada essa versão original do modelo SMAP, em que há um reservatório subterrâneo (RSub), que gera o escoamento de base na época seca.

O modelo foi adaptado para a região semiárida (região com presença do Cristalino), de modo que, nesse caso, desconsiderou-se o reservatório subterrâneo (Rsub) da modelagem. Assim, não foram gerados escoamentos de base nos reservatórios e bacias hidrográficas localizados nessa região. O esquema do modelo para o semiárido é visualizado na **Figura 2.12**.

Figura 2.12 - Esquema do modelo chuva-vazão SMAP, versão diária, para aplicação em região semiárida com presença do Cristalino (Obs.: todas as variáveis de entrada estão em mm/dia)



P.....Precipitação
Ep.....Evapotranspiração potencial
Er .....Evapotranspiração real
Ed.....Escoamento direto
Es.....Escoamento superficial
Rsolo..Reservatório do solo
Rsup...Reservatório de superfície

Os dados de entrada são a precipitação e a evapotranspiração potencial diárias, assim como a área de drenagem da bacia hidrográfica não controlada. Os parâmetros do modelo são:

Str ..... capacidade de saturação do solo (Rsolo); 100-2000 (mm)
K2 ..... constante de recessão do escoamento superficial (Rsup); 0,2-0,5 (dias)
Ai ..... abstração inicial; 2,5 - 5,1 (mm)
Capc ..... Capacidade de campo; 30 -50(%)

Os parâmetros "Ai" e "Capc" procuram representar as características da cobertura vegetal e do tipo de solo. Os valores de "Ai" são de 2,5mm, para a cobertura classificada como Campo; de 3,7mm para Mata; e de 5,0mm para Floresta densa. Os valores de "Capc" representam, respectivamente, 30% para o tipo de solo arenoso; 40%, para solo de tipo misto; e de 50% para solo classificado como argiloso.

Os estados iniciais dos reservatórios (Rsolo e Rsup) não foram calibrados, porque, na maioria dos casos, os períodos observados começam na época seca. De qualquer modo, a influência dessa calibração específica não é significativa para a função objetivo.

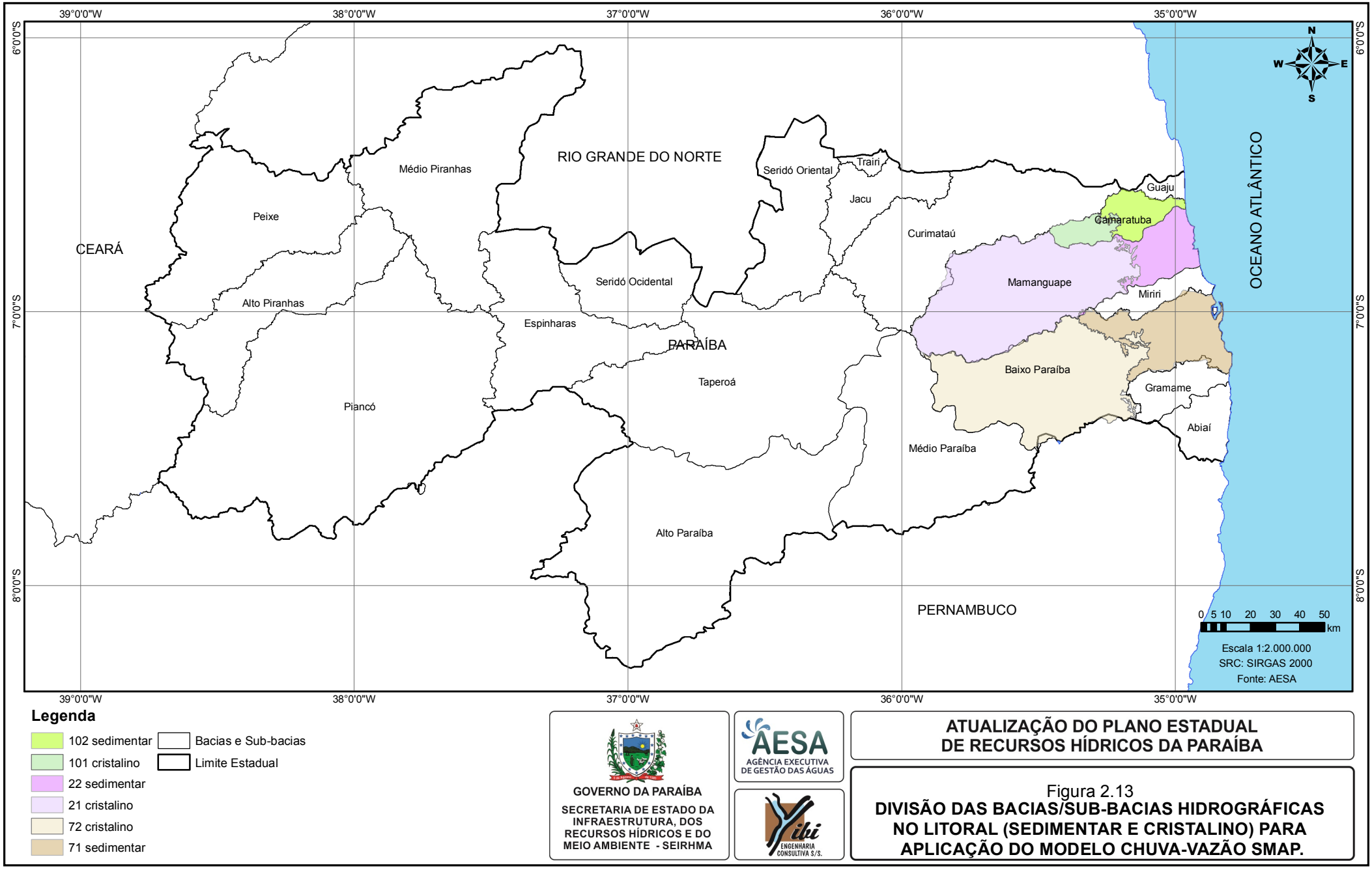
A **Figura 2.13** mostra a divisão das bacias hidrográficas, localizadas no litoral paraibano, as quais possuem dois tipos de aquíferos (sedimentar e cristalino) e, portanto, utilizam os dois modelos anteriormente apresentados. As bacias/sub-bacias hidrográficas do Mamanguape (código 21 e 21), do Baixo Paraíba (código 71 e 72) e do Camaratuba (código 101 e 102) foram simuladas com um reservatório subterrâneo (modelo original) no litoral, e a montante como o modelo adaptado para o sistema cristalino (modelo sem o reservatório subterrâneo). As bacias/sub-bacias hidrográficas Guaju, Miriri, Gramame e Abiai utilizam o modelo original (com reservatório subterrâneo) em toda a sua extensão. Todas as outras bacias (no semiárido/cristalino) utilizam o modelo adaptado, sem reservatório subterrâneo. A mesma metodologia se aplica para os reservatórios contidos nas demais bacias/sub-bacias hidrográficas, conforme os sistemas hidrológicos da bacia.

Para a modelagem com o SMAP, a base de dados no passo de tempo diário foram utilizados. A desvantagem da simulação diária é a irregularidade nas observações influenciadas pelos dados de entrada. Por outro lado, a vantagem é o nível de detalhamento dos resultados das vazões de cheia. Na região semiárida, as chuvas mais intensas do ano acontecem, às vezes, em alguns dias. O modelo mensal gera somente um valor médio de 30 dias e, assim, diminui as vazões altas, geradas por essas chuvas intensas, para vazões mais moderadas, mas com menos erros. Para a análise final, os valores mensais são também obtidos usando a média de cada mês.

2.1.3.1.1 - Dados de entrada do modelo chuva-vazão SMAP – Precipitação, área de drenagem não controlada e evapotranspiração potencial

A área de drenagem não controlada das bacias hidrográficas dos reservatórios estratégicos foi obtida, utilizando o modelo digital de elevação, o SRTM[3], com uma resolução de 30 m e SIG (Sistema de Informações Geográficas) ArcMap. A **Figura 2.14** mostra a delimitação das bacias hidrográficas dos reservatórios estratégicos.

[3] SRTM - Missão Topográfica Radar Shuttle - https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/



Legenda

- 102 sedimentar
- 101 cristalino
- 22 sedimentar
- 21 cristalino
- 72 cristalino
- 71 sedimentar
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

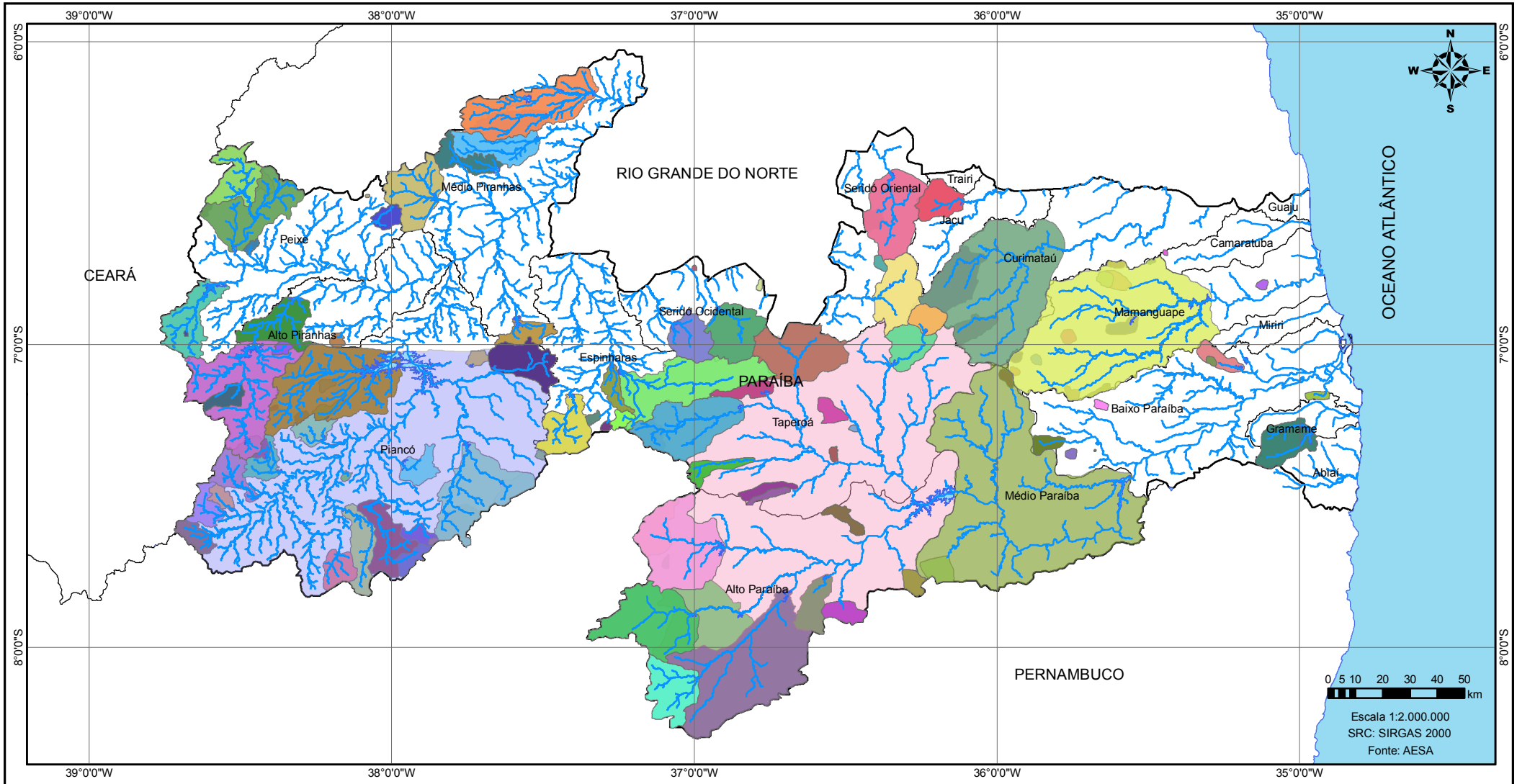
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.13
DIVISÃO DAS BACIAS/SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS NO LITORAL (SEDIMENTAR E CRISTALINO) PARA APLICAÇÃO DO MODELO CHUVA-VAZÃO SMAP.



Legenda

- Drenagem Principal
- Acudagem Principal
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi Engenharia Consultiva S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

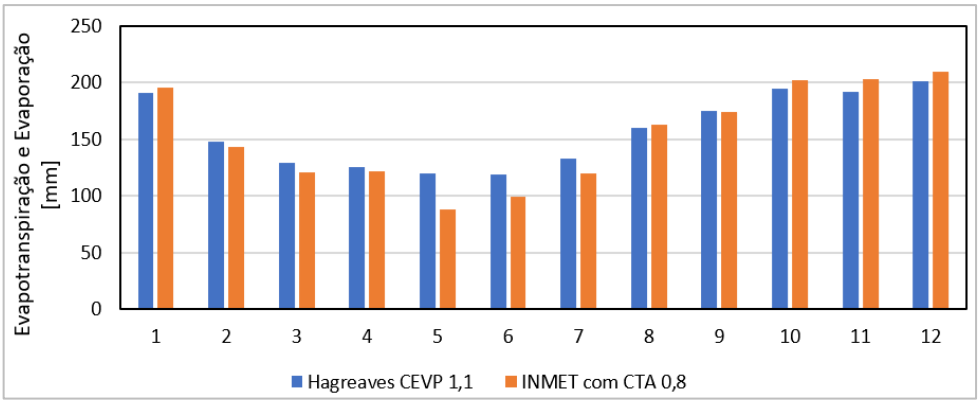
Figura 2.14
DELIMITAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RESERVATÓRIOS ESTRATÉGICOS PARA APLICAÇÃO DO MODELO CHUVA-VAZÃO SMAP

As precipitações médias de cada área de drenagem, utilizadas como entrada no modelo têm uma periodicidade diária, entretanto, os resultados do modelo, as séries pseudo-históricas têm uma periodicidade mensal de vazões. O modelo foi aplicado para 56 anos de dados, para o período compreendido entre 1962 e 2017. As precipitações corrigidas e homogeneizadas das estações pluviométricas foram interpoladas para as bacias hidrográficas não controladas de cada açude, utilizando o método do inverso da distância ao quadrado.

A evapotranspiração potencial média diária foi determinada, conforme Hargreaves e Samani (1985). Dados mensais de vários municípios na Paraíba foram gerados pela SUDENE, em 1985. Os dados mensais foram interpolados, temporalmente, com um polinômio de sexto grau, para a estimativa dos valores diários. Na Paraíba, a média anual é de cerca 4,7 mm/dia.

A evaporação, na bacia hidráulica dos reservatórios, foi calculada com base na evapotranspiração potencial de Hargreaves, com um coeficiente obtido por meio da comparação com os dados evaporimétricos do INMET (NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO BRASIL)[4], utilizando o coeficiente de tanque de classe A (0,8), para os dados observados pelo INMET, e um coeficiente que aproxima melhor os dados de evapotranspiração. A **Figura 2.15** mostra a evaporação do INMET, obtida para o município de Monteiro, com o coeficiente de tanque classe A (0,8), e a evapotranspiração potencial de Hagreaves, calculada também para Monteiro. Um coeficiente de 1,1 apresentou a melhor aproximação dos dados evaporimétricos.

Figura 2.15 – Evaporação do INMET com coeficiente tanque classe A (CTA = 0,8) e evapotranspiração de Hagreaves com coeficiente CEVP = 1,1 para o município de Monteiro



2.1.3.1.2 - Calibração modelo chuva-vazão SMAP

O modelo SMAP foi calibrado com os dados fluviométricos e pseudo-fluviométricos (dados obtidos por meio do balanço hídrico, a partir dos volumes efetivamente registrados nos reservatórios). Foram utilizados os dados do monitoramento de nível dos reservatórios da AESA. Dos 128 reservatórios, atualmente, monitorados, 79 tem dados suficientes e consistentes para a calibração.

Para a automatização da calibração do modelo chuva-vazão, foi utilizada a técnica dos Algoritmos Genéticos (AG's). O algoritmo utilizado foi desenvolvido por Soares Júnior et al.

[4] http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas

(2009). O método não é detalhado aqui, pois existe extensa literatura sobre o tema, por exemplo, Linden (2008) ou Galvão et al. (1999).

A função objetivo (FO; Equação 4s) tem a finalidade (objetivo) de minimizar ou maximizar a relação (função) entre os dados observados e calculados. A FO utilizada, na calibração, dá prioridade às vazões de maior magnitude (vazões de pico), mas não para extremos muito fora da média, com pesos de 50% nos resultados diários e de 50% nos resultados mensais.

$$FO = 50.\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs/diário} - Q_{calc/diário})^2 / \sum_{i=1}^{n}(Q_{obs/diário} - \bar{Q}_{calc/diário})^2 + 50.\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs/mensal} - Q_{calc/mensal})^2 / \sum_{i=1}^{n}(Q_{obs/mensal} - \bar{Q}_{calc/mensal})^2$$

Eq. (4)

A avaliação, se o modelo é considerado calibrado, é complexa, pois a própria seleção de uma Função Objetivo influencia nos resultados finais, devido ao fato de que existem Funções Objetivos que priorizam vazões de baixa e alta magnitudes ou nenhuma dessas.

A utilização de balanço hídrico, a partir dos volumes registrados nos reservatórios, para a calibração do modelo SMAP, resultou em parâmetros calibrados mais heterógenos, em função das características hidrológicas das bacias hidrográficas, como, por exemplo a pequena açudagem na bacia hidrográfica do reservatório. Em alguns reservatórios, não foi possível se obter um bom resultado na calibração, por exemplo, coeficiente de determinação baixo ou função objetivo com diferenças elevadas ou parâmetros calibrados nos limites estabelecidos. Os motivos podem ser variados, por exemplo, uso/operação do reservatório desigual, demandas/captações na bacia hidrográfica, densidade elevada dos pequenos açudes, na bacia hidrográfica, monitoramento incompleto durante a cheia, operação/sangria dos açudes a montante não determinada, curva cota-área-volume desatualizada, infiltração pela parede do maciço, evaporação líquida, na bacia hidráulica, evapotranspiração real na bacia hidrográfica, incertezas sobre a precipitação etc. Entretanto, tal fato provê uma boa indicação sobre as (in)disponibilidades de água alteradas/geradas pela sub-bacia hidrográfica.

Muitos reservatórios não tinham um monitoramento suficiente, para a obtenção da vazão afluente em períodos contínuos, como na época chuvosa, em que faltaram registros de nível dos reservatórios, impossibilitando a respectiva utilização. Nesses casos, foram utilizados os parâmetros dos postos fluviométricos ou pseudo-fluviométricos mais próximos, os quais permitiram um bom resultado na calibração e validação.

O **Quadro 2.5** mostra os resultados da calibração do modelo SMAP, para os reservatórios estratégicos e/ou a seleção dos parâmetros SMAP mais adequados para o reservatório. A coluna ‘Calibração de referência’ indica qual reservatório ou posto fluviométrico foi utilizado para a simulação do reservatório (criação da série pseudo-histórica). Caso não exista uma referência, os parâmetros da calibração do próprio reservatório foram utilizados na geração de dados.

Quadro 2.5 - Resultado calibração modelo SMAP.

Reservatório	AID	Área de drenagem (km²)	Código EVP	Calibração de referência	str	k2t	ai	capc
Acauã	3848893	3.801	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Albino	3844798	17	3848327		289,2	5	4,6	45,4
Algodão	3838801	110,3	3847192	Vaca Brava	442	4,8	2,6	46,8
Araçagi	3839744	2.418	3855779	Vaca Brava	442	4,8	2,6	46,8
Arrojado	3833021	34,4	3833643		555,2	0,9	2,5	36,4
Baião	3825335	298,6	3825606	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,7
Bartolomeu	3843604	58,9	3833643	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,7
Bastiana	3845449	4,7	3845455	Jatobá I	507,3	1,6	2,5	35,8
Bichinho	3857443	54,8	3855779	Cordeiro	229,2	2,3	5,1	37,6
Bom Jesus	3843025	26,3	3833558	Eng. Avidos	324,1	2,7	2,5	43,5
Bom Jesus (Poço Comprido)	3844974	93,8	3848327		560,1	3,1	2,5	39
Boqueirão do Cais	3837082	194,1	3855779	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Boquirão dos Cochos	3843372	42,4	3833558	Cachoeira dos Alves	321,1	1,3	2,5	43
Brejinho	3848278	16,1	3855779	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Bruscas	3853073	225,1	3833558	Saco	322,3	1,8	5,1	37,8
Cachoeira da Vaca	3832967	3,5	3833912	Lagoa do Arroz	547,9	2,6	2,5	38,7
Cachoeira dos Alves	3843658	110,1	3833558		321,1	3	2,5	39,7
Cachoeira dos Cegos	3844168	287,7	3833558		317,8	0,6	2,5	38,2
Cacimba de Vázea	3838349	1.254,7	3837492	Fazenda Algamar	365,9	0,4	4	41,3
Cafundó	3843424	1,5	3833643		350,9	2,4	2,5	32,7
Caldeirão	3737414	19,4	3855779		365,9	0,4	4	41,3
Camalaú	3856736	397,5	3833558	Poço de Pedras	286,7	2,1	3	43,6
Camará	3848151	101,9	3838958	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Campos	3856591	181,9	3855779	Poço de Pedras	286,7	2,1	3	43,6
Canafístula II	3838579	25,4	3855779	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Capivara	3833009	261,5	3832094	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,7
Capoeira	3845321	275,9	3848327	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Caraibeiras	3837127	42,6	3855779	Fazenda Algamar	365,9	0,4	4	41,3
Carneiro	3834035	294,6	3833558		255,2	5	3,9	45,6
Catolé	3853369	132,5	3833558		614,8	0,3	5	41,8
Chã dos Pereiras	3848474	17,1	3855779	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Chupadouro I	3833047	17,9	3833643		271	2,5	4,3	39,7
Chupadouro II	3848365	2,1	3855779		283,9	2,4	2,6	39,8
Condado	3852192	110,9	3853101	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Cordeiro	3856668	1.311,9	3855779		229,2	2,3	5,1	37,6
Curema	3844014	4.694,3	3833558		332,1	3	2,5	42,1
Covão	3848018	18,1	3855779	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Curimatã	3857603	89,4	3857405	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Curimataú	3837494	118,4	3837492	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
da Farinha	3845155	706,7	3848327	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Duas Estradas	3839414	2,9	3855779	Fazenda Algamar	365,9	0,4	4	41,3
Emas	3844159	39,7	3833558		456,1	5	2,5	45,1
Emídio	3848119	14,4	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Eng. Avidos	3833913	935,7	3833643		324,1	1,5	2,5	43,5
Engenheiro Arcoverde	3834884	127,6	3833558		359,7	1,9	2,5	39,1
Epitácio Pessoa	3847976	6.586,6	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Escondido	3824396	223,8	3824465	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Felismina Queiroz	3837721	95,1	3855779	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Frutuoso	3843264	20,9	3833558	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Gamela	3832182	10,8	3833643		255,5	5	5,1	30,1
Gavião	3848754	17,5	3855779	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Glória	3854046	39,7	3833558		625,6	1,4	2,5	49,8
Gramame - Mamuaba	3940513	254,2	3940139		305,6	1,2	4,5	3,1
Gurjão	3847406	63,4	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Jandaia	345782	69,7	3838574	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Jangada	3839678	9,4	3940139	Ponte de Leitão	654,5	2,3	2,5	33
Jatobá I	3845147	91,4	3848327		507,3	1,6	2,5	35,8
Jatobá II	3854405	63,4	3833558		426,3	0,3	2,5	43,4
Jenipapeiro	3833971	25,5	3833558	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Jenipapeiro (Buiú)	3844652	402,6	3854074	Timbaúba	556,7	2	2,5	38,7
Jeremias	3845586	95,2	3845586		447,4	4,1	5,1	36,6
José Rodrigues	3848648	51,9	3848583	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Lagoa do Arroz	3832589	328,1	3833643	Engenheiro Avidos	324,1	2,7	2,5	43,5
Lagoa do Matias	3838489	11,9	3838574	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Lagoa do Meio	3846351	89,4	3846437	São José III	257,7	1,4	5,1	41,4
Livramento	3846722	29,5	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Mãe d'agua	3844013	1095	3843169	Curema	332,1	3	2,5	41,1
Marés	3940321	27,7	3940139	Gramame-Mamuaba	305,6	1,2	4,5	49,7
Massaranduba	3848361	3,1	3848151	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Milhã	3848213	26,3	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Mucutu	3846273	236,6	3846234	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Namorados	3846799	13,8	3846798	São José III	257,7	1,4	5,1	41,4
Novo	3854229	6,9	3854405	Saco	322,3	1,8	5,1	37,8
Olho D'agua	3849147	9,4	3940139		382,3	5	2,5	41,1

Reservatório	AID	Área de drenagem (km²)	Código EVP	Calibração de referência	str	k2t	ai	capc
Olivedos	3837955	116,2	3837956	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Ouro Velho	3855271	15,7	3856325	Poções	239,6	2,8	5,1	41
Paraíso (Luiz Oliveira)	3833193	70,8	3833558	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Pilões	3832399	260,8	3833643	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Pimenta	3843443	17,5	3843671	Cachoeira dos Alves	321,1	3	2,5	39,7
Pipirituba	3838687	42,2	3838675	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Piranhas	3853014	157,9	3833558	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Pitombeira	3838976	18	3838958	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Pocinhos	3855859	98,1	3855779	Poções	239,6	2,8	5,1	41
Poço Redondo	3853142	332	3853471	Catolé	614,8	0,3	5	41,8
Poções	3856076	244,1	3855779		239,6	2,8	5,1	41
Poleiros	3837485	184,5	3837492	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Prata II	3855386	56,8	3855779		524,2	2,6	5	38,7
Queimadas	3844709	122,9	3833558		321,6	2,3	4,6	40,4
Riacho das Moças	3845443	20,1	3845455	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Riacho de Santo Antônio	3857471	102,7	3847946	Cordeiro	229,2	2,3	5,1	37,6
Riacho dos Cavalos	3824870	163,8	3833558	Carneiro	255,2	5	3,9	45,6
Riacho Verde	3843877	10,7	3843995	Saco	322,3	1,8	5,1	37,8
Sabonete	3845544	9,1	3845455	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Saco	3843995	354	3833558		322,3	1,8	5,1	37,8
Santa Inês	3852285	103,9	3833558	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Santa Luzia (Tartaruga)	3836718	324,3	3836718	Jatoba I	507,3	1,6	2,5	35,8
Santa Rosa	3825602	265,9	3825606	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Santo Antônio	3866106	319,1	3855779	Poções	239,6	2,8	5,1	41
São Domingos	3857215	70,9	3855779		311,1	0,7	5,1	30,9
São Francisco	3845459	23,8	3845455	Jatoba I	507,3	1,6	2,5	35,8
São Gonçalo	3833643	306,2	3833643		343,6	2,5	5,1	39
São José I	3843303	86,2	3843204	Engenheiro Avidos	359,7	1,9	2,5	39,1
São José II	3855789	269	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
São José III	3846743	105	3846743		257,7	1,4	5,1	41,4
São José IV	3836546	8,2	3836718	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
São Mamede	3835888	214,1	3848327	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
São Paulo	3855266	181	3855779	Poço de Pedras	286,7	2,1	3	43,6
São Salvador	3849166	99	3940139	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
São Sebastião	3848133	7,2	3855779		448,4	5	5,1	36,1
Saulo Maia	3838868	46	3838958	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Serra Branca I	3846972	54,8	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Serra Branca II	3846965	31,7	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Serra Velha	3848767	3,9	3848583	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Serra Vermelha	3852099	57,8	3833558	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Serrote	3855882	42,3	3855779	Poções	239,6	2,8	5,1	41
Sindo Ribeiro	3848357	26	3848151	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Soledade	3847131	199,7	3855779	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Sumé	3856325	523	3856325	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Suspiro (Paredão)	3839408	6	3855779	Fazenda Algamar	365,9	0,4	4	41,3
Tapera	3825406	157,4	3825606	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Taperoá II	3846434	497	3855779	Poço de Pedras	288,2	2,1	2,9	37,8
Tauá	3838894	55,6	3838782	Mulungu	391,1	3,7	2,8	48,3
Tavares	3854123	6,9	3854405	Timbaúba	556,7	2	2,5	38,7
Timbaúba	3854137	99,4	3833558		556,7	2	2,5	38,7
Vaca Brava	3838953	13,9	3855779		442	4,8	2,6	46,8
Várzea	3836501	3,7	3848327		331,2	0,7	2,9	40
Várzea Grande	3827934	455,8	3855779	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Vazantes	3843832	117,5	3833558	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8
Video	3843722	23,5	3843806	Piancó	350,9	2,4	2,5	32,8

Nota: A calibração de referência em branco indica que o próprio reservatório foi calibrado.

O maior impacto para a disponibilidade no modelo SMAP advém do parâmetro STR, que representa a capacidade do reservatório [Rsup] da bacia hidrográfica ou, indiretamente, a água retida na bacia hidrográfica (sujeita à evapotranspiração) ou pequena açudagem. Existe uma correlação alta, entre a pequena açudagem na bacia hidrográfica e o parâmetro STR. Portanto, o modelo considera, indiretamente, a pequena açudagem, na bacia hidrográfica não controlada por meio do parâmetro STR.

A **Tabela 2.3** mostra a calibração dos postos fluviométricos escolhidos, para determinar a vazão pseudo-histórica dos reservatórios. Essa calibração foi utilizada, quando a calibração com dados do próprio reservatório não foi possível (insuficiência de dados) ou o desempenho da calibração/validação foi insuficiente.

Tabela 2.3 - Resultados da calibração dos postos fluviométricos.

Posto Fluviométrico	AID	Área de drenagem (km²)	EVP rep.	str	k2t	ai	capc
Bodocongó	38860000	1.075	3855779	100,0	4,4	2,5	38,1
Caraúbas	38830000	1.376	3856325	148,0	1,0	2,5	47,1
Emas	37360000	307	3844282	248,4	1,1	3,8	39,7
Fazenda Algamar	38650000	2.171	3855779	365,9	0,4	4,0	41,3
Mamuaba	88779911	77	3940209	305,6	1,2	4,5	49,7
Mulungu	38750000	875	3848079	391,1	3,7	2,8	48,3
Piancó	37340000	4.560	3844417	350,9	2,4	2,5	32,8
Poço de Pedras	38850000	3.180	3855779	288,2	2,1	2,9	37,8
Ponte de Leitão	38790000	2.950	3839606	654,5	2,3	2,5	33,0
Sítio Passagem	38771000	908	3839606	1170,7	1,4	2,6	45,9

As séries pseudo-históricas das bacias hidrográficas do litoral utilizam como referência os parâmetros calibrados em Gramame-Mamuaba (dados fluviométricos obtidas nos rios Mamuaba e Gramame). A calibração do modelo SMAP pode ser observada na **Tabela 2.4**.

Tabela 2.4 – Parâmetros SMAP calibrados na bacia hidrográfica Gramame-Mamuaba e utilizados para simular as bacias hidrográficas localizados no litoral paraibano (com reservatório subterrâneo)

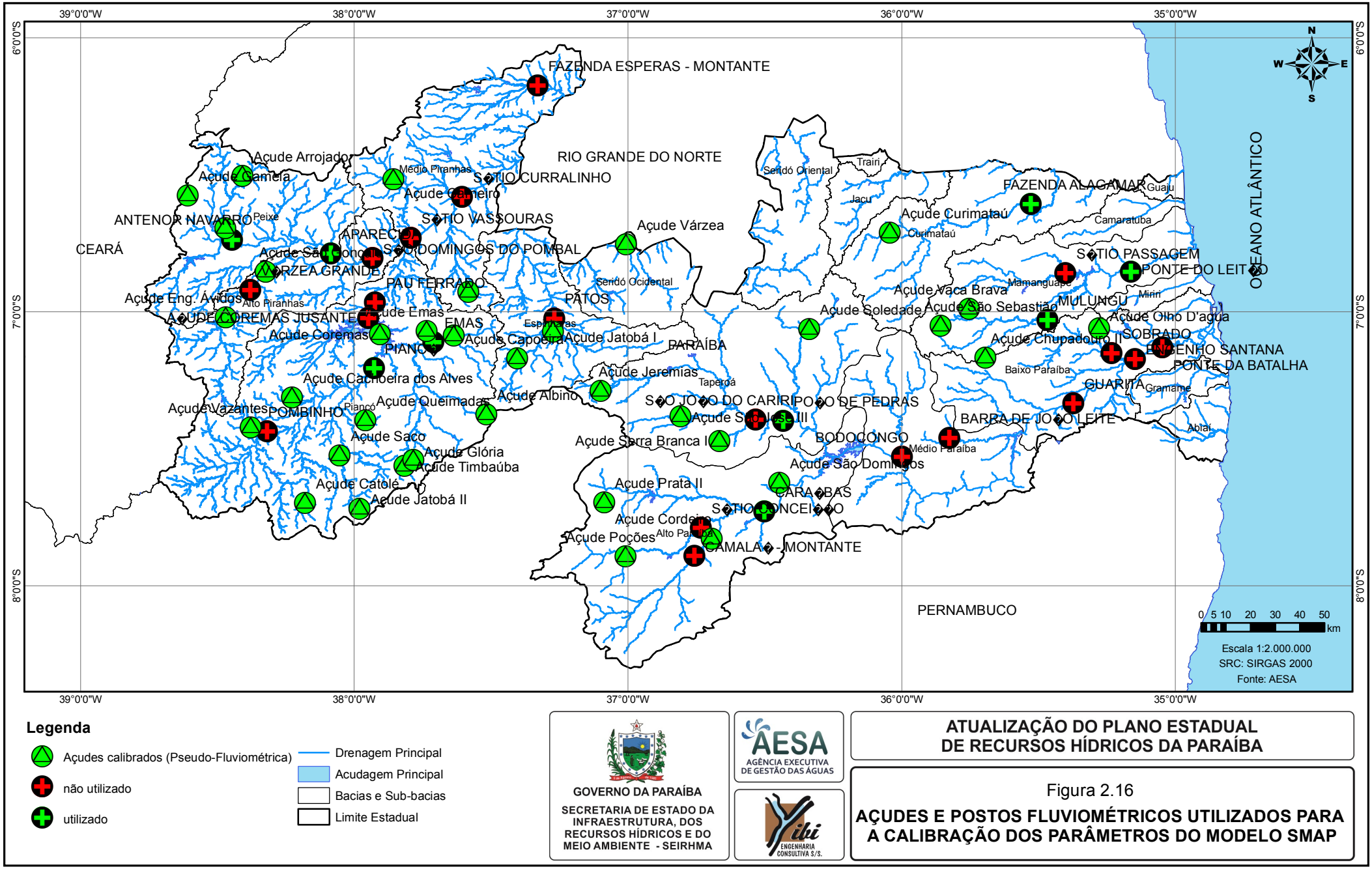
str	k2t	crec	ai	capc	kkt
305,613	1,1917	4,4606	3,1437	49,7315	57,6384

O mapa da **Figura 2.16** mostra a localização dos açudes e postos fluviométricos utilizados para a calibração dos parâmetros do modelo SMAP.

Para validar os resultados do modelo SMAP, foram utilizados postos fluviométricos e reservatórios mediante balanço hídrico inverso. Os pontos de validação são distribuídos nas principais bacias e regiões hidrográficas do Estado da Paraíba. O **Quadro 2.6** mostra os postos fluviométricos e reservatórios selecionados para a validação do modelo.

Quadro 2.6 – Postos fluviométricos para validação do modelo chuva-vazão SMAP.

Bacia/Sub-bacia Hidrográfica (BH/SBH)	Post. Fluv.	Açude
SBH do Rio do Peixe	Antenor Navarro	Lagoa do Arroz
SBH do Alto Rio Piranhas	-	Eng. Avidos
SBH do Rio Piancó	Piancó	Curema, Saco
SBH do Rio Espinharas	-	Capoeira
SBH do Médio Rio Piranhas		Carneiro
SBH do Rio Seridó oriental e ocidental		Soledade
SBH do Rio Taperoá		Taperoá, Soledade
SBH do Alto Rio Paraíba	Poço de Pedra	Cordeiro
SBH do Médio Rio Paraíba		-
SBH do Baixo Rio Paraíba		-
BH do Rio Mamanguape	Mulungu	Vaca Brava
BH do Rio Curimataú	Fazenda Algamar	Curimataú



Legenda

- Açudes calibrados (Pseudo-Fluviométrica)
- não utilizado
- utilizado
- Drenagem Principal
- Acudagem Principal
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

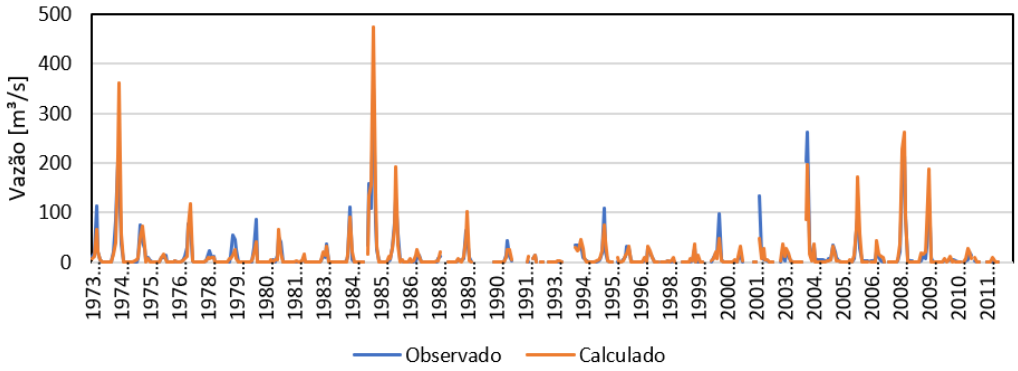
Figura 2.16

AÇUDES E POSTOS FLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA A CALIBRAÇÃO DOS PARÂMETROS DO MODELO SMAP

Na forma geral, o modelo concentrado SMAP calibrado com as séries históricas tendeu a representar bem os anos com precipitação na média. Por outro lado, em eventos climatológicos extremos, como secas e enchentes, as séries diferiram em comparação com os dados observados.

A **Figura 2.17** mostra o hidrograma do posto fluviométrico Piancó (37340000), com os dados observados e calculados por meio do modelo SMAP. Esse posto fluviométrico foi o principal, utilizado na elaboração do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu e em outros estudos. Esse posto fluviométrico tem uma série de dados observados extensa e uma área de bacia hidrográfica não controlada por reservatórios a montante elevada, ou seja, representando bem a relação entre chuva e vazão na bacia hidrográfica. Esse posto foi utilizado como referência, para a obtenção dos parâmetros do modelo para determinar as séries pseudo-históricas de vários reservatórios, na SBH do Piancó (que não tiveram os parâmetros calibrados nos próprios açudes).

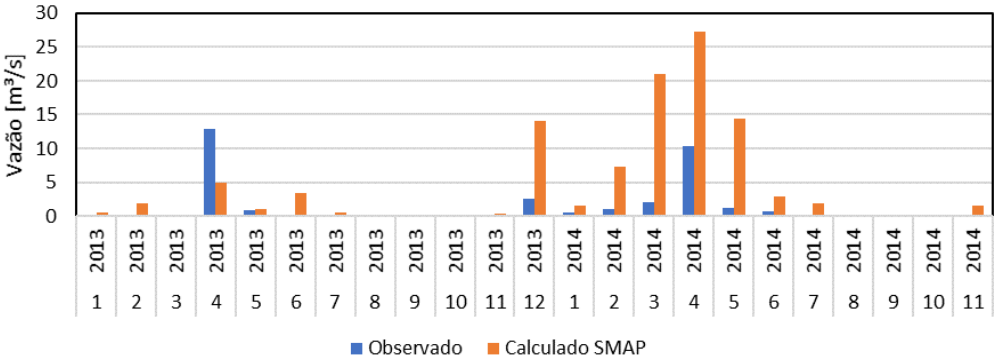
Figura 2.17 – Calibração modelo SMAP – vazões mensais observadas no posto fluviométrico Piancó (37340000) e calculados pelo modelo SMAP



A correlação dos dados observados e calculados para o posto fluviométrico Piancó é alta (R=0,91), entretanto com um RMSD[5] de 16,5 m³/s, principalmente, por causa dos desvios elevados nas cheias e secas. A **Figura 2.18** mostra o período de validação para o mesmo posto fluviométrico, no qual se observa que os erros são mais elevados nesse período, que representa um período de seca em que a maioria dos reservatórios e aluviões secaram. Nessa situação, mesmo com a ocorrência de chuvas na bacia hidrográfica, o escoamento superficial observado ficou muito abaixo do valor calculado.

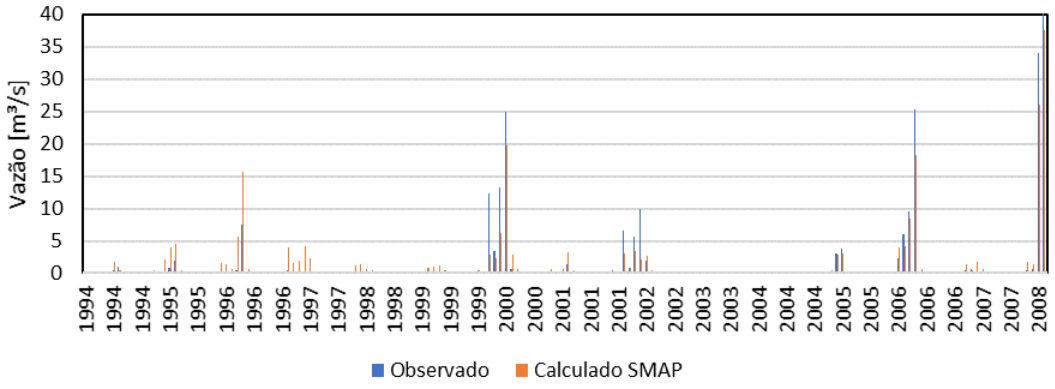
[5] RMSD - Raiz quadrada do desvio-médio

Figura 2.18 – Validação do modelo SMAP – vazões mensais observadas no posto fluviométrico Piancó (37340000) e calculados pelo modelo SMAP no período 2013 até 2014



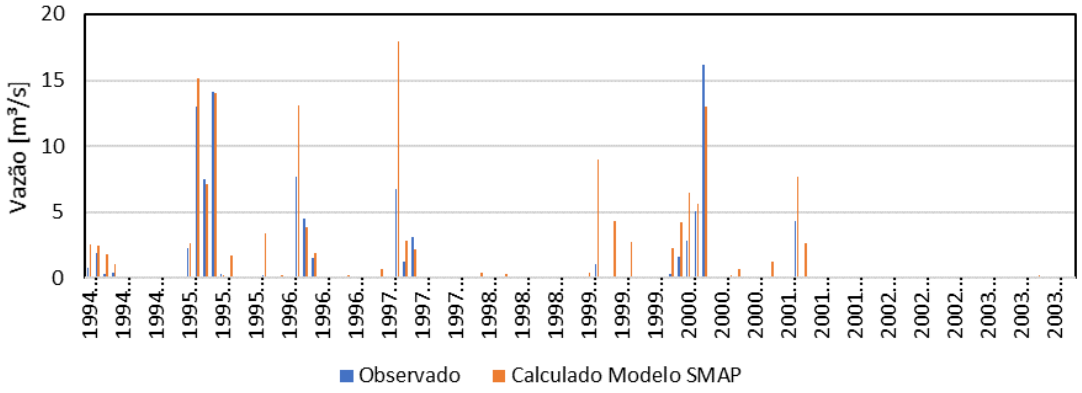
Outro posto fluviométrico, localizado na bacia hidrográfica do Rio Piranhas, é o de Antenor Navarro, na SBH do Rio do Peixe. O resultado da calibração do modelo pode ser observado na **Figura 2.19**. Como já analisado anteriormente, o posto fluviométrico tem menos dados observados para análise e calibração. Todo o período com dados observados foi utilizado para a calibração e a obtenção de parâmetros, para essa SBH.

Figura 2.19 - Calibração do modelo SMAP – vazões mensais observadas no posto fluviométrico Piancó (37260000) e calculados pelo SMAP



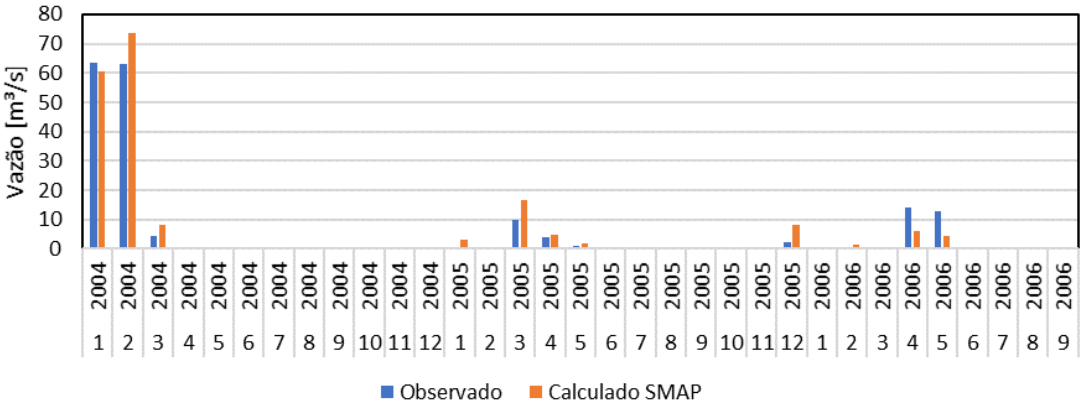
O posto pluviométrico mais utilizado, em vários estudos na região do Cariri (SBHs do Alto Paraíba e do Taperoá), é o Poço de Pedra (38850000). A calibração do posto pode ser observada na **Figura 2.20**. O posto tem muitas falhas, o que dificultou a calibração do modelo SMAP.

Figura 2.20 – Calibração do modelo SMAP – posto fluviométrico Poço de Pedra (38850000)



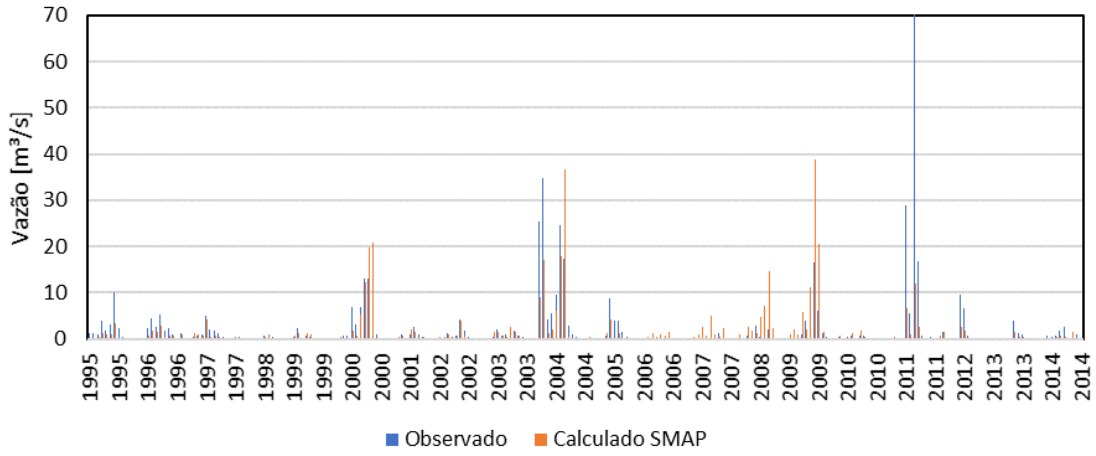
Os dados mostram uma boa correlação (R=0,97), entretanto, com alguns erros elevados, provavelmente em função de reservatórios de pequeno e médio porte, presentes na bacia hidrográfica, além da operação de reservatórios estratégicos a montante. A validação do posto Poço de Pedra obteve um bom resultado R=0,98, segundo a **Figura 2.21**, de modo que o período representa um regime hidrológico normal (precipitação média).

Figura 2.21 – Validação do modelo SMAP – posto fluviométrico Poço de Pedra (38850000)



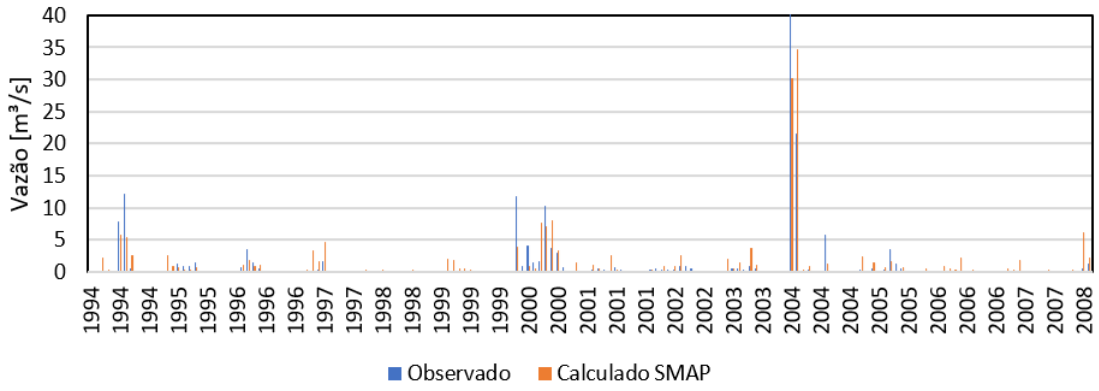
O posto fluviométrico Mulungu (38750000), localizado na BH do Rio Mamanguape, obteve apenas um resultado razoável (R=0,58), conforme se observa na **Figura 2.22**, que exibe as vazões observadas e calculadas. Vários reservatórios estratégicos estão localizados a montante do posto fluviométrico, que interferem no escoamento.

Figura 2.22 - Validação do modelo SMAP – posto fluviométrico Mulungu (38750000)



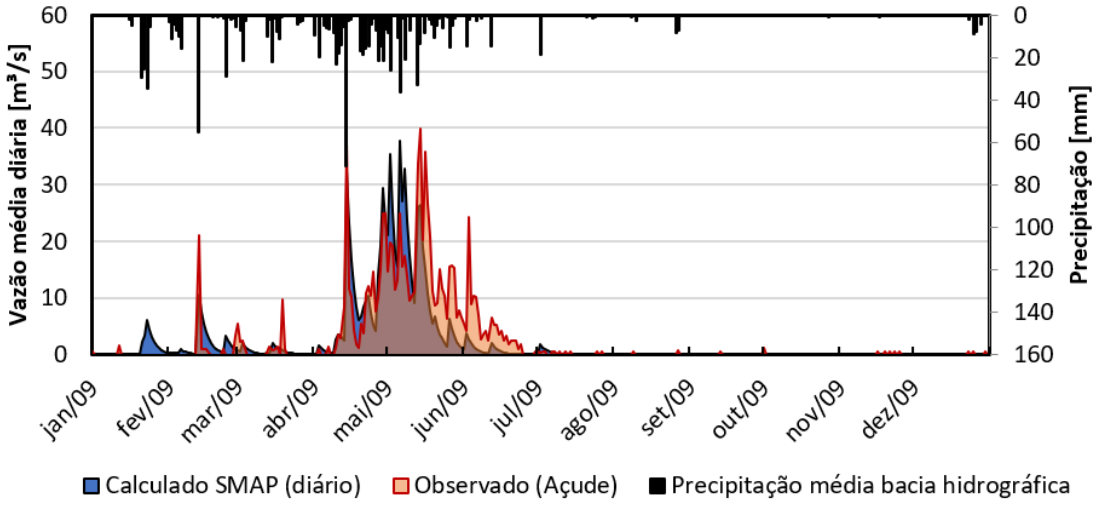
Outro posto fluviométrico que obteve apenas resultados razoáveis (R=0,79) é o posto Fazenda Algamar localizado, na BH do Rio Curimataú (**Figura 2.23**).

Figura 2.23 - Validação do modelo SMAP – posto fluviométrico Fazenda Algamar (38650000)



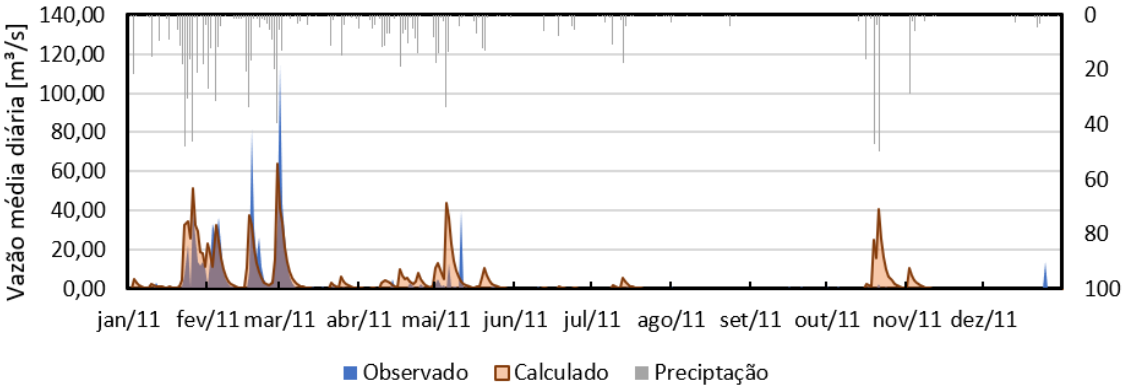
O desempenho do modelo variou muito, principalmente, devido à incerteza sobre os dados de entrada do balanço hídrico e influência de pequenos reservatórios a montante, como já explicado anteriormente. A **Figura 2.24** mostra o hidrograma, com dados diários da validação do açude Capoeira, na SBH do Rio Espinharas, para o ano 2009, na qual o período escolhido para a validação foi de 2009 até 2018. O período citado contém anos com alta irregularidade de precipitação, ou seja, acima da média em 2010/11, e depois um período de seca, com baixa pluviometria até a data corrente. Os dados observados e calculados depois de 2009, em geral, não possuem uma correlação forte.

Figura 2.24 – Validação do modelo com dados diários – Bacia hidrográfica do Açude Capoeira – Dados observados/calculados ano 2009



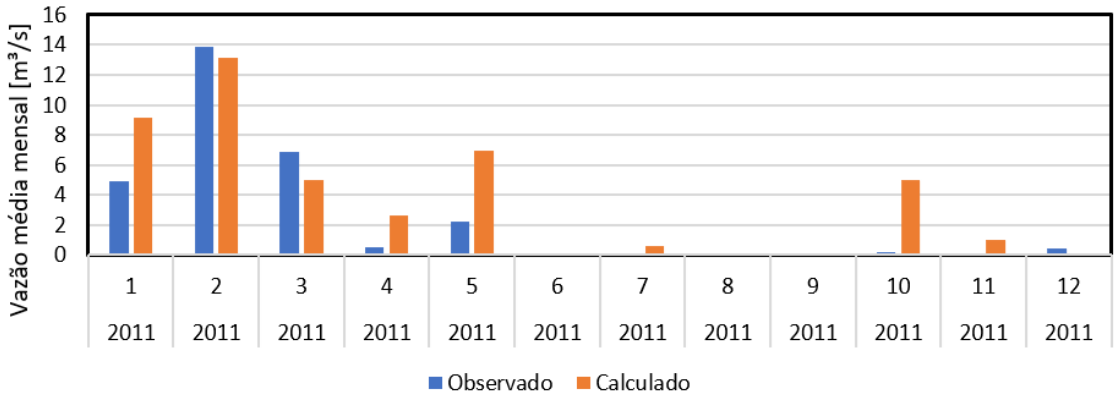
O hidrograma na **Figura 2.25** mostra a validação do reservatório Engenheiro Avidos, na SBH do Alto Piranhas, com os dados diários calculados e observados (mediante balanço hídrico) para a vazão afluente do reservatório.

Figura 2.25 - Validação do modelo com dados diários – Bacia hidrográfica do açude Engenheiro Avidos – Dados observados/calculados ano 2011



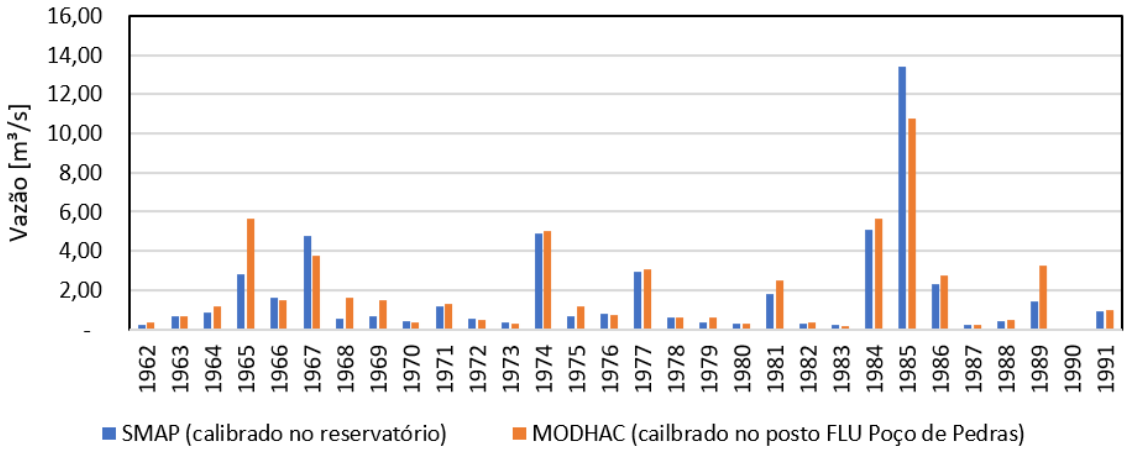
Os dados mensais (**Figura 2.26**) apresentam menos irregularidades. Entretanto, diferenças são notáveis em alguns meses, como janeiro, maio e outubro.

Figura 2.26 - Validação do modelo com dados mensais – Bacia hidrográfica do açude Engenheiro Avidos – Dados observados/calculados ano 2009



Os resultados do modelo também foram comparados com os dados obtidos em outros estudos (AESA, 1994). A **Figura 2.27** mostra, por exemplo, os dados fluviométricos do reservatório Cordeiro, obtidos com o modelo SMAP (calibrado com os dados do próprio reservatório) e com o modelo MODHAC (calibrado com o posto fluviométrico Poço de Pedras). Os dados obtidos são semelhantes, em comparação com o modelo chuva-vazão MODHAC.

Figura 2.27 – Dados fluviométricos do reservatório Cordeiro obtidos com o modelo SMAP (calibrado com os dados do próprio reservatório) e com o modelo MODHAC (calibrado com o posto fluviométrico Poço de Pedras)

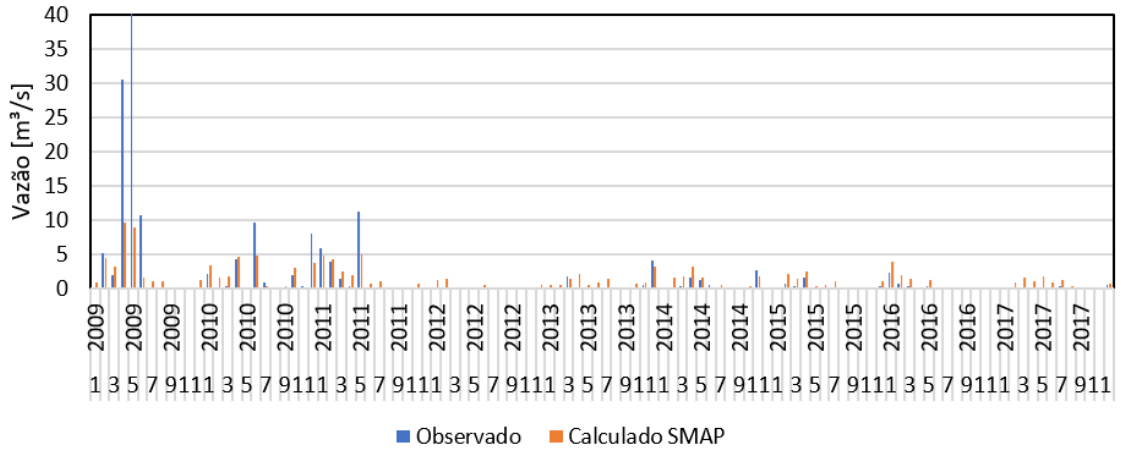


Ressalta-se que os dados do modelo SMAP foram calibrados com dados mais recentes (no caso do reservatório Cordeiro, cujo período foi de fevereiro de 1995 a março de 2008) e diretamente com os dados observados no reservatório. Os dados utilizados, para a calibração do modelo MODHAC, no caso da bacia do Rio Paraíba, foi o posto Poço de Pedras, com uma área de drenagem de 3.144 km². Além disso, os dados utilizados foram da década de 1970, considerando as mudanças antrópicas, nas bacias hidrográficas, como o aumento da pequena açudagem, as quais podem conduzir a resultados diferentes. Um único posto fluviométrico

representativo não retrata, necessariamente, as características das sub-bacias ou reservatórios de área de drenagem relativamente pequena.

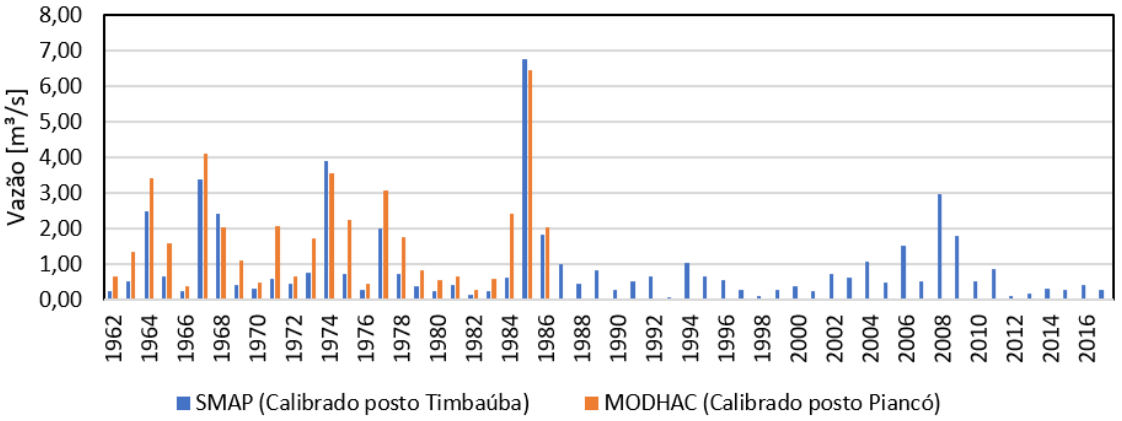
A **Figura 2.28** mostra a validação, com os dados observados de 2009 até 2017, para o reservatório Cordeiro, na bacia hidrográfica do alto curso do Rio Paraiba. O modelo representou o período razoavelmente (R=0,71), em função de irregularidades pluviométricas durante aquele período.

Figura 2.28 – Validação do modelo SMAP - reservatório Cordeiro dados observados e calculados



Outra comparação de dados fluviométricos pode ser observada na **Figura 2.29**, em que os dados determinados para o reservatório Jenipapeiro (Buiú), na SBH do Piancó, mostram uma boa correlação. Os estudos têm dados no mesmo período de observação, de 1962 até 1986.

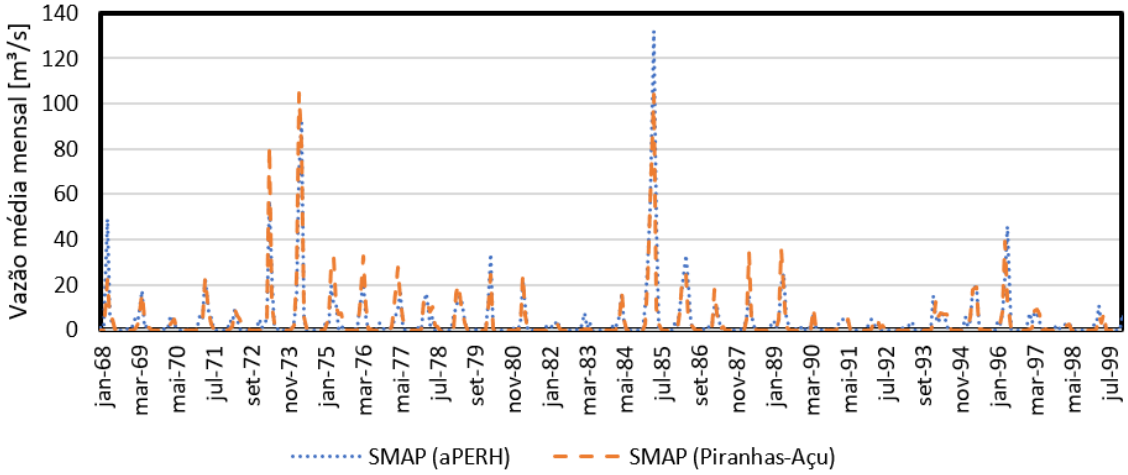
Figura 2.29 – Dados fluviométricos do açude Jenipapeiro (Buiú)



A comparação com os dados obtidos do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu mostrou algumas diferenças, sobretudo nas vazões de pico durante a época chuvosa, em que os valores médios de vazão, em todo período simulado, são na mesma ordem de grandeza. A **Figura 2.30** mostra a vazão afluente ao reservatório Engenheiro Avidos, na SBH do Alto

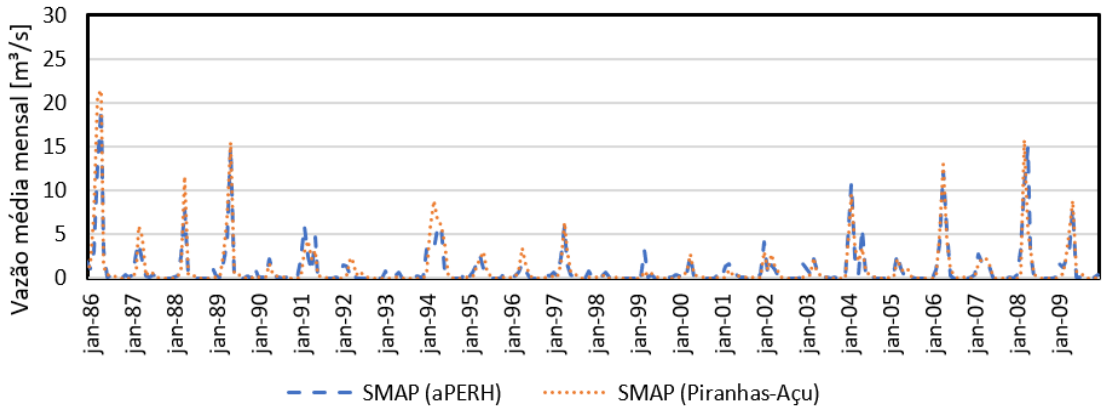
Piranhas, com uma vazão média de 4,22 m³/s, no modelo SMAP diário (PERH), e de 3,82 m³/s, no modelo SMAP (utilizado no plano do Piranhas-Açu).

Figura 2.30 – Comparação vazão afluente reservatório Engenheiro Avidos, obtido com o modelo SMAP (PERH) e SMAP (plano da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu)



No Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, foi utilizado o modelo SMAP, na sua versão mensal, e nesse estudo, a versão diária, que resulta principalmente em diferenças nas vazões de pico. O modelo SMAP diário apresenta vazões maiores nas cheias. Outro exemplo: no açude Saco (**Figura 2.31**), localizado na bacia hidrográfica do Rio Piancó, os dados fluviométricos de ambos os planos são compatíveis.

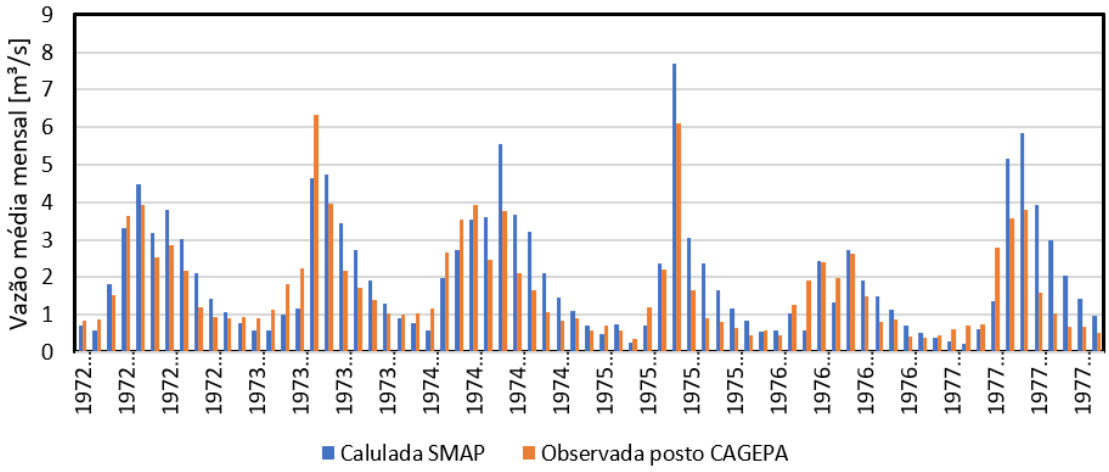
Figura 2.31 – Comparação da vazão afluente no Açude Saco, modelo SMAP PERH e modelo SMAP do Plano Piranhas-Açu



Para a geração das séries pseudo-históricas dos reservatórios localizados no litoral, com influência do aquífero sedimentar, foram utilizados os parâmetros obtidos por meio do balanço hídrico do reservatório Gramame-Mamuaba, validados com duas estações fluviométricas: um posto da CAGEPA (Long.:-34,9836 e Lat.:-7,2739) e outro no Rio Mamuaba (Long:-35,0331 e Lat.: -7,2745). A **Figura 2.32** mostra a comparação com dados observados e calculados pelo modelo SMAP, no período de 1972 a 1977.

Nota-se que o modelo representa bem o escoamento, apenas a recessão do escoamento de base, depois da época chuvosa, é um pouco mais elevada, devido à deficiência do modelo em simular a recarga de aquífero confinado, que conduz à diminuição do escoamento de base.

Figura 2.32 – Validação Posto FLU CAGEPA / Parâmetros Gramame-Mamuaba



2.1.3.1.3 - Geração das séries fluviométricas pseudo-históricas aos açudes estratégicos

Uma vez calibrados e validados os parâmetros do modelo SMAP, em diversos pontos localizados BHs/SBHs, foram então geradas as séries fluviométricas sintéticas ou pseudo-históricas mensais, para o período de 1962 a 2017. Elas foram geradas para os 120 açudes estratégicos da Paraíba.

As **Tabelas 2.5** e **2.6** exibem as séries pseudo-históricas, de vazões afluentes médias, de cada mês do ano, provenientes do modelo SMAP, de cada reservatório estratégico. Observa-se que o desvio padrão das médias de cada mês do ano, em geral, são elevados, com muitos valores superiores ao dobro das médias correspondentes.

Tabela 2.5 - Vazão afluente média e desvio padrão de cada mês do ano (Jan-Jun), em m³/s, proveniente do SMAP.

Reservatório	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
Acauã	1,43	5,17	2,26	6,25	3,77	6,08	6,59	13,86	4,10	9,01	4,55	5,85
Albino	0,03	0,06	0,07	0,11	0,13	0,14	0,24	0,35	0,14	0,20	0,03	0,05
Algodão	0,03	0,12	0,06	0,15	0,07	0,15	0,10	0,13	0,06	0,10	0,03	0,04
Araçagi	1,75	4,51	4,62	15,58	4,02	4,21	9,06	17,03	11,12	19,17	22,35	32,05
Arrojado	0,07	0,08	0,09	0,10	0,15	0,12	0,28	0,45	0,18	0,37	0,03	0,05
Baião	0,31	0,37	0,93	1,22	1,90	2,44	3,74	6,82	2,62	3,78	0,51	0,83
Bartolomeu I	0,23	0,27	0,47	0,61	0,91	1,19	1,25	1,99	0,54	0,92	0,07	0,11
Bastiana	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,07	0,03	0,05	0,00	0,01
Bichinho	0,04	0,12	0,10	0,18	0,14	0,23	0,20	0,37	0,06	0,13	0,04	0,09
Bom Jesus I	0,10	0,10	0,20	0,23	0,43	0,49	0,62	0,77	0,29	0,45	0,03	0,07
Bom Jesus II	0,13	0,20	0,22	0,22	0,35	0,31	0,53	0,97	0,42	0,63	0,10	0,14
Boqueirão do Cais	0,25	0,59	0,32	0,58	0,56	0,85	1,08	2,32	0,59	0,81	0,29	0,39
Brejinho	0,01	0,04	0,04	0,13	0,03	0,03	0,06	0,12	0,07	0,13	0,13	0,18
Bruscas	0,56	0,79	1,07	2,54	1,68	2,45	2,55	4,30	0,94	1,55	0,13	0,33
Cachoeira da Vaca	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,07	0,02	0,04	0,00	0,00
Cachoeira dos Alves	0,37	0,50	0,77	0,91	1,65	2,27	2,45	3,62	0,84	1,28	0,13	0,28
Cachoeira dos Cegos	0,74	1,43	1,50	2,34	2,95	3,67	6,15	8,58	2,45	3,62	0,30	0,85
Cafundó	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00
Camalaú	0,38	0,89	0,61	1,03	1,11	1,59	1,92	5,56	1,00	2,57	0,21	0,41
Camará	0,18	0,36	0,61	1,43	0,73	0,94	1,82	2,39	2,02	2,48	3,20	2,52
Campos	0,17	0,38	0,28	0,72	0,49	0,73	0,71	1,98	0,50	1,12	0,21	0,56

Reservatório	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
Canafístula II	0,04	0,06	0,08	0,24	0,11	0,11	0,26	0,39	0,31	0,38	0,58	0,67
Capivara	0,59	0,76	0,90	0,89	1,65	1,65	3,30	5,21	2,12	3,50	0,34	0,40
Capoeira	0,65	1,36	0,91	1,78	1,95	2,32	3,69	5,54	1,59	2,90	0,20	0,34
Caraibeiras	0,02	0,06	0,04	0,08	0,07	0,12	0,12	0,28	0,04	0,07	0,01	0,02
Carneiro	0,48	0,59	1,18	1,71	2,24	2,31	4,23	6,22	3,47	5,08	0,70	1,11
Catolé I	0,29	0,40	0,33	0,45	0,50	0,60	0,63	1,42	0,19	0,57	0,06	0,21
Chã dos Pereiras	0,01	0,03	0,03	0,09	0,03	0,03	0,04	0,07	0,05	0,10	0,08	0,13
Chupadouro I	0,07	0,09	0,13	0,12	0,25	0,28	0,40	0,51	0,20	0,31	0,03	0,04
Chupadouro II	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03
Cochos	0,15	0,20	0,28	0,35	0,63	0,89	0,99	1,40	0,34	0,50	0,04	0,08
Condado	0,31	0,39	0,65	0,93	1,02	0,99	1,27	1,98	0,46	0,69	0,14	0,50
Cordeiro	1,06	2,64	1,80	3,98	3,21	4,47	6,08	17,05	3,68	11,53	1,08	2,73
Curema	8,32	12,84	17,28	32,42	31,83	40,13	64,26	110,40	31,25	48,77	3,02	5,56
Covão	0,01	0,03	0,02	0,05	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03
Curimataú	0,05	0,19	0,14	0,32	0,14	0,30	0,25	0,59	0,13	0,27	0,05	0,06
Duas Estradas	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04
Emas	0,06	0,11	0,13	0,19	0,24	0,28	0,60	1,02	0,44	0,71	0,07	0,13
Emídio	0,01	0,03	0,02	0,05	0,02	0,03	0,04	0,08	0,03	0,07	0,04	0,06
Engenheiro Arcoverde	0,29	0,43	0,63	0,89	1,10	1,21	1,99	2,91	1,05	1,65	0,18	0,48
Engenheiro Avidos	3,24	3,66	6,09	7,29	14,79	20,70	17,66	27,29	7,11	12,10	0,72	1,30
Epitácio Pessoa	3,69	10,73	6,25	12,00	11,06	15,86	19,92	66,89	6,87	15,11	2,52	5,57
Escondido	0,30	0,36	0,81	1,03	1,83	2,60	3,53	5,89	2,82	4,00	0,66	1,11
Farinha	1,05	2,81	1,99	3,63	2,89	3,02	4,63	8,35	2,63	5,84	0,39	0,81
Felismina Queiroz	0,04	0,10	0,12	0,24	0,17	0,28	0,25	0,59	0,11	0,23	0,04	0,07
Frutuoso II	0,09	0,12	0,13	0,15	0,31	0,37	0,59	0,83	0,27	0,38	0,03	0,04
Gamela	0,03	0,04	0,05	0,06	0,10	0,13	0,14	0,19	0,11	0,16	0,02	0,02
Gavião	0,01	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,05	0,07	0,05	0,07	0,06	0,06
Glória	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,10	0,16	0,33	0,10	0,18	0,02	0,03
Gramame-Mamuaba	1,25	0,60	1,36	1,64	1,60	1,49	2,74	2,86	4,32	3,87	7,80	5,29
Gurjão	0,05	0,14	0,11	0,15	0,20	0,33	0,27	0,42	0,12	0,30	0,04	0,08
Jandaia	0,14	0,42	0,29	0,82	0,45	0,55	0,97	1,36	1,06	1,24	1,56	1,83
Jangada	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,08	0,13	0,11	0,15	0,26	0,29
Jatobá I	0,16	0,30	0,26	0,33	0,50	0,50	0,74	1,08	0,37	0,76	0,06	0,13
Jatobá II	0,13	0,20	0,32	0,99	0,38	0,43	0,57	1,11	0,28	0,52	0,05	0,09
Jenipapeiro	0,13	0,17	0,19	0,22	0,43	0,56	0,65	0,80	0,33	0,52	0,04	0,06
Jenipapeiro (Buiú)	0,57	0,91	1,04	1,28	1,83	1,92	3,68	7,53	2,64	4,39	0,44	0,70
Jeremias	0,15	0,29	0,31	0,49	0,53	0,50	0,88	1,37	0,58	1,00	0,16	0,38
José Rodrigues	0,05	0,12	0,08	0,15	0,14	0,16	0,20	0,35	0,20	0,30	0,27	0,25
Lagoa do Arroz	1,14	1,14	1,96	2,49	4,64	5,64	5,83	8,03	2,83	4,72	0,27	0,33
Lagoa do Matias	0,02	0,03	0,04	0,11	0,05	0,05	0,12	0,19	0,12	0,14	0,22	0,27
Lagoa do Meio	0,15	0,37	0,24	0,43	0,43	0,58	0,57	1,23	0,29	0,64	0,04	0,08
Livramento (Russos)	0,04	0,09	0,08	0,12	0,14	0,23	0,17	0,22	0,09	0,21	0,03	0,06
Mãe D'água	3,29	4,52	5,80	7,03	14,39	18,80	25,80	37,77	11,62	17,09	1,09	1,57
Marés	0,05	0,07	0,09	0,14	0,18	0,31	0,42	0,50	0,72	0,68	1,38	1,05
Milhã (Evaldo Gonçalves)	0,01	0,04	0,03	0,06	0,04	0,06	0,06	0,09	0,04	0,08	0,04	0,04
Mucutu	0,17	0,38	0,36	0,76	0,60	0,77	1,00	2,61	0,28	0,46	0,08	0,16
Namorado	0,02	0,03	0,03	0,04	0,07	0,11	0,08	0,13	0,04	0,09	0,01	0,03
Novo II	0,01	0,02	0,03	0,09	0,04	0,06	0,08	0,14	0,04	0,07	0,00	0,01
Olivedos	0,05	0,13	0,11	0,20	0,15	0,22	0,24	0,55	0,14	0,27	0,06	0,07
Ouro Velho	0,03	0,05	0,06	0,12	0,11	0,16	0,18	0,34	0,09	0,17	0,02	0,03
Paraíso (Luiz Oliveira)	0,14	0,16	0,26	0,30	0,44	0,30	0,88	1,64	0,55	0,96	0,11	0,15
Pilões	0,58	0,73	0,90	0,95	1,55	1,44	2,85	4,47	1,85	3,20	0,30	0,32
Pimenta	0,09	0,11	0,20	0,24	0,38	0,55	0,44	0,64	0,14	0,25	0,03	0,08
Piranhas	0,44	0,54	0,88	1,24	1,61	1,86	2,32	3,93	0,94	1,53	0,14	0,31
Pirpirituba	0,06	0,10	0,13	0,38	0,16	0,16	0,37	0,53	0,39	0,49	0,74	0,92
Pitombeira	0,03	0,10	0,09	0,26	0,11	0,16	0,24	0,36	0,32	0,36	0,62	0,43
Poço Redondo	0,61	0,79	0,77	1,02	1,19	1,42	1,73	4,03	0,54	1,52	0,14	0,49
Poções	0,22	0,53	0,44	1,14	0,74	1,23	1,49	3,95	0,82	2,07	0,16	0,35
Poleiros	0,09	0,32	0,23	0,54	0,28	0,66	0,52	1,44	0,23	0,46	0,08	0,12
Prata II	0,07	0,11	0,15	0,25	0,23	0,30	0,34	0,85	0,17	0,36	0,04	0,11
Queimadas	0,27	0,38	0,61	0,97	1,31	1,92	2,24	3,24	0,94	1,33	0,08	0,16
Riacho das Moças	0,05	0,11	0,09	0,16	0,18	0,20	0,32	0,43	0,16	0,27	0,02	0,04
Riacho de Santo Antônio	0,07	0,29	0,12	0,31	0,18	0,28	0,33	0,77	0,07	0,14	0,06	0,14
Riacho dos Cavalos	0,31	0,40	0,76	0,84	1,65	2,42	2,96	3,98	2,52	3,21	0,55	0,65
Sabonete	0,03	0,05	0,05	0,07	0,09	0,10	0,15	0,20	0,08	0,13	0,01	0,02
Saco	0,81	1,17	2,07	5,96	2,87	4,04	4,63	7,20	2,07	3,31	0,25	0,52
Santa Inês	0,26	0,34	0,52	0,84	0,80	0,78	1,06	1,74	0,36	0,53	0,09	0,32
Santa Luzia	0,26	0,64	0,58	1,14	0,78	0,71	1,23	2,85	0,55	1,01	0,10	0,22

Reservatório	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
Santa Rosa	0,39	0,46	0,88	0,91	1,79	2,36	3,58	6,19	2,80	3,93	0,56	0,83
Santo Antônio	0,34	0,63	0,65	1,37	1,14	1,50	1,74	4,04	1,06	2,47	0,27	0,53
São Domingos	0,05	0,10	0,08	0,17	0,18	0,28	0,26	0,84	0,08	0,17	0,03	0,09
São Franscisco II	0,06	0,10	0,09	0,12	0,18	0,20	0,28	0,40	0,14	0,26	0,03	0,06
São Gonçalo	1,01	1,06	2,00	2,58	4,55	5,46	6,53	8,44	3,17	5,16	0,35	0,84
São José I	0,33	0,38	0,60	0,67	1,41	1,96	1,66	2,68	0,67	1,12	0,09	0,16
São José II	0,28	0,59	0,50	1,08	0,90	1,36	1,52	3,97	0,78	1,72	0,20	0,39
São José IV	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03	0,03	0,06	0,12	0,02	0,03	0,00	0,01
São Mamede	0,27	0,71	0,67	1,30	0,91	0,94	1,63	2,89	0,76	1,53	0,13	0,25
São Paulo	0,34	0,58	0,71	1,16	1,20	1,65	1,75	3,44	0,94	1,73	0,24	0,47
São Salvador	0,08	0,16	0,17	0,37	0,25	0,45	0,48	0,70	0,61	0,96	1,20	1,49
São Sebastião	0,01	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,06	0,04	0,08	0,07	0,10
Saulo Maia	0,09	0,23	0,21	0,62	0,26	0,39	0,60	0,87	0,84	0,99	1,57	1,17
Serra Branca I	0,06	0,14	0,11	0,19	0,23	0,32	0,36	0,95	0,14	0,33	0,04	0,10
Serra Branca II	0,03	0,08	0,07	0,11	0,13	0,19	0,20	0,55	0,08	0,17	0,02	0,05
Serra Vermelha I	0,18	0,22	0,37	0,51	0,57	0,56	0,68	1,02	0,25	0,37	0,08	0,31
Serrote	0,04	0,09	0,07	0,19	0,12	0,20	0,24	0,65	0,13	0,35	0,03	0,06
Sindô Ribeiro	0,02	0,05	0,05	0,12	0,04	0,03	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
Soledade	0,09	0,23	0,20	0,36	0,30	0,42	0,46	1,05	0,24	0,45	0,11	0,15
Sumé	0,82	1,49	1,61	2,63	2,89	4,08	4,60	9,70	2,36	4,63	0,54	0,96
Suspiro	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,06	0,03	0,06	0,07	0,10
Tapera	0,17	0,21	0,47	0,58	0,97	1,31	1,96	3,61	1,46	2,10	0,27	0,44
Taperoá II	1,10	2,92	2,03	3,92	3,50	3,82	5,80	9,30	3,13	6,21	0,59	1,33
Tauá	0,05	0,13	0,13	0,40	0,13	0,14	0,27	0,47	0,29	0,43	0,50	0,61
Tavares II	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,09	0,02	0,05	0,00	0,00
Timbaúba	0,13	0,19	0,24	0,33	0,32	0,29	0,48	0,96	0,28	0,50	0,04	0,06
Vaca Brava	0,02	0,04	0,05	0,13	0,05	0,05	0,11	0,19	0,13	0,20	0,25	0,27
Várzea	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06	0,01	0,02	0,00	0,00
Várzea Grande	0,28	0,62	0,46	0,84	0,77	1,18	1,31	2,43	0,66	1,60	0,14	0,24
Vazante	0,31	0,40	0,60	0,87	1,12	1,32	1,77	3,14	0,65	1,04	0,08	0,15
Video	0,07	0,09	0,14	0,19	0,31	0,40	0,46	0,75	0,18	0,29	0,02	0,04

Nota: A coluna da esquerda de cada mês exibe a média, e a coluna da direita exibe o desvio padrão. Este está destacado de a) vermelho claro, quando superior ao dobro da média; b) vermelho escuro, quando igual ou superior à média; e c) verde escuro, quando inferior à média.

Tabela 2.6 - Vazão afluente média e desvio padrão de cada mês do ano (Jul-Dez), em m³/s, proveniente do SMAP.

Reservatório	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
Acauã	8,68	17,48	2,34	5,38	0,96	2,74	0,13	0,39	0,11	0,41	0,44	0,97
Albino	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,05
Algodão	0,05	0,11	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Araçagi	51,91	66,37	20,92	25,76	7,44	12,22	0,71	1,29	0,29	0,75	0,45	0,73
Arrojado	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
Baião	0,23	0,45	0,04	0,13	0,01	0,02	0,04	0,18	0,04	0,16	0,08	0,15
Bartolomeu I	0,03	0,06	0,01	0,06	0,01	0,03	0,03	0,08	0,03	0,07	0,07	0,14
Bastiana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Bichinho	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
Bom Jesus I	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03
Bom Jesus II	0,06	0,15	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	0,04	0,03	0,10	0,04	0,07
Boqueirão do Cais	0,43	1,18	0,11	0,24	0,03	0,06	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,07
Brejinho	0,32	0,41	0,13	0,17	0,04	0,06	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Bruscas	0,05	0,10	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,04	0,11	0,18	0,27
Cachoeira da Vaca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cachoeira dos Alves	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,07	0,13
Cachoeira dos Cegos	0,07	0,20	0,01	0,06	0,00	0,01	0,05	0,24	0,04	0,12	0,15	0,32
Cafundó	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Camalaú	0,13	0,31	0,02	0,06	0,01	0,04	0,05	0,20	0,06	0,24	0,15	0,32
Camará	4,65	3,83	2,17	2,33	0,90	1,29	0,10	0,16	0,05	0,12	0,06	0,08
Campos	0,10	0,31	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,06	0,01	0,04	0,07	0,18
Canafístula II	0,78	0,82	0,30	0,38	0,13	0,24	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Capivara	0,09	0,13	0,04	0,11	0,01	0,05	0,04	0,12	0,03	0,10	0,14	0,34
Capoeira	0,07	0,13	0,01	0,03	0,00	0,01	0,03	0,13	0,07	0,25	0,15	0,32
Caraibeiras	0,02	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Carneiro	0,15	0,24	0,03	0,07	0,01	0,05	0,03	0,11	0,06	0,18	0,10	0,19
Catolé I	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01	0,02	0,03	0,07	0,10	0,16

Reservatório	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
Chã dos Pereiras	0,20	0,33	0,08	0,11	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Chupadouro I	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04
Chupadouro II	0,05	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cochos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Condado	0,04	0,07	0,00	0,01	0,02	0,08	0,02	0,06	0,03	0,05	0,09	0,15
Cordeiro	0,63	2,46	0,09	0,31	0,07	0,25	0,16	0,58	0,28	1,01	0,56	1,34
Curema	0,76	1,24	0,10	0,24	0,06	0,21	0,35	1,18	0,63	1,72	1,96	3,11
Covão	0,10	0,20	0,03	0,07	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Curimataú	0,08	0,17	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03
Duas Estradas	0,04	0,06	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Emas	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03
Emídio	0,12	0,22	0,04	0,07	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Engenheiro Arcoverde	0,05	0,15	0,01	0,03	0,00	0,01	0,03	0,19	0,03	0,10	0,08	0,15
Engenheiro Avidos	0,18	0,39	0,05	0,18	0,11	0,57	0,23	0,87	0,20	0,45	0,77	1,37
Epitácio Pessoa	1,35	2,06	0,27	0,84	0,09	0,26	0,40	1,95	0,25	0,87	1,18	2,67
Escondido	0,29	0,57	0,05	0,17	0,01	0,03	0,04	0,19	0,04	0,17	0,07	0,13
Farinha	0,11	0,34	0,01	0,05	0,01	0,02	0,02	0,09	0,05	0,21	0,27	0,67
Felismina Queiroz	0,04	0,11	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,05	0,00	0,01	0,01	0,04
Frutuoso II	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
Gamela	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Gavião	0,18	0,26	0,08	0,09	0,03	0,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Glória	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
Gramame-Mamuaba	9,90	6,77	6,39	3,55	4,94	2,16	3,34	1,39	2,28	0,99	1,59	0,67
Gurjão	0,02	0,04	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,03
Jandaia	1,76	1,88	0,51	0,86	0,23	0,54	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,09
Jangada	0,35	0,40	0,15	0,31	0,05	0,12	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02
Jatobá I	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,01	0,02	0,04	0,09
Jatobá II	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,05	0,08
Jenipapeiro	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,03
Jenipapeiro (Buiú)	0,23	0,57	0,06	0,16	0,02	0,07	0,06	0,21	0,09	0,31	0,18	0,27
Jeremias	0,07	0,24	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,06	0,01	0,04	0,04	0,09
José Rodrigues	0,65	0,90	0,23	0,31	0,10	0,20	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04
Lagoa do Arroz	0,08	0,19	0,01	0,02	0,02	0,10	0,10	0,50	0,05	0,08	0,22	0,48
Lagoa do Matias	0,29	0,35	0,12	0,16	0,05	0,09	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Lagoa do Meio	0,03	0,09	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,08	0,39
Livramento (Russos)	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01	0,06	0,01	0,02
Mãe D'água	0,22	0,36	0,02	0,05	0,01	0,03	0,12	0,38	0,18	0,37	0,56	0,84
Marés	1,28	1,08	0,38	0,51	0,16	0,34	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,04
Milhã (Evaldo Gonçalves)	0,09	0,21	0,02	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Mucutu	0,08	0,19	0,02	0,05	0,00	0,02	0,03	0,14	0,02	0,06	0,06	0,20
Namorado	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,02
Novo II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Olivedos	0,05	0,15	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,06
Ouro Velho	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
Paraíso (Luiz Oliveira)	0,03	0,04	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01	0,02	0,04	0,09
Pilões	0,08	0,12	0,04	0,11	0,01	0,05	0,03	0,11	0,03	0,08	0,12	0,23
Pimenta	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
Piranhas	0,05	0,10	0,01	0,04	0,01	0,04	0,04	0,12	0,04	0,09	0,12	0,24
Pirpirituba	1,12	1,30	0,43	0,57	0,19	0,37	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
Pitombeira	0,88	0,62	0,39	0,32	0,16	0,20	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02
Poço Redondo	0,05	0,16	0,00	0,02	0,02	0,12	0,02	0,06	0,06	0,15	0,21	0,31
Poções	0,09	0,21	0,02	0,04	0,01	0,03	0,03	0,11	0,03	0,09	0,09	0,21
Poleiros	0,12	0,27	0,02	0,06	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,06
Prata II	0,03	0,04	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,07
Queimadas	0,03	0,07	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04	0,02	0,06	0,07	0,12
Riacho das Moças	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03
Riacho de Santo Antônio	0,05	0,10	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01	0,04	0,02	0,08
Riacho dos Cavalos	0,19	0,38	0,04	0,14	0,01	0,05	0,02	0,04	0,05	0,19	0,07	0,15
Sabonete	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Saco	0,10	0,18	0,02	0,04	0,01	0,03	0,03	0,07	0,06	0,15	0,28	0,45
Santa Inês	0,03	0,05	0,00	0,01	0,01	0,05	0,01	0,04	0,02	0,04	0,08	0,13
Santa Luzia	0,06	0,27	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,06	0,01	0,05	0,10	0,25
Santa Rosa	0,21	0,41	0,05	0,19	0,01	0,03	0,02	0,06	0,06	0,23	0,09	0,20
Santo Antônio	0,16	0,47	0,03	0,10	0,07	0,31	0,06	0,14	0,13	0,52	0,22	0,51
São Domingos	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,06	0,00	0,01	0,02	0,05
São Franscisco II	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
São Gonçalo	0,04	0,08	0,01	0,02	0,01	0,06	0,08	0,33	0,04	0,08	0,16	0,32
São José I	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,08	0,02	0,07	0,03	0,08	0,08	0,14

Reservatório	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
São José II	0,11	0,23	0,02	0,06	0,02	0,04	0,04	0,13	0,03	0,09	0,11	0,27
São José IV	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
São Mamede	0,05	0,24	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,08	0,01	0,06	0,07	0,18
São Paulo	0,16	0,28	0,04	0,09	0,01	0,03	0,03	0,12	0,02	0,05	0,11	0,27
São Salvador	2,15	2,72	0,77	1,29	0,29	0,49	0,03	0,08	0,01	0,04	0,02	0,03
São Sebastião	0,15	0,21	0,08	0,11	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saulo Maia	2,17	1,58	0,91	0,78	0,38	0,53	0,03	0,05	0,02	0,07	0,03	0,06
Serra Branca I	0,03	0,05	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,04	0,03	0,09
Serra Branca II	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,06
Serra Vermelha I	0,02	0,04	0,00	0,01	0,01	0,05	0,01	0,03	0,01	0,03	0,05	0,08
Serrote	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04
Sindô Ribeiro	0,06	0,07	0,03	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Soledade	0,10	0,28	0,02	0,05	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,04	0,03	0,11
Sumé	0,31	0,52	0,06	0,12	0,02	0,06	0,07	0,23	0,04	0,11	0,25	0,53
Suspiro	0,11	0,15	0,02	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tapera	0,11	0,21	0,02	0,08	0,00	0,01	0,02	0,06	0,02	0,10	0,04	0,09
Taperoá II	0,32	1,08	0,02	0,07	0,01	0,04	0,06	0,26	0,05	0,18	0,27	0,63
Tauá	0,95	1,28	0,30	0,42	0,09	0,15	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03
Tavares II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Timbaúba	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,05	0,01	0,02	0,05	0,08
Vaca Brava	0,49	0,47	0,24	0,24	0,09	0,11	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Várzea	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Várzea Grande	0,22	0,64	0,03	0,10	0,01	0,02	0,01	0,07	0,01	0,04	0,05	0,14
Vazante	0,03	0,06	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,07	0,02	0,05	0,09	0,19
Video	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,04

Nota: A coluna da esquerda de cada mês exibe a média e a coluna da direita exibe o desvio padrão. Este está destacado de a) vermelho claro, quando superior ao dobro da média; b) vermelho escuro, quando igual ou superior à média; e c) verde escuro, quando inferior à média.

As **Figuras 2.33 a 2.36** exibem as vazões afluentes médias dos reservatórios, de cada mês do ano, em todas as BHs/SBHs, contempladas na presente atualização.

Figura 2.33 - Vazão afluente média nas SBHs do Piancó, Taperoá e Alto Paraíba.

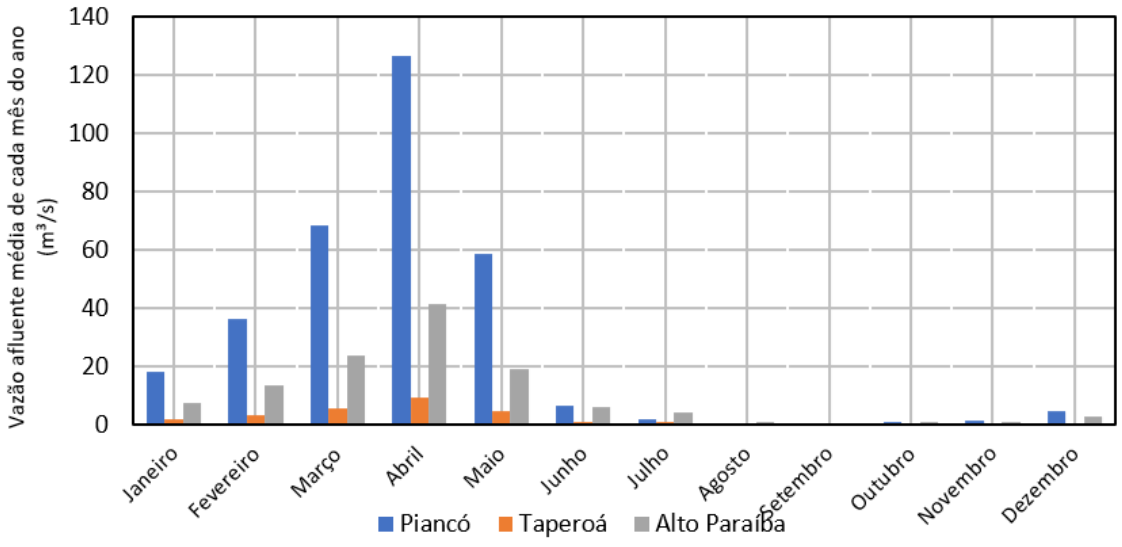


Figura 2.34 - Vazão afluente média nas SBHs/BH do Médio e Baixo Paraíba e Mamanguape.

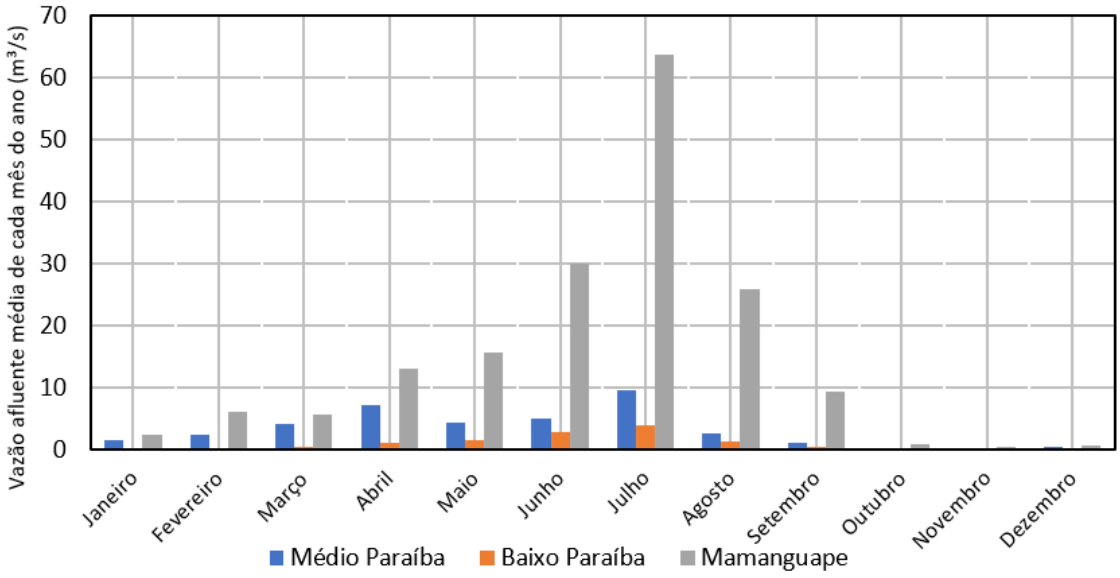


Figura 2.35 - Vazão afluente média nas SBHs/BH do Peixe, Seridó e Curimataú.

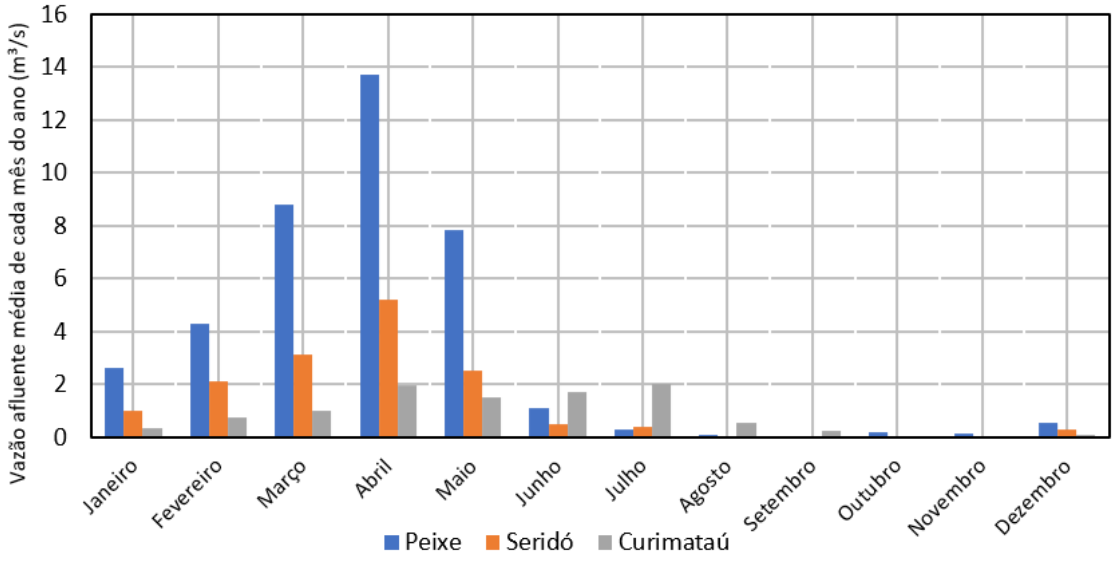
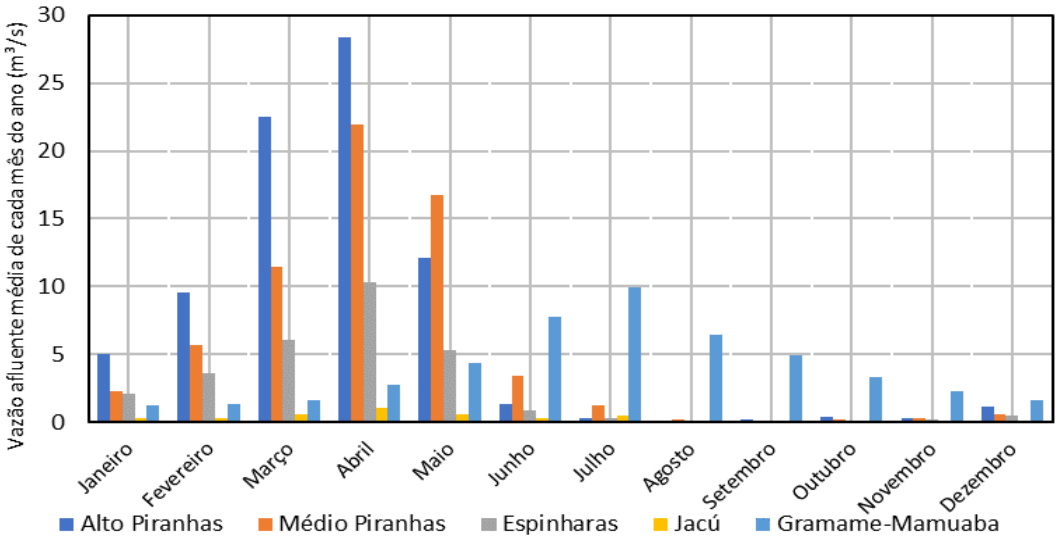


Figura 2.36 - Vazão afluente média nas SBHs do Alto e Médio Piranhas, Espinharas e BH do Jacú e Gramame-Mamuaba.



2.1.3.1.4 - Séries pseudo-históricas de vazões em pontos estratégicos

Utilizando o mesmo modelo chuva-vazão, foram gerados para o mesmo período (1962-2017), em pontos estratégicos, nos rios perenes e intermitentes, séries pseudo-históricas de vazões de áreas não controladas por açudes a montante e determinados a disponibilidade a fio d´água em rios perenes. Pontos estratégicos foram colocados, por exemplo, em locais onde há mudanças do sistema hidrogeológico da bacia hidrográfica (aquífero cristalino para sedimentar),mas também em pontos interessantes para o balanço hídrico, como por exemplo, o açude Cacimba de Várzea. Apesar desse açude ser classificado como interanual, a sua posição, na bacia hidrográfica do Rio Curimataú, indicou a necessidade de geração da série pseudo-histórica de vazão para tal ponto.

2.1.3.2 Vazões de regularização dos açudes estratégicos (Curva de Garantia)

Os dados pseudo-históricos de vazão foram utilizados, para determinar as vazões de garantias de disponibilidades hídricas de 90%, 95% e 100%, nos reservatórios estratégicos. Para a construção das curvas de garantia de cada reservatório, fez-se necessária a realização de balanço hídrico das entradas e saídas dos reservatórios, para um período de 56 anos de dados (1962 – 2017), no qual se procurou determinar quais as vazões regularizadas a manterem a garantia de disponibilidade hídrica, em 100%, 95% e 90%. Para esse processo, as informações provenientes do inventário dos açudes foram devidamente utilizadas, como dados de entrada nos cálculos do balanço hídrico.

2.1.3.2.1 - Metodologia do balanço hídrico

Os cálculos de balanço hídrico foram realizados com passo de tempo mensal, sendo regidos pelas Equações 5 a 7 a seguir:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = V_{t+1} - V_t = I - O \qquad \text{Eq. (5)}$$

$$I = V_{afl.} + V_{prec.} \qquad \text{Eq. (6)}$$

$$O = V_{evp} + V_{ret} \qquad \text{Eq. (7)}$$

Em que V_{t+i} e V_t são os volumes d'água no reservatório em questão, nos meses t e t+1, respectivamente; I são as entradas do balanço hídrico, a saber:V_{aflu}, é o volume afluente proveniente do SMAP, no mês t, e V_{prec} que é o volume precipitado, de acordo com o posto representativo do reservatório, no mesmo mês t; O são as saídas do balanço hídrico, a saber:V_{evp}, que é o volume evaporado do reservatório, no mês t, e V_{ret} é o volume retirado de água em função de determinada vazão regularizada, no mesmo mês t. Todos os volumes anteriormente mencionados são dados em m³/mês. Nota-se que o volume infiltrado de água foi desconsiderado do balanço hídrico dos reservatórios.

Para dar início às simulações de balanço hídrico, adotou-se que o V_t inicial corresponde a 50% da capacidade máxima de cada reservatório. O cálculo do V_{prec} se deu por meio da Equação 8:

$$V_{prec} = \sum_{i=1}^{k} P_i x\, A_t \div 1000 \qquad \text{Eq. (8)}$$

Onde P_i é a precipitação registrada no dia ***i*** no posto representativo do reservatório, em mm; **k** é a quantidade de dias do mês t; A_t é a área ocupada pelo espelho d'água do reservatório no mês t, em m², e 1000 é um fator de conversão de unidades. Por outro lado, o cálculo do V_{evp} é expresso pela Equação 9:

$$V_{evp} = E_t x A_t \div 1000 \qquad \text{Eq. (9)}$$

Onde E_t é a evapotranspiração registrada no mês t no posto representativo, em mm; A_t é a área ocupada pelo espelho d'água do reservatório no mês t, em m², e 1000 é um fator de conversão de unidades.

O cálculo da $V_{afl.}$ é feito segundo a Equação 10:

$$V_{afl.} = Q_t x 86400 x k \qquad \text{Eq. (10)}$$

Onde Q_t é a vazão afluente, em m³/s, do mês t, proveniente do modelo SMAP. Os fatores 86400 e k, que representa a quantidade de dias por mês, são para conversão de unidades. A **Tabela 2.7**, de caráter exemplificativo, exibe parte da série pseudo-histórica (1962 a 2017) da vazão afluente no reservatório Acauã, oriunda do SMAP.

Tabela 2.7 - Parte da série pseudo-histórica de deflúvios afluentes ao reservatório Acauã.

Série de fluviometria (m³/s)													
Ano	Mês												Média
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1962	0,00	0,84	2,07	0,13	2,76	5,61	2,86	0,01	0,89	0,01	0,00	0,35	1,294
1963	0,52	0,69	2,30	1,25	0,19	1,26	0,84	0,02	0,00	0,00	0,78	5,95	1,151
1964	8,50	7,80	5,62	4,18	3,96	14,96	27,22	3,41	2,18	0,00	0,00	0,00	6,486
1965	0,24	0,10	0,08	1,67	0,69	2,40	1,35	0,12	0,11	0,00	0,00	0,61	0,613
1966	0,37	7,43	0,09	8,86	0,80	11,92	10,46	3,36	0,17	0,02	0,56	0,50	3,711
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
2013	0,09	0,05	0,03	6,22	1,96	3,94	4,94	0,99	0,72	0,00	2,71	0,30	1,830
2014	0,03	1,13	0,66	1,60	7,96	4,94	2,21	1,07	2,50	0,72	0,00	0,00	1,903
2015	0,02	0,14	1,86	0,09	0,07	0,61	2,18	0,23	0,00	0,00	0,00	2,09	0,608
2016	3,77	0,34	0,41	6,24	3,57	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	1,233
2017	0,13	0,22	0,07	2,72	1,04	0,60	6,72	0,19	0,02	0,00	0,00	0,00	0,975

O valor percentual da garantia dos reservatórios é calculado segundo a Equação 11:

$$G(\%) = \frac{100x(\sum M - \sum M_f)}{\sum M} \qquad \text{Eq. (11)}$$

Onde $\sum M$ é a quantidade total de meses da série utilizada no processamento do balanço hídrico mensal, e $\sum M_f$ é a quantidade total de meses em que houve falha, ou seja, em que a vazão retirada não foi atendida. Portanto, a garantia (G(%))varia de 0 a 100%, sendo o valor nulo obtido, caso todos os meses sejam considerados com falha, e o valor máximo obtido caso não haja nenhum mês com falha em toda a série. Um mês com falha é definido quando V_{t+1} é calculado e seu valor se encontra inferior ao volume morto do reservatório em questão, o que implica que a vazão retirada não pôde ser atendida. Nesse caso, a vazão regularizada adotada para o reservatório, ou a respectiva fração, continua a ser retirada mensalmente até que o reservatório venha a secar completamente. Essa consideração foi implementada, na simulação do balanço hídrico, uma vez que isso de fato ocorre na prática. Mesmo que a vazão regularizada se mantenha a mesma, nos meses em que o volume V_{t+1} se torna inferior ao volume morto, tais meses são computados como meses com falha. Dentre os reservatórios estratégicos, 64 tinham uma razão entre volume morto e capacidade máxima inferior à 5%. Portanto, adotou-se esse fator para a estimativa do volume morto de tais açudes. Ainda, 19 reservatórios não tinham a informação de volume morto disponível, e, portanto, adotou-se o fator de 10% nesses casos. A distribuição dos 37 reservatórios restantes (dentre os 120) se encontram exibidos na **Tabela 2.8.** Distribuição dos reservatórios em função da razão entre volume morto e volume máximo.

Tabela 2.8 - Distribuição dos reservatórios em função da razão entre volume morto e volume máximo.

Razão Vol.Morto/Vol.Máximo	Quantidade
5%	64 (64*)
Maior que 5% e até 10%	37 (19**)
Maior que 10% e até 15%	10
Maior que 15% e até 20%	6
Maior que 20% em diante	3
Total	**120**

Nota: Quantidade cujo volume morto foi estimado em *5% da capacidade máxima e **10% da capacidade máxima.

Para construção da curva de garantia de cada reservatório, procurou-se determinar quais as vazões regularizadas máximas possíveis do reservatório se manter com uma garantia de 100%. Em seguida, tais valores foram aumentados, sucessivamente, em 10%, de modo a se reduzir a garantia do reservatório. O procedimento foi realizado para cada reservatório, até que a garantia se tornasse menor que 75%. A **Tabela 2.9** resume os valores das vazões regularizadas de cada reservatório, associadas às garantias de 100%, 95% e 90%.

Tabela 2.9 - Vazões regularizadas, em L/s, associadas às garantias de 100%, 95% e 90% dos açudes estratégicos por bacia/sub-bacia hidrográfica.

Bacia/Sub-bacia hidrográfica(BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
		100%	95%	90%
Alto Piranhas	Bartolomeu I	96,89	126,53	146,13
	Bom Jesus I	7,83	13,13	15,61
	Engenheiro Avidos	1.662,05	2.269,94	2.510,80
	Jenipapeiro	28,23	42,72	54,60
	São Gonçalo	576,26	726,84	858,48
	São José I	69,68	101,52	112,45
	SUBTOTAL	**2.440,93**	**3.280,69**	**3.698,08**
Médio Piranhas	Baião	194,19	290,06	351,55
	Carneiro	250,86	362,20	435,50
	Engenheiro Arcoverde	134,37	191,59	241,94
	Escondido	69,44	149,15	203,70
	Riacho dos Cavalos	179,33	285,76	318,92
	Santa Rosa	39,71	92,81	109,73
	Tapera	70,19	133,78	164,01
	SUBTOTAL	**938,08**	**1.505,34**	**1.825,34**
Peixe	Arrojado	16,61	28,05	33,22
	Cachoeira da Vaca	1,67	2,65	3,03
	Capivara	306,58	427,12	464,55
	Chupadouro I	22,60	36,90	44,55
	Gamela	6,99	11,60	14,26
	Lagoa do Arroz	665,20	816,14	871,10
	Paraíso (Luiz Oliveira)	27,41	51,65	61,58
	Pilões	116,90	194,01	234,76
	SUBTOTAL	**1.163,97**	**1.568,12**	**1.727,05**
Piancó	Bom Jesus II	84,31	105,63	115,78
	Bruscas	261,05	326,27	361,67
	Cachoeira dos Alves	117,50	171,19	212,72
	Cachoeira dos Cegos	364,93	478,19	544,97
	Cafundó	1,16	2,12	2,65
	Catolé I	76,64	91,02	100,93
	Cochos	38,78	57,06	68,82
	Condado	161,41	210,22	234,92
	Curema	7.297,73	8.416,23	9.067,86
	Emas	6,45	20,39	27,65
	Frutuoso II	31,33	46,11	56,68
	Glória	17,77	22,29	26,48
	Jatobá II	41,99	63,67	72,18
	Jenipapeiro (Buiú)	327,31	387,49	427,21
	Mãe D'água	2.005,29	3.052,21	3.308,68
	Novo II	---	1,69	2,24
	Pimenta	5,48	8,72	10,04
	Piranhas	232,64	304,83	346,54
	Poço Redondo	80,62	160,54	199,99
	Queimadas	153,58	182,47	202,57
	Saco	543,72	632,27	697,81

Bacia/Sub-bacia hidrográfica(BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
		100%	95%	90%
	Santa Inês	116,41	161,10	176,21
	Serra Vermelha I	73,79	105,49	126,00
	Tavares II	1,86	2,87	3,26
	Timbaúba	70,37	81,61	92,72
	Vazante	125,97	168,48	197,42
	Video	23,50	40,71	49,64
	SUBTOTAL	**12.261,61**	**15.300,85**	**16.733,63**
Espinharas	Capoeira	374,67	458,65	508,34
	Farinha	192,26	331,75	430,78
	Jatobá I	34,96	69,68	79,90
	Jeremias	26,08	56,48	71,09
	Riacho das Moças	44,57	50,89	59,02
	SUBTOTAL	**672,54**	**967,46**	**1.149,13**
Seridó	Albino	13,48	24,66	28,34
	Bastiana	4,12	5,02	5,96
	Felismina Queiroz	9,50	19,49	24,97
	Sabonete	9,89	15,42	18,07
	Santa Luzia	47,12	80,28	98,17
	São Franscisco II	26,23	34,54	39,35
	São José IV	1,84	3,02	3,99
	São Mamede	43,00	96,19	116,48
	Várzea	---	---	---
	Várzea Grande	91,80	140,19	161,58
	SUBTOTAL	**246,98**	**418,80**	**496,92**
Taperoá	Gurjão	---	6,09	13,24
	Lagoa do Meio	---	---	5,88
	Livramento (Russos)	0,42	8,79	15,92
	Mucutu	55,34	90,90	109,76
	Namorado	---	1,98	4,39
	Olivedos	---	10,60	17,60
	Serra Branca I	6,39	16,39	20,98
	Serra Branca II	---	0,35	4,47
	Soledade	118,49	124,26	127,82
	Taperoá II	121,64	233,77	327,89
	SUBTOTAL	**302,28**	**493,14**	**647,95**
Alto Paraíba	Bichinho	5,96	14,69	21,54
	Camalaú	134,37	187,74	224,17
	Campos	24,21	38,97	54,24
	Cordeiro	356,39	582,52	639,56
	Epitácio Pessoa	1.883,65	2.157,97	2.530,08
	Ouro Velho	3,49	7,21	9,51
	Pitombeira	71,79	106,52	123,67
	Poções	42,41	69,63	92,25
	Prata II	8,56	18,84	27,17
	Santo Antônio	117,50	163,43	199,69
	São Domingos	16,57	21,51	24,24
	São José II	19,08	45,64	54,05
	São Paulo	61,99	123,96	156,61
	Serrote	4,63	8,44	13,44
	Sumé	289,35	386,98	463,88
	SUBTOTAL	**3.039,95**	**3.934,06**	**4.634,11**
Médio Paraíba	Acauã	1.648,53	1.920,11	2.175,67
	José Rodrigues	50,31	68,93	96,47
	Milhã (Evaldo Gonçalves)	5,09	9,78	12,13
	Riacho de Santo Antônio	3,31	18,55	24,22
	SUBTOTAL	**1.707,23**	**2.017,37**	**2.308,48**

Bacia/Sub-bacia hidrográfica(BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
		100%	95%	90%
Baixo Paraíba	Chã dos Pereiras	15,37	19,82	22,67
	Gavião	13,97	21,79	25,98
	Marés	45,73	71,86	86,54
	São Salvador	133,04	203,37	249,21
	SUBTOTAL	**208,12**	**316,84**	**384,39**
Jacú	Boqueirão do Cais	104,34	149,53	170,46
	SUBTOTAL	**104,34**	**149,53**	**170,46**
Curimataú	Algodão	2,79	7,47	10,02
	Caraibeiras	6,06	8,74	10,13
	Curimataú	0,96	10,30	15,01
	Jandaia	182,93	240,63	276,35
	Poleiros	42,84	56,91	68,90
	SUBTOTAL	**235,57**	**324,04**	**380,40**
Gramame-Mamuaba	Gramame-Mamuaba	1.290,82	2.279,75	2.646,39
	SUBTOTAL	**1.290,82**	**2.279,75**	**2.646,39**
Mamanguape	Araçagi	1.789,90	2.477,00	2.739,32
	Brejinho	9,89	15,82	18,41
	Camará	387,38	696,19	811,38
	Canafístula II	67,63	88,39	95,94
	Chupadouro II	4,35	5,82	6,73
	Covão	8,92	11,02	12,24
	Duas Estradas	2,83	3,62	4,20
	Emídio	6,06	9,45	11,23
	Jangada	8,48	14,49	16,66
	Lagoa do Matias	20,79	27,65	30,24
	Pirpirituba	81,02	104,47	114,61
	São Sebastião	6,59	9,28	10,86
	Saulo Maia	173,05	283,62	331,28
	Sindô Ribeiro	23,18	24,47	25,77
	Suspiro	5,06	6,82	7,57
	Tauá	90,56	124,30	134,93
	Vaca Brava	41,58	56,28	61,76
	SUBTOTAL	**2.727,28**	**3.958,69**	**4.433,13**
TOTAL		**27.339,70**	**36.514,69**	**41.235,48**

A **Figura 2.37** exibe a curva de garantia do reservatório Acauã, assim como os vetores de precipitação e evaporação, cujos valores são compostos pelos valores médios de cada mês do ano, obtidos a partir dos postos representativos do referido reservatório. Ainda, na curva de garantia, os valores exibidos em vermelho foram compostos, a partir de interpolação linear, para obtenção dos valores de vazão regularizada para garantias de 100% a 70%.

Figura 2.37 - Curva de garantia do reservatório Acauã

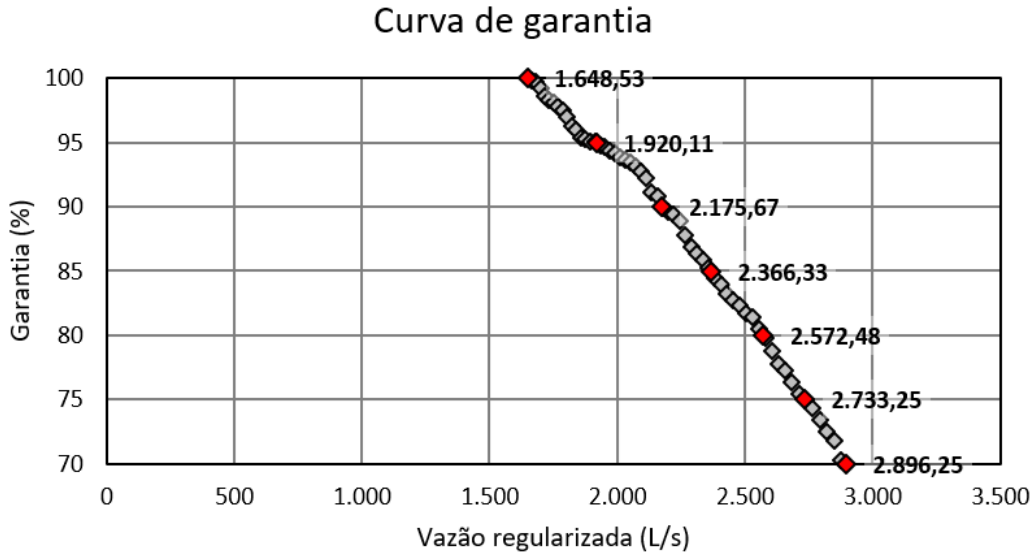
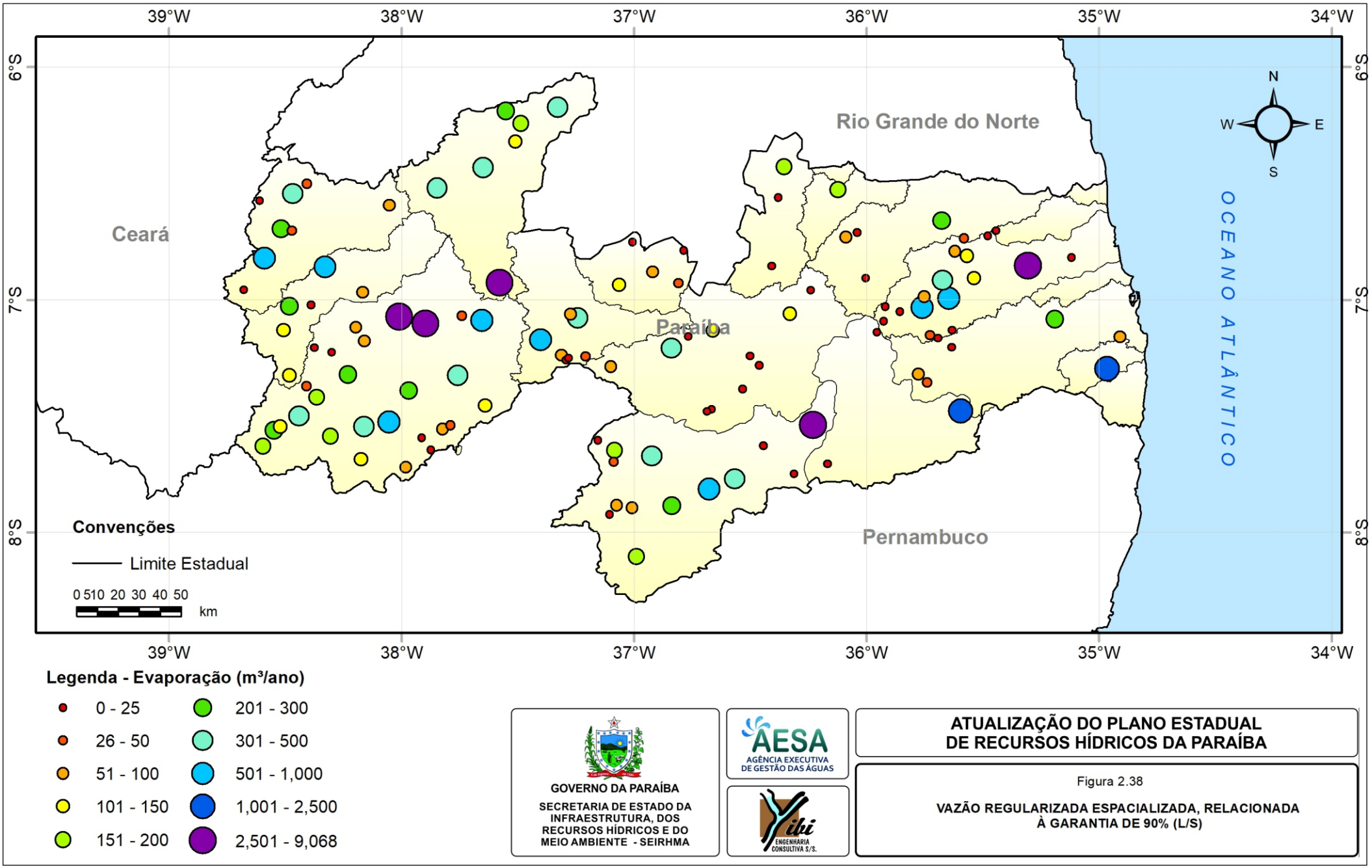


Tabela 2.10 - Curva de garantia e vetores de precipitação e evaporação do reservatório Acauã.

Vetor de Evaporação (mm)												
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**Total**
173,9	154,0	160,3	132,0	115,9	95,7	98,9	112,5	135,3	163,7	165,0	173,9	1681,0
Vetor de Precipitação (mm)												
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**Total**
37,77	38,68	77,39	87,65	74,09	85,91	84,48	40,33	19,85	8,299	7,338	18,17	579,9

2.1.3.2.2 - Análise de dados de vazão regularizada dos açudes estratégicos

Apresenta-se, na **Figura 2.38**, um mapa do Estado no qual se encontram ilustradas as vazões regularizadas de cada reservatório, relacionadas à garantia de 90%. A **Figura 2.39** exibe a correlação obtida entre a capacidade máxima dos reservatórios e as vazões regularizadas, associadas às garantias de 90%. Observa-se uma correlação forte (R^2 próximo de 0,90) entre as duas variáveis. A região destacada, na referida figura, é expandida na **Figura 2.40**em que se observa que 73% dos reservatórios têm capacidades inferiores a 20 hm^3, apresentando uma correlação boa com a capacidade máxima (R^2 próximo de 0,70). Alguns dos reservatórios, como Camará e São Gonçalo, apresentaram valores de vazão regularizada muito superiores a outros de capacidade máxima semelhante. Por outro lado, Jenipapeiro (Buiú) e Cachoeira dos Cegos apresentaram valores de vazão regularizada, semelhantes a outros cuja capacidade máxima é inferior. A **Tabela 2.11** mostra que 50% dos reservatórios estratégicos têm vazões regularizadas, associadas à garantia de 90%, de até 0,08 m^3/s; 41% deles, entre 0,08 e 6,40 m^3/s; e apenas 9% apresentam vazões regularizadas superiores a 6,40 m^3/s.



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.38

VAZÃO REGULARIZADA ESPACIALIZADA, RELACIONADA À GARANTIA DE 90% (L/S)

Figura 2.39 – Correlação entre vazões regularizadas associadas à garantia de 90% e as capacidades máximas dos reservatórios estratégicos.

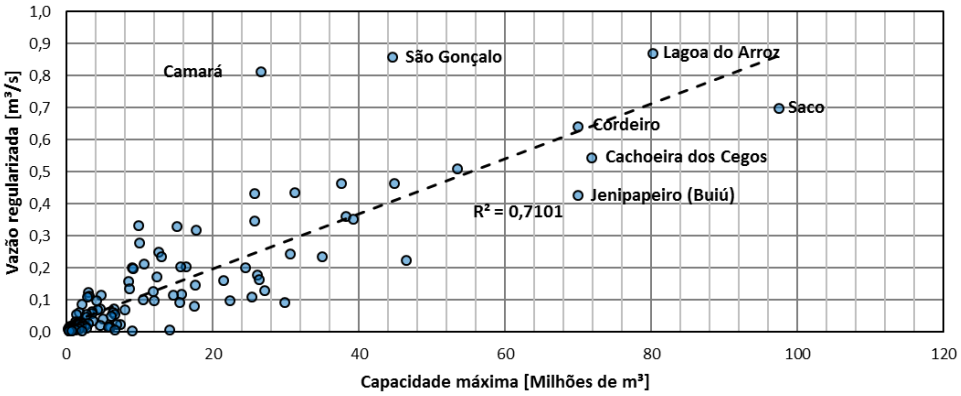


Figura 2.40 - Correlação entre vazões regularizadas associadas à garantia de 90% e as capacidades máximas dos reservatórios estratégicos (na região destacada na Figura 2.39).

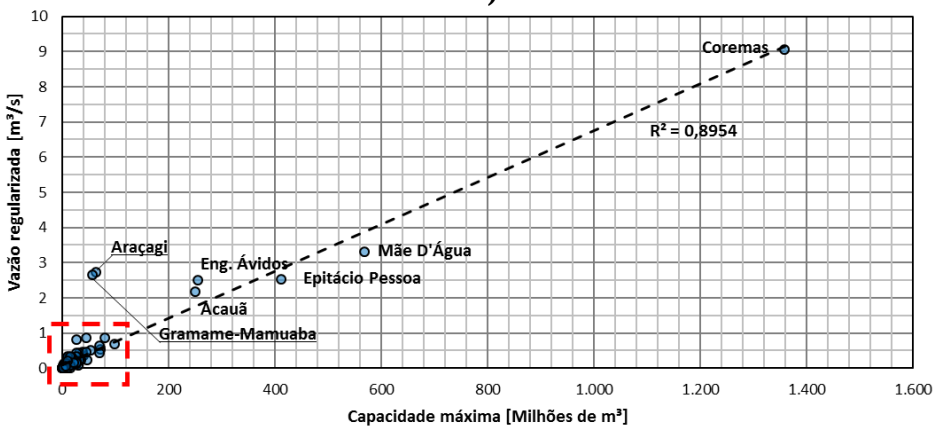


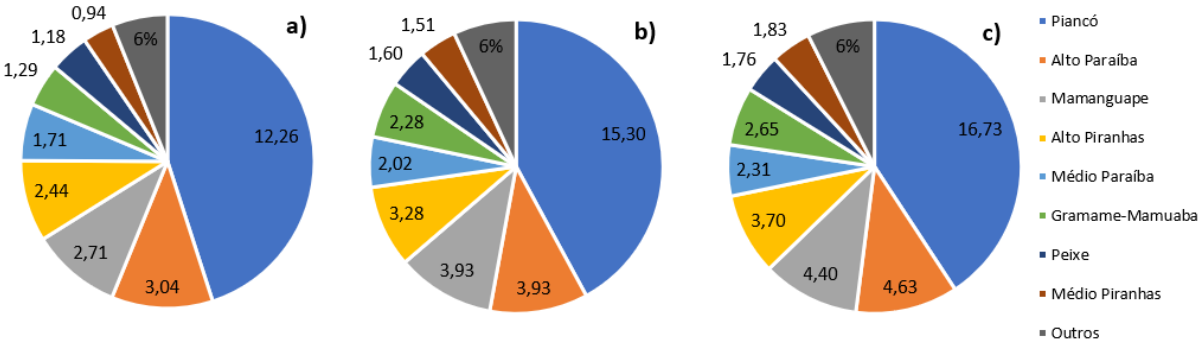
Tabela 2.11 – Distribuição dos reservatórios estratégicos em função da vazão regularizada associada à garantia de 90%.

Vazão regularizada para garantia de 90%	Qtde.
Maior que 0 e até 5 L/s	8
Maior que 5 e até 10 L/s	5
Maior que 10 e até 20 L/s	17
Maior que 20 e até 40 L/s	15
Maior que 40 e até 80 L/s	14
Maior que 80 e até 160 L/s	19
Maior que 160 e até 320 L/s	17
Maior que 320 e até 640 L/s	13
Maior que 640 e até 1.280 L/s	4
Maior que 1.280 e até 2.560 L/s	3
Maior que 2.560 e até 5.120 L/s	3
Maior que 5.120 e até 10.240 L/s	1
Total	**119**

Nota: Não foi possível obter vazão regularizada associada à garantia de 90% para o reservatório Várzea; eis o motivo da totalização ser de 119 açudes e não 120.

Observa-se, na **Figura 2.41**, que a disponibilidade hídrica dos açudes do Estado, com garantia de 100%, concentra-se, majoritariamente, na SBH do Rio Piancó, com 12,26 m³/s, o que corresponde a 43% da disponibilidade hídrica dos açudes do Estado da Paraíba. Na SBH do Alto Rio Paraíba, a disponibilidade hídricos dos açudes é de 3,04 m³/s, correspondendo a 11% do total do Estado. Já BH do rio Mamanguape, tem 2,71 m³/s, correspondendo a 10% do total do Estado, enquanto a SBH do Alto Rio Piranhas tem 2,44 m³/s, correspondendo a 9% do total do Estado da Paraíba. Praticamente um quarto da disponibilidade hídrica dos açudes, distribui-se nas demais BHs/SBHs, nas quais se inclui a do Rio Gramame. Em termos de repartição por BH ou SBH, pode-se ver um comportamento semelhente das disponibilidades hídricas dos açudes, com garantias de 95 e 90%.

Figura 2.41 – Disponibilidade hídrica total dos açudes, em m³/s, da cada bacia ou sub-bacia hidrográfica com garantias de 100% (a), 95 % (b) 90% (c).



2.1.3.2.3 - Comparação com o plano antigo (PERH-2006)

Nesta seção, realiza-se uma comparação entre os resultados encontrados na atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) 2006, tanto em termos da quantidade de reservatórios considerados estratégicos por BH/SBH, quanto das vazões regularizadas.

Pode-se observar, na **Tabela 2.12**, que as maiores diferenças na quantidade de reservatórios se encontram nas SBHs do Taperoá, Baixo Paraíba e BH do Rio Mamanguape.

Na SBH do Taperoá, os reservatórios Barra, Boa Vista, Jeremias, João Medeiros, Salitre e São José IV não foram considerados estratégicos, no PERH 2006, mas a sua retirada não influenciou muito na totalização das vazões regularizadas dessa SBH, que inclusive sofreu um acréscimo de quase 2 m³/s, em função das diferenças observadas, principalmente, nos reservatórios Taperoá II e Mucutu (**Figura 2.48**).

Na SBH do Baixo Paraíba, nenhum açude havia sido considerado estratégico, no PERH-2006, sendo os quatro reservatórios a seguir inclusos no PERH: Chã dos Pereiras, Gavião, Marés e São Salvador. Esses reservatórios foram responsáveis por 0,38 m³/s de disponibilidade hídrica na SBH do Baixo Paraíba, como se observa na **Figura 2.48**.

Quanto à BH do Rio Mamanguape, o reservatório Massaranduba não foi considerado estratégico no PERH, enquanto outros sete reservatórios foram incluídos em relação ao PERH, a saber: Camará, Duas Estradas, Emídio, Pirpirituba, Saulo Maia, Sindô Ribeiro e Suspiro, levando a um acréscimo de 0,51 m³/s na totalização da disponibilidade dos açudes dessa BHs/SBHs (**Figura 2.46**). As **Figuras 2.42 a 2.47** exibem o comparativo de vazões regularizadas de todos os açudes estratégicos, em relação aos valores registrados no PERH.

Tabela 2.12 – Comparação entre a quantidade de reservatórios e vazões regularizadas por bacias/sub-bacias hidrográficas.

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Número de reservatórios			Vazão regularizada (m³/s), associada à garantia de 90%			
	PERH	PERH	Diferença	PERH	PERH	Diferença absoluta	Diferença relativa
SBH do Rio Piancó	25	27	2	13,69	16,73	3,04	22%
BH do Rio Gramame-Mamuaba	1	1	0	3,13	2,65	-0,48	-15%
SBH do Rio Espinharas	8	5	-3	0,36	1,15	0,78	215%
SBH do Médio Rio Paraíba	3	4	1	3,02	2,31	-0,71	-23%
BH do Rio Mamanguape	11	17	6	3,92	4,43	0,51	13%
SBH do Alto Rio Paraíba	17	15	-2	5,35	4,46	-0,71	-13%
SBH do Médio Rio Piranhas	8	7	-1	1,42	1,83	0,41	29%
SBH do Rio Seridó	8	10	2	0,10	0,50	0,40	412%
SBH do Alto rio Piranhas	4	6	2	3,30	3,70	0,39	12%
SBH do Rio do Peixe	7	8	1	2,12	1,73	-0,39	-18%
SBH do Baixo Rio Paraíba	0	4	4	0,00	0,38	0,38	---
SBH do Rio Taperoá	16	10	-6	0,45	0,65	0,19	43%
BH do Rio Curimataú	5	5	0	0,53	0,38	-0,15	-28%
BH do Rio Jacú	2	1	-1	0,27	0,17	-0,10	-37%
Total	**115**	**120**	**5**	**37,65**	**41,24**		

Por outro lado, algumas das BHs/SBHs, com menores alterações no quantitativo total de açudes, apresentaram grandes diferenças na vazão regularizada, para garantia de 90%.

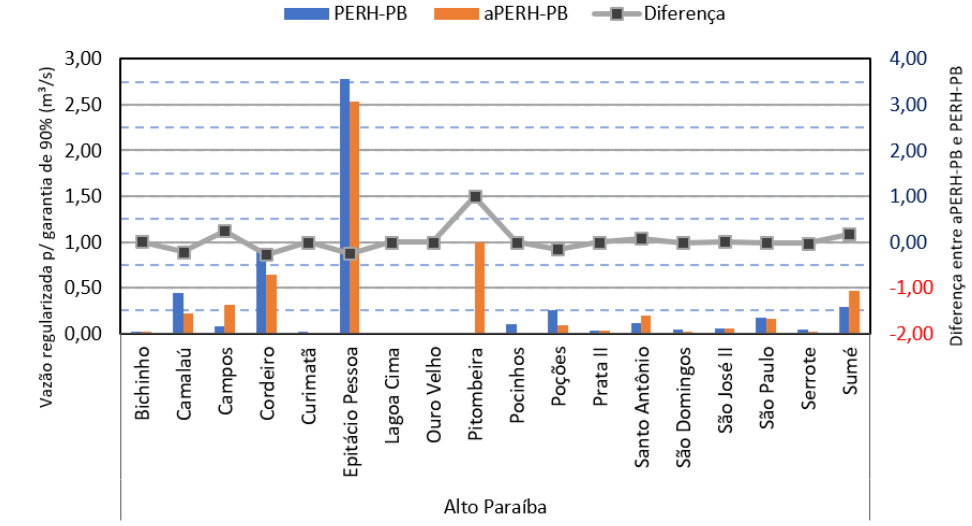
O reservatório Gramame-Mamuaba ilustra bem isso, tendo em vista a diferença de 3.130 L/s para 2.646,39 L/s, sendo a BH composta unicamente por esse açude. A diminuição da vazão regularizável foi, principalmente, por causa dos anos 1998/1999, que representaram uma precipitação na bacia hidrográfica muito abaixo da média. Na elaboração do plano da bacia hidrográfica, esses dois anos não foram considerados na série histórica, portanto os valores da vazão regularizável foram maiores. Naqueles anos (1998 e 1998), o reservatório Gramame-Mamuaba realmente entrou em colapso, o modelo mostrou que a recarga do reservatório ficou muito abaixo de outros anos.

Na SBH do Alto Paraíba, o quantitativo total foi acrescido em um reservatório, e a diferença na disponibilidade hídrica, em relação ao PERH-2006, foi próxima de 0,71 m³/s. Na referida SBH, os açudes Curimatã, Lagoa de Cima e Pocinhos não foram mais considerados estratégicos, enquanto o reservatório Pitombeira foi incluído. Como se observa na **Figura 2.42**, a mudança nas vazões regularizadas de açudes presentes como estratégicos, nos dois planos, foram os que mais contribuiram para as mudanças. O reservatório Epitácio Pessoa apresentou uma redução de 250 L/s, na vazão regularizada de 90% de garantia, em relação ao PERH-2006; Campos e Sumé apresentaram aumentos de 239 e 174 L/s, respectivamente. Por outro lado, Cordeiro e Camalaú apresentaram reduções de 270,93 e 220,58 L/s, respectivamente. Os demais açudes da SBH do Alto Paraíba representaram uma redução de 0,25 m³/s.

Na SBH do Rio Piancó, apenas dois açudes foram acrescidos em relação ao PERH-2006, mas a diferença de disponibilidade hídrica do somatório dos açudes na SBH foi bem elevada, de cerca de 3,55 m³/s. Para a referida SBH, os reservatórios Boqueirão dos Cochos, Canoas e

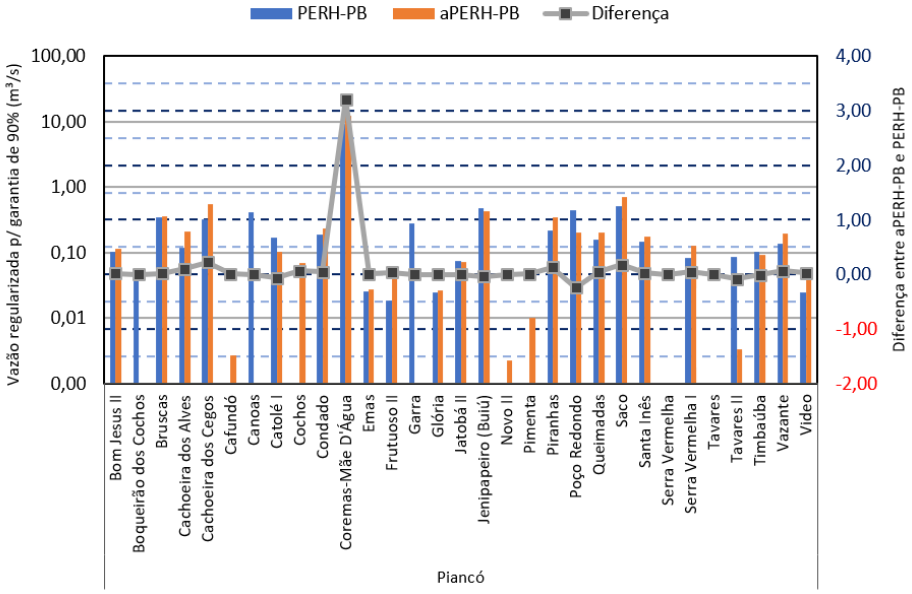
Garra não foram incluídos como estratégicos no PERH. Essa mudança não teve impacto na disponibilidade hídrica da SBH. Os reservatórios Cafundó, Cochos, Novo II e Pimenta foram acrescentados, como estratégicos para essa SBH, e essa mudança também não apresentou impacto na disponibilidade hídrica. A **Figura 2.43** exibe quais reservatórios foram os principais responsáveis pela diferença de 3.551 L/s entre vazões regularizadas, de todos os açudes da SBH do Piancó: os açudes Curema e Mãe D'Água. O reservatório Curema apresentou um aumento de 964 L/s, na vazão regularizada de 100% de garantia, sendo sua disponibilidade associada ao reservatório Mãe D'Água, no PERH. Por outro lado, na presente atualização, Mãe D'Água foi simulado isoladamente, resultando em 2.005 L/s acrescidos à disponibilidade hídrica do Piancó. Portanto, pode-se concluir que a vazão regularizada dos reservatórios associados Curema-Mãe D'Água passou de 9.162,16 L/s, no PERH-2006, para 12.376,54 L/s, no PERH.

Figura 2.42 - Comparativo de vazão regularizada para a SBH do Alto Paraíba.



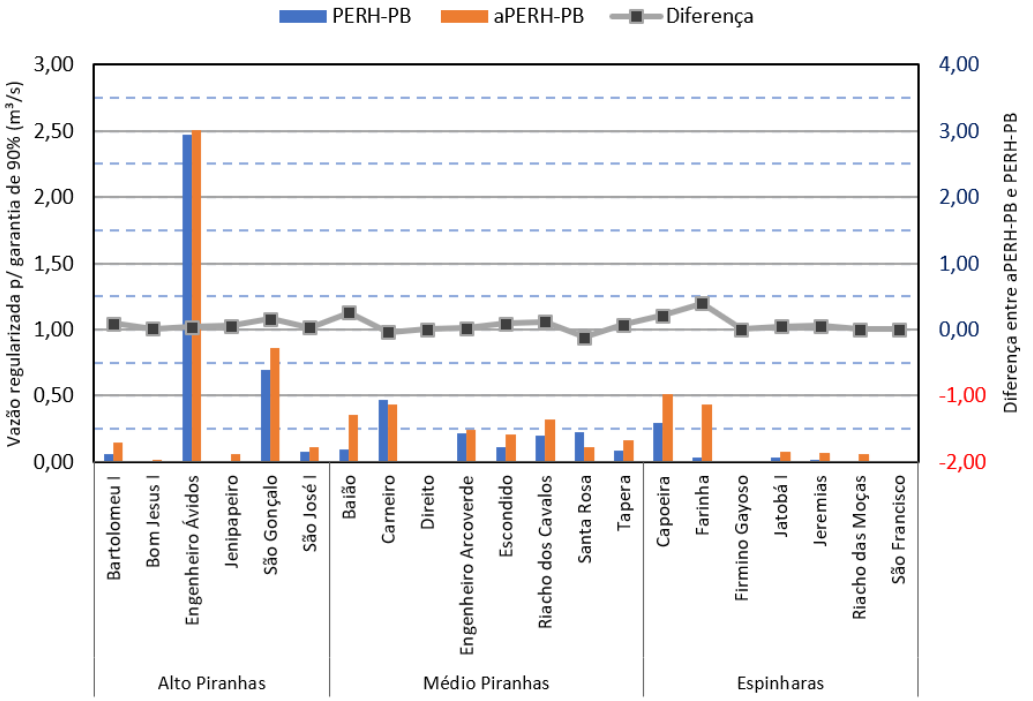
Nota: Reservatórios Curimatã, Lagoa Cima e Pocinhos não inclusos como estratégicos na APERH.

Figura 2.43 - Comparativo de vazão regularizada para a SBH do Rio Piancó.



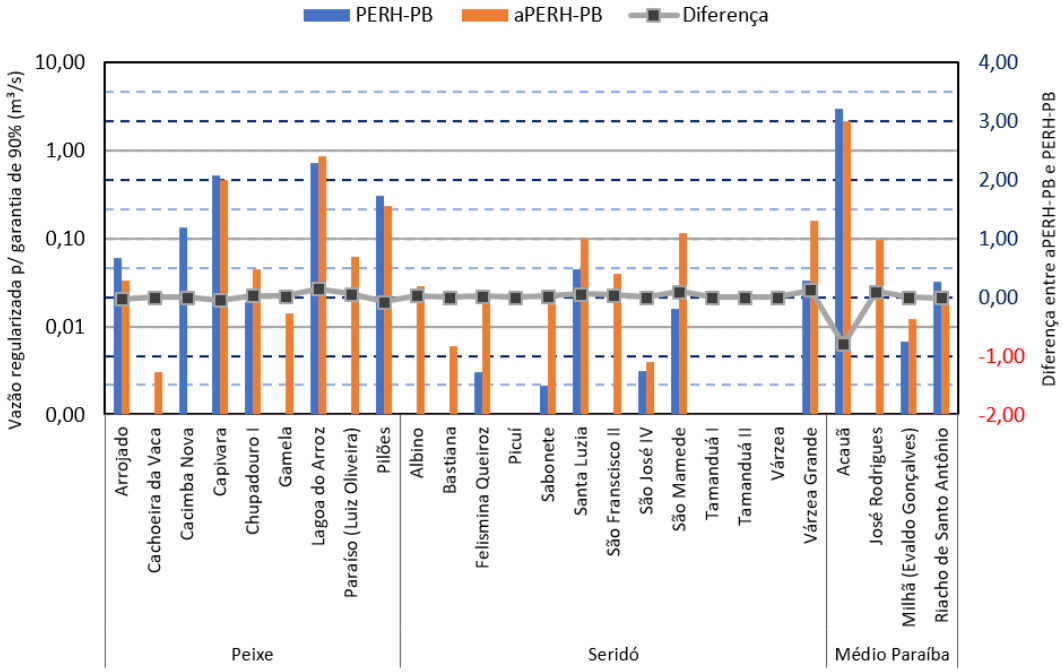
Nota: Reservatórios Boqueirão dos Cochos, Canoas e Garra não inclusos como estratégicos no PERH. Vazão regularizada apresentada em escala logarítmica.

Figura 2.44 - Comparativo de vazão regularizada para as SBHs do Alto e Médio Piranhas e do Rio Espinharas.



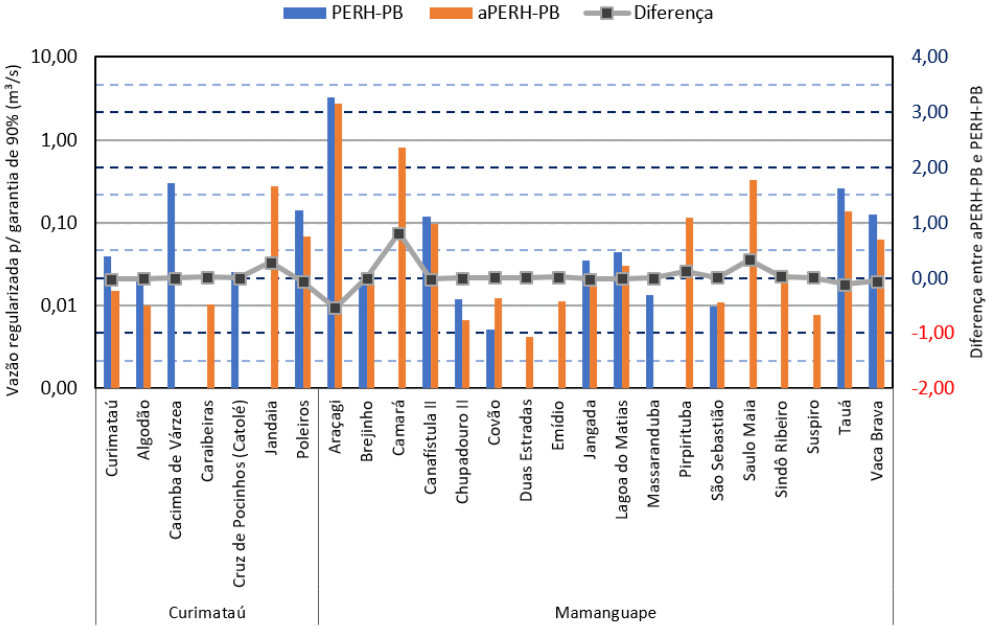
Nota: Reservatórios Firmino Gayoso, São Francisco e Direito não inclusos como estratégicos no PERH.

Figura 2.45 - Comparativo de vazão regularizada para as SBHs do Rio do Peixe, Rio Seridó e do Médio Paraíba.



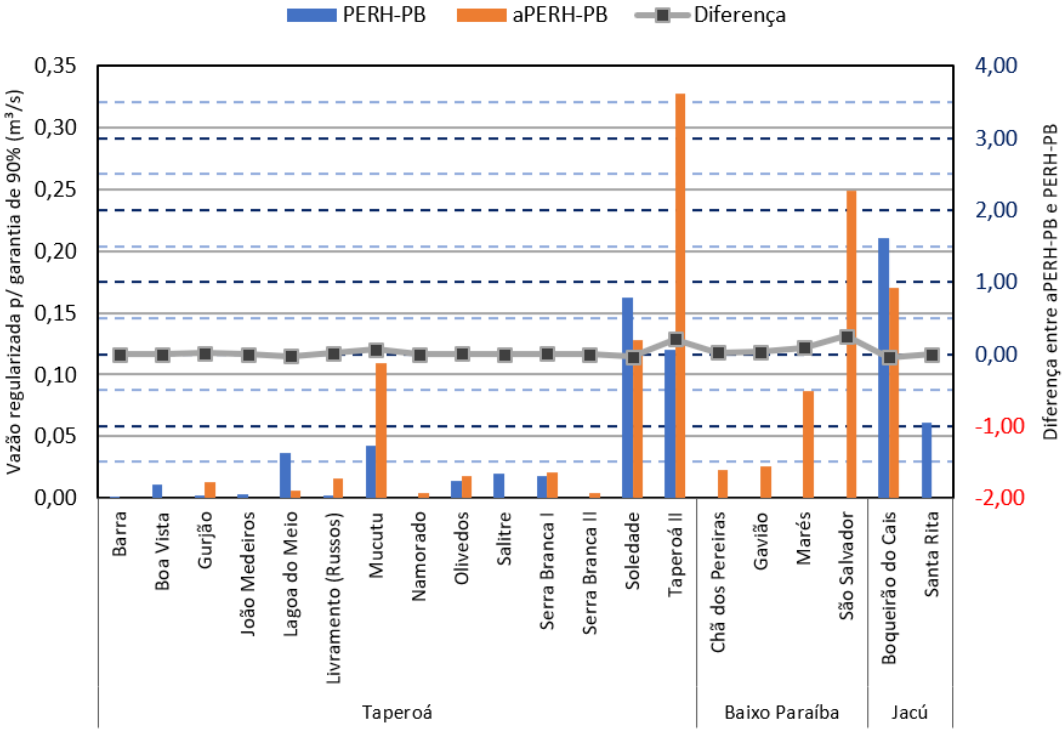
Nota: Reservatórios Cacimba Nova, Picuí, Tamanduá I e II não inclusos como estratégicos no PERH.

Figura 2.46 - Comparativo de vazão regularizada para as BHs dos Rios Curimataú e Mamanguape.



Nota: Reservatórios Cacimba de Várzea, Cruz de Pocinhos (Catolé) e Massaranduba não inclusos como estratégicos no PERH.

Figura 2.47 - Comparativo de vazão regularizada para as SBHs do Taperoá, Baixo Paíraba e BH do Rio Jacú



Nota: Reservatórios Barra, Boa Vista, João Medeiros, Salitre e Santa Rita não inclusos como estratégicos no PERH.

Apesar de alguns reservatórios terem apresentado grandes diferenças com o PERH-2006, em termos de vazão regularizada, associada à garantia de 90%, muitos desses puderam também ser comparados ao plano desenvolvido, recentemente, do Piranhas-Açu, em 2013, por também terem sido contemplados no plano mencionado. A **Tabela 2.13** apresenta o comparativo de valores de vazão regularizada dos planos, associada à garantia de 90%, para cada reservatório estratégico. A partir disso, também são recomendados, para cada reservatório estratégico, valores de vazão regularizada associada à garantia de 90%, de acordo com o seguinte critério: a adoção dos valores de referência mais próximos existentes (PERH-2006 ou Plano do Piranhas-Açu, quando houve), em relação aos calculados no presente plano (PERH), sempre que a menor diferença entre eles for superior a 0,1 m³/s, e tal valor de referência foi menor que o calculado no plano atual. Caso contrário, recomenda-se a adoção dos valores calculados na presente atualização. Dentre os 120 reservatórios estratégicos, recomenda-se o uso dos valores do PERH em 111; para 5 reservatórios, recomenda-se a adoção dos valores do PERH-2006, e para os quatro restantes, a adoção dos valores do plano do Piranhas-Açu. Ressalta-se que a adoção de tal critério resultou, em geral, em recomendações mais conservativas para as vazões regularizadas ($Q_{90\%}$) dos reservatórios estratégicos.

Tabela 2.13 – Comparativo dos valores de vazão regularizada com garantia de 90% do PERH, PERH-2006 e Plano do Piranhas-Açu.

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Vazão regularizada ($Q_{90\%}$) (m³/s)			Valor Recomendado (m³/s)	Estudo de referência
		PERH	PERH-2006	Piranhas-Açu		
SBH Alto Paraíba	Bichinho	0,02	0,01		**0,02**	**PERH**
	Camalaú	0,22	0,44		**0,22**	**PERH**
	Campos	0,05	0,07		**0,05**	**PERH**
	Cordeiro	0,64	0,91		**0,64**	**PERH**
	Epitácio Pessoa	2,53	2,78		**2,53**	**PERH**
	Ouro Velho	0,01	0,01		**0,01**	**PERH**
	Pitombeira	0,12			**0,12**	**PERH**
	Poções	0,09	0,25		**0,09**	**PERH**
	Prata II	0,03	0,03		**0,03**	**PERH**
	Santo Antônio	0,20	0,12		**0,20**	**PERH**
	São Domingos	0,02	0,04		**0,02**	**PERH**
	São José II	0,05	0,05		**0,05**	**PERH**
	São Paulo	0,16	0,17		**0,16**	**PERH**
	Serrote	0,01	0,04		**0,01**	**PERH**
	Sumé	0,46	0,29		**0,29**	**PERH**
SBH Alto Piranhas	Bartolomeu I	0,15	0,06	0,04	**0,06**	**PERH**
	Bom Jesus I	0,02			**0,02**	**PERH**
	Engenheiro Avidos	2,51	2,47	1,96	**2,51**	**PERH**
	Jenipapeiro	0,05			**0,05**	**PERH**
	São Gonçalo	0,86	0,70	0,52	**0,70**	**PERH**
	São José I	0,11	0,08		**0,11**	**PERH**
SBH Baixo Paraíba	Chã dos Pereiras	0,02			**0,02**	**PERH**
	Gavião	0,03			**0,03**	**PERH**
	Marés	0,09			**0,09**	**PERH**
	São Salvador	0,25			**0,25**	**PERH**
BH Curimataú	Algodão	0,01	0,02		**0,01**	**PERH**
	Caraibeiras	0,01			**0,01**	**PERH**
	Curimataú	0,02	0,04		**0,02**	**PERH**
	Jandaia	0,28			**0,28**	**PERH**
	Poleiros	0,07	0,14		**0,07**	**PERH**
SBH Espinharas	Capoeira	0,51	0,30	0,44	**0,44**	**Piranhas-Açu**
	Farinha	0,43	0,03	0,16	**0,16**	**Piranhas-Açu**
	Jatobá I	0,08	0,03	0,04	**0,04**	**Piranhas-Açu**
	Jeremias	0,07	0,02		**0,02**	**PERH**
	Riacho das Moças	0,06			**0,06**	**PERH**
BH Gramame-Mamuaba	Gramame-Mamuaba	2,65	3,13		**2,65**	**PERH**
BH Jacú	Boqueirão do Cais	0,17	0,21		**0,17**	**PERH**
BH Mamanguape	Araçagi	2,74	3,28		**2,74**	**PERH**
	Brejinho	0,02	0,02		**0,02**	**PERH**

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Vazão regularizada ($Q_{90\%}$) (m^3/s)			Valor Recomendado (m^3/s)	Estudo de referência
		PERH	PERH-2006	Piranhas-Açu		
	Camará	0,81			**0,81**	**PERH**
	Canafístula II	0,10	0,12		**0,10**	**PERH**
	Chupadouro II	0,01	0,01		**0,01**	**PERH**
	Covão	0,01	0,01		**0,01**	**PERH**
	Duas Estradas	0,00			**0,00**	**PERH**
	Emídio	0,01			**0,01**	**PERH**
	Jangada	0,02	0,04		**0,02**	**PERH**
	Lagoa do Matias	0,03	0,04		**0,03**	**PERH**
	Pirpirituba	0,11			**0,11**	**PERH**
	São Sebastião	0,01	0,01		**0,01**	**PERH**
	Saulo Maia	0,33			**0,33**	**PERH**
	Sindô Ribeiro	0,03			**0,03**	**PERH**
	Suspiro	0,01			**0,01**	**PERH**
	Tauá	0,13	0,26		**0,13**	**PERH**
	Vaca Brava	0,06	0,13		**0,06**	**PERH**
SBH Médio Paraíba	Acauã	2,18	2,98		**2,18**	**PERH**
	José Rodrigues	0,10			**0,10**	**PERH**
	Milhã (Evaldo Gonçalves)	0,01	0,01		**0,01**	**PERH**
	Riacho de Santo Antônio	0,02	0,03		**0,02**	**PERH**
SBH Médio Piranhas	Baião	0,35	0,09	0,30	**0,35**	**PERH**
	Carneiro	0,44	0,47	0,20	**0,44**	**PERH**
	Engenheiro Arcoverde	0,24	0,22	0,15	**0,24**	**PERH**
	Escondido	0,20	0,12	0,15	**0,20**	**PERH**
	Riacho dos Cavalos	0,32	0,20	0,02	**0,20**	**PERH**
	Santa Rosa	0,11	0,23	0,02	**0,11**	**PERH**
	Tapera	0,16	0,09	0,11	**0,16**	**PERH**
SBH Peixe	Arrojado	0,03	0,06		**0,03**	**PERH**
	Cachoeira da Vaca	0,00			**0,00**	**PERH**
	Capivara	0,46	0,52	0,30	**0,46**	**PERH**
	Chupadouro I	0,04	0,02		**0,04**	**PERH**
	Gamela	0,01			**0,01**	**PERH**
	Lagoa do Arroz	0,87	0,73	0,56	**0,73**	**PERH**
	Paraíso (Luiz Oliveira)	0,06			**0,06**	**PERH**
	Pilões	0,23	0,31	0,03	**0,23**	**PERH**
SBH Piancó	Bom Jesus II	0,12	0,10	0,07	**0,12**	**PERH**
	Bruscas	0,36	0,35	0,40	**0,36**	**PERH**
	Cachoeira dos Alves	0,21	0,12	0,11	**0,21**	**PERH**
	Cachoeira dos Cegos	0,54	0,33	0,35	**0,35**	**Piranhas-Açu**
	Cafundó	0,00			**0,00**	**PERH**
	Catolé I	0,10	0,17	0,12	**0,10**	**PERH**
	Cochos	0,07			**0,07**	**PERH**
	Condado	0,23	0,19	0,26	**0,23**	**PERH**
	Curema-Mãe D'Água	12,38	9,16	10,53	**10,53**	**Piranhas-Açu**
	Emas	0,03	0,03		**0,03**	**PERH**
	Frutuoso II	0,06	0,02		**0,06**	**PERH**
	Glória	0,03	0,02		**0,03**	**PERH**
	Jatobá II	0,07	0,07		**0,07**	**PERH**
	Jenipapeiro (Buiú)	0,43	0,47	0,73	**0,43**	**PERH**
	Novo II	0,00			**0,00**	**PERH**
	Pimenta	0,01			**0,01**	**PERH**
	Piranhas	0,35	0,22	0,26	**0,35**	**PERH**
	Poço Redondo	0,20	0,44	0,34	**0,20**	**PERH**
	Queimadas	0,20	0,16	0,09	**0,20**	**PERH**
	Saco	0,70	0,52	0,77	**0,70**	**PERH**
	Santa Inês	0,18	0,15	0,14	**0,18**	**PERH**
	Serra Vermelha I	0,13	0,08	0,10	**0,13**	**PERH**
	Tavares II	0,00	0,09		**0,00**	**PERH**
	Timbaúba	0,09	0,10	0,11	**0,09**	**PERH**
	Vazante	0,20	0,14	0,15	**0,20**	**PERH**
	Video	0,05	0,02		**0,05**	**PERH**
SBH Seridó	Albino	0,03			**0,03**	**PERH**
	Bastiana	0,01			**0,01**	**PERH**

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Vazão regularizada ($Q_{90\%}$) (m^3/s)			Valor Recomendado (m^3/s)	Estudo de referência
		PERH	PERH-2006	Piranhas-Açu		
	Felismina Queiroz	0,02	0,00		**0,02**	**PERH**
	Sabonete	0,02	0,00		**0,02**	**PERH**
	Santa Luzia	0,10	0,05	0,17	**0,10**	**PERH**
	São Franscisco II	0,04			**0,04**	**PERH**
	São José IV	0,00	0,00		**0,00**	**PERH**
	São Mamede	0,12	0,02	0,05	**0,12**	**PERH**
	Várzea	0,00			**0,00**	**PERH**
	Várzea Grande	0,16	0,03	0,07	**0,16**	**PERH**
SBH Taperoá	Gurjão	0,01	0,00		**0,01**	**PERH**
	Lagoa do Meio	0,01	0,04		**0,01**	**PERH**
	Livramento (Russos)	0,02	0,00		**0,02**	**PERH**
	Mucutu	0,11	0,04		**0,11**	**PERH**
	Namorado	0,00			**0,00**	**PERH**
	Olivedos	0,02	0,01		**0,02**	**PERH**
	Serra Branca I	0,02	0,02		**0,02**	**PERH**
	Serra Branca II	0,00			**0,00**	**PERH**
	Soledade	0,13	0,16		**0,13**	**PERH**
	Taperoá II	0,33	0,12		**0,12**	**PERH**

2.1.3.3 Disponibilidade hídrica dos açudes interanuais

As disponibilidades hídricas dos açudes interanuais foram obtidas por meio do Diagrama Triangular de Regularização - DTR (Campos, 2005). O DTR, além de instrumento para o dimensionamento hidrológico, pode ser utilizado para análise de pequenos, médios e grandes reservatórios. Conforme Campos (2005), o método do DTR aborda o comportamento de um reservatório isolado, com afluentes anuais serialmente independentes. Para avaliar a vazão regularizável ($Q_{90\%}$) dos reservatórios interanuais, foram utilizadas as evaporações, como já citado no modelo chuva-vazão, as capacidades de armazenamento dos reservatórios interanuais, a altura dos barramentos, a delimitação da bacia hidrográfica definida segundo modelo digital de elevação e a vazão (lâmina escoada) de cada sub-bacia. Com a sequência a seguir, foram obtidas as vazões de regularização dos açudes interanuais:

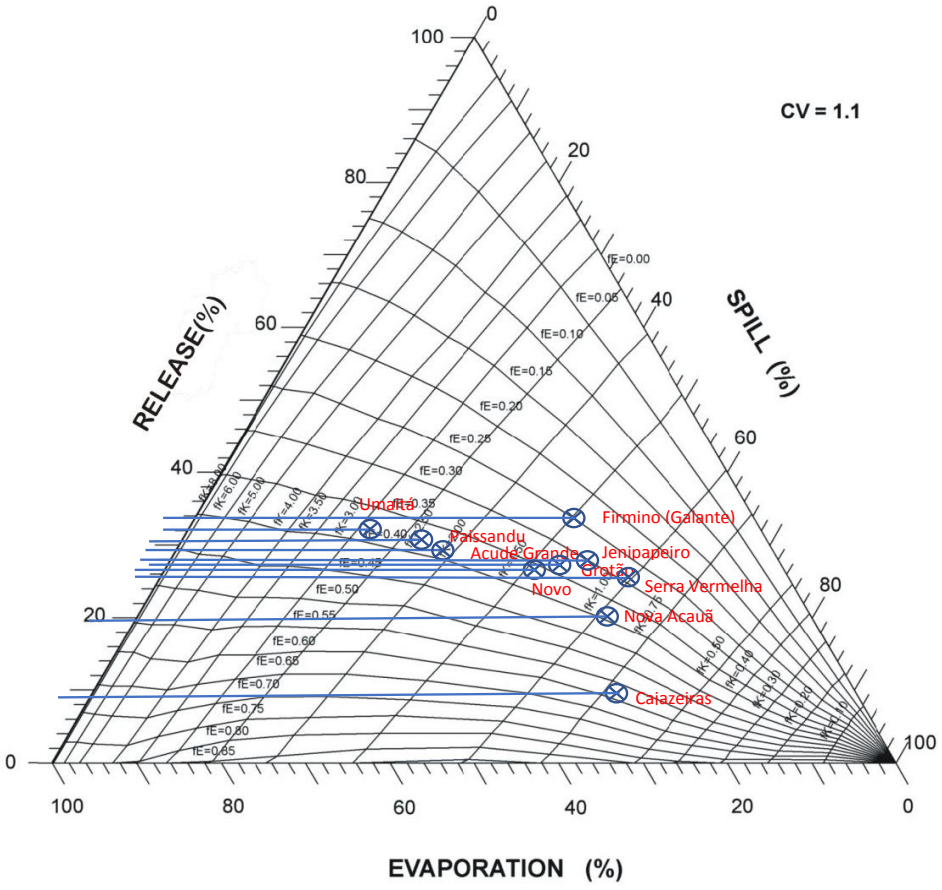
1. Delimitação da bacia hidrográfica do açude interanual/área da bacia hidrográfica;
2. Determinação da lâmina escoada por sub-bacia hidrográfica com uso do modelo SMAP;
3. Regionalização das vazões para o açude interanual, utilizando as áreas das bacias hidrográficas (A interanual/A sub-bacia)*Q sub-bacia;
4. Determinação do coeficiente de variação (CV) e seleção DTR correspondente;
5. Determinação do fator adimensional (fk), dado pela relação entre a capacidade e o volume afluente, ou seja, fK = Cap/ Vafl;
6. Estimativa do fator de forma da bacia hidráulica ‘α’, utilizando a equação V = α h3;
7. Estimativa da evaporação (EVP) durante a estação seca;
8. Determinação do fator adimensional de evaporação por meio da relação fE = (3α(1/3)/Vafl(1/3))EVP; e
9. Utilização do DTR com base nos valores de CV, fE e fK para estimativa da vazão regularizada com 90% de garantia (Q_{90}), usa-se a seguinte equação: Q_{90}=R/0,95, em que R

é o volume efetivamente regularizado, dado pela porcentagem da vazão liberada vezes a vazão média anual afluente ao reservatório (Vaflu), obtido do DTR.

A maioria dos açudes possui todos os dados, para estimar a vazão de regularização mediante DTR. Alguns poucos açudes não têm informações referentes à altura do barramento e, por conseguinte, foram utilizados os valores médios de 'α' da sub-bacia hidrográfica (SBH), em que se localizavam tais açudes.

A **Figura 2.48** mostra o DTR para os reservatórios localizados na SBH do Alto Piranhas. Observa-se, ao lado esquerdo, a vazão regularizada em porcentagem da vazão afluente média do reservatório.

Figura 2.48 – DTR para os reservatórios interanuais localizados na SBH do Alto Piranhas (Realease: % do volume liberado, Spill: % do volume sangrado, e Evaporation: % do volume evaporado)



A **Tabela 2.14** a seguir mostra o resumo das disponibilidades hídricas (vazão regularizável $Q_{90\%}$) dos açudes interanuais, agrupados por bacia hidrográfica:

Tabela 2.14 - Disponibilidade hídrica, em L/s, associada à garantia de 90% dos reservatórios interanuais.

Barragem	Bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Municipio	$Q_{90\%}$ (L/s)
Curimatã	Alto Rio Paraíba	Caraúbas	8
Ipueira	Alto Rio Paraíba	Camalaú	1
Juvêncio	Alto Rio Paraíba	Camalaú	-
Pocinhos	Alto Rio Paraíba	Monteiro	6
	Total da SBH do Alto Paraíba:		15
Açude Grande	Alto Rio Piranhas	Nazarezinho	5
Cajazeiras	Alto Rio Piranhas	Cajazeiras	10
Estourim(Estrondinho)	Alto Rio Piranhas	Aparecida	-
Firmino (Galante)	Alto Rio Piranhas	São José de Piranhas	17
Grotão	Alto Rio Piranhas	São Domingos de Pombal	28
Jenipapeiro I	Alto Rio Piranhas	Sousa	8
Nova Acauã	Alto Rio Piranhas	São Domingos de Pombal	1
Novo	Alto Rio Piranhas	Monte Horebe	7
Paissandu	Alto Rio Piranhas	São Domingos de Pombal	9
Serra Vermelha	Alto Rio Piranhas	Cajazeiras	15
Umaitá	Alto Rio Piranhas	São Domingos de Pombal	4
	Total da SBH do Alto Piranhas		103
Dos Reis	Baixo Rio Paraíba	Cruz do Espírito Santo	15
Ipanema	Baixo Rio Paraíba	Riachão do Poço	15
Itanhém	Baixo Rio Paraíba	Sapé	11
Pacatuba	Baixo Rio Paraíba	Sapé	42
	Total da SBH do Baixo Paraíba		83
Cacimba da Várzea	Curimataú	Solânea	111
	Total da BH Curimataú		111
Da Lama	Espinharas	Patos	20
Firmino Gayoso	Espinharas	Santa Teresinha	25
Flores	Espinharas	São José de Espinharas	32
Garrote	Espinharas	São José de Espinharas	21
Poços	Espinharas	Texeira	17
Queimadas	Espinharas	São José de Espinharas	8
Vale da Sela	Espinharas	São José de Espinharas	15
	Total da SBH do Espinharas		138
Santa Rita do Cais	Jacu	Sossêgo	6
	Total da BH Jacu		6
Araçagi	Mamanguape	Esperança	18
Maíra	Mamanguape	Mamanguape	19
Penha	Mamanguape	Mamanguape	15
Santíssimo II	Mamanguape	Mamanguape	1
	Total da BH do Mamanguape		53
Bodocongó	Médio Rio Paraíba	Campina Grande	4
Gangorra	Médio Rio Paraíba	Queimadas	5
Quixaba	Médio Rio Paraíba	Campina Grande	18
São Pedro	Médio Rio Paraíba	Campina Grande	12
	Total da SBH do Médio Paraíba		39
Aldeia	Médio Rio Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	19
Bom Jesus	Médio Rio Piranhas	Brejo do Cruz	23
Bonsucesso	Médio Rio Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	46
Catolezinho	Médio Rio Piranhas	Pombal	15
Mendonça	Médio Rio Piranhas	Catolé do Rocha	59
Mulungu Velho I	Médio Rio Piranhas	Paulista	7
Oriente	Médio Rio Piranhas	São Bento	11
Palha de baixo	Médio Rio Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	11
Serrote	Médio Rio Piranhas	São José do Brejo do Cruz	19

Barragem	Bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Municipio	$Q_{90\%}$ (L/s)
Soares	Médio Rio Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	5
Várzea do Roçado	Médio Rio Piranhas	Catolé do Rocha	16
	Total do Médio Rio Piranhas		232
do Verde	Médio Rio Piranhas	São Domingos de Pombal	2
	Total do Médio Rio Piranhas		2
Bom Jardim	Miriri	Capim	24
Curralinho	Miriri	Sapé	117
Sem Nome	Miriri	Sapé	30
	Total do BH do Rio Miriri		170
Escurinho	Peixe	Bom Jesus	2
Floresta	Peixe	Sousa	13
Poço Dantas	Peixe	Poço Dantas	19
Roça Nova	Peixe	Lastro	7
Serra Branca	Peixe	Vieirópolis	13
	Total da SBH do Rio do Peixe		55
Albino-Imaculada	Piancó	Imaculada	8
Antônio do Alumínio	Piancó	Catingueira	8
Cipó	Piancó	Curral Velho	1
Currais Novos	Piancó	Curral Velho	1
Gravatá	Piancó	Diamante	25
Macapá	Piancó	Princesa Isabel	6
Pedra Branca	Piancó	Pedra Branca	1
Pelo Sinal	Piancó	Manaíra	5
Riacho Verde	Piancó	Boa Ventura	6
Serrote Branco	Piancó	Santa Teresinha	1
Socorro	Piancó	Olho d'Água	2
	Total do Piancó		67
Caldeirão	Seridó	Pedra Lavrada	5
	Total do Seridó		5
Cruz de Pocinhos	Taperoá	Pocinhos	2
Lagoa de Cima	Taperoá	Serra Branca	-
Salitre	Taperoá	Livramento	3
	Total do Taperoá		**5**
	Total Geral		**1.083**

Os dados detalhados de cada açude interanual, com os parâmetros obtidos, junto aos DTR para cada bacia hidrográfica, podem ser encontrados no anexo digital.

2.1.3.4 Sintetização dos resultados para as bacias/sub-bacias hidrográficas

2.1.3.4.1 - Potencialidades hídricas superficiais

Para as diversas bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs), as potencialidades fluviais foram calculadas, aplicando a metodologia proposta, ou seja, utilizando as vazões ou a lâmina escoada nas bacias, por meio modelo chuva-vazão. A **Tabela 2.151** mostra a disponibilidade média anual natural em hm³, utilizando o modelo chuva-vazão SMAP, aplicado para as BHs/SBHs, considerando a não existência de reservatórios nas BHs/SBHs.

Tabela 2.15 - Potencial hídrica superficial e rendimento para as bacias/sub-bacias hidrográficas.

Bacia/Sub-bacia hidrográfica(BH/SBH)	Código	Potencialidades PERH (hm^3/ano)	Rendimento PERH (%)
SBH Piancó	63	775	9%
SBH Espinharas	61	275	14%
SBH Médio Piranhas	66	495	14%
SBH Alto Piranhas	65	275	12%
SBH Sérido (Ocidental+Oriental)	641+642	101	6%
SBH Peixe	62	291	10%
SBH Alto Paraíba	73	168	5%
SBH Médio Paraíba	74	83	4%
SBH Baixo Paraíba	71+72	362	8%
SBH Taperoá	75	112	4%
BH Jacu	3	24	4%
BH Curimataú	5	61	3%
BH Gramame	10	291	37%
BH Abiaí	9	473	46%
BH Miriri	11	202	37%
BH Mamanguape	21+22	711	16%
BH Camaratuba	101+102	234	27%
BH Guaju	12	102	45%
BH Trairi	4	7	9%

Em comparação com os dados obtidos no PERH 2006, os resultados mostram algumas diferenças (**Tabela 2.16**). Observa-se que as maiores diferenças estão nas BH/SBH do Médio Piranhas e Guaju. Em relação à SBH do Médio Piranhas, o valor do PERH 2006 representa um rendimento de apenas 4%, muito inferior a todas as SBHs da bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. Por exemplo, a SBH do Alto Piranhas possui uma área da bacia hidrográfica menor, mas com uma potencialidade hídrica maior, em comparação com a SBH do Médio Piranhas, o que leva à conclusão que o valor do PERH 2006 precisa ser corrigido. Também a BH do Guaju, localizada no litoral paraibano, representa, conforme o PERH 2006, um rendimento de apenas 1%, um valor incompatível, considerando que as bacias no litoral representam, normalmente, um rendimento acima de 30%. Desse modo, sugere-se a alteração das potencialidades hídricas da BH do Guaju e do SBH do Médio Piranhas, na atualização do PERH. As outras estimativas de potencialidades das (BHs/SBHs) possuem uma variação em todos os estudos (plano de bacias e PERH 2006), devido às diferenças na metodologia adotada e incerteza sobre os dados, principalmente, no que se refere às alterações antrópicas, nas bacias hidrográficas, as quais impactam o estado natural da bacia hidrográfica e a potencialidade hídrica.

Tabela 2.16 – Comparação da potencialidade superficial PERH 2006 e PERH

Bacia/Sub-bacia hidrográfica(BH/SBH)		Potencialidade hídrica superficial (hm³/ano)		
	Código	PERH 2006	PERH	Diferença (%)
SBH Piancó	63	713	775	9%
SBH Espinharas	61	147	275	87%
SBH Médio Piranhas	66	143	495	245%
SBH Alto Piranhas	65	247	275	12%
SBH Sérido (Ocidental+Oriental)	641+642	142	101	-29%
SBH Peixe	62	425	291	-32%
SBH Alto Paraíba	73	203	168	-17%
SBH Médio Paraíba	74	148	83	-44%
SBH Baixo Paraíba	71+72	529	362	-32%
SBH Taperoá	75	114	112	-2%
BH Jacu	3	47	24	-49%
BH Curimataú	5	81	61	-24%
BH Gramame	10	300	291	-3%
BH Abiaí	9	344	473	38%
BH Miriri	11	222	202	-9%
BH Mamanguape	21+22	555	711	28%
BH Camaratuba	101+102	104	234	125%
BH Guaju	12	3	102	3955%
BH Trairi	4	16	7	-57%

Os resultados também foram comparados com os valores obtidos no plano da bacia hidrográfica Piranhas-Açu (**Tabela 2.17**). Em geral, os rendimentos das bacias/sub-bacias hidrográficas, utilizando as vazões naturais são compatíveis com os outros planos. Por exemplo, a comparação com os dados do plano do Piranhas-Açu mostra valores semelhantes, entretanto com diferenças que se justificam, sobretudo, devido às diferenças nas áreas das bacias hidrográficas utilizadas e aos valores médios de precipitação na bacia hidrográfica. Por exemplo, o plano da Bacia do Piranhas-Açu utilizou as áreas das sub-bacias hidrográficas, inseridas em outro Estado (RN), ou seja, sua disponibilidade natural representa uma área de drenagem maior.

Tabela 2.17 – Comparação das potencialidades hídricas dos planos do Piranhas-Açu e do PERH

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Código	Disponibilidade Natural Superficial (hm³/ano)			Área das sub-bacias hidrográficas(SBH) (km²)			Precipitação (mm)		Rendimento (%)	
		Piranhas-Açu	PERH	Dif. (%)	Piranhas-Açu	PERH	Dif. (%)	PERH	Piranhas-Açu	Piranhas-Açu	PERH
Piancó	63	1.250	775	-38%	9.211	9.232	0%	863	923	15%	10%
Espinharas	61	239	275	15%	3.291	2.892	-12%	699	738	10%	14%
Médio Piranhas	66	601	495	-18%	5.140	4..484	-13%	789	908	13%	14%
Alto Piranhas	65	361	275	-24%	2.563	2.591	1%	906	937	15%	12%
Sérido	641+642	435	101	-77%	9.915	3.445	-65%	520	639	7%	6%
Peixe	62	423	291	-31%	3.431	3.419	0%	846	919	13%	10%

2.1.3.4.2 - Disponibilidades hídricas superficiais

A disponibilidade hídrica compõe a parcela da potencialidade hídrica, ativada pela interferência do homem para o seu aproveitamento. Utilizando os resultados das seções anteriores, são sintetizadas as disponibilidades hídricas superficiais para as bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs). A **Tabela 2.18** exibe um comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas, do PERH/2020 com o PERH/2006, utilizando as mesmas estimativas de Albuquerque e Rego (1998), ou seja, uma disponibilidade máxima para a

região semiárida de 40% do potencial hídrico, para a zona de transição de 50% (como por exemplo a BH do Camaratuba) e de 60% para as BHs localizadas na região do litoral. Como já observado nas potencialidades hídricas, as disponibilidades máximas são impactadas pelas premissas adotadas na metodologia, portanto existem variações da disponibilidade máxima, nas bacias/sub-bacias hidrográficas (conforme exibido nas colunas 2 e 3 da **Tabela 2.18**). Para as disponibilidades atuais são utilizadas as vazões regularizáveis dos reservatórios estratégicos, interanuais e de pequenos açudes das bacias hidrográficas. Na disponibilidade dos reservatórios com capacidade de regularizar uma vazão, é acrescentada a disponibilidade hídrica dos pequenos açudes. Apesar desses não terem nenhuma capacidade de regularização, os pequenos açudes são utilizados durante parte da estiagem, a cada ano, para suprirem o abastecimento de demandas difusas (abastecimento humano de populações rurais, dessentenção animal e irrigação), sendo suas disponibilidades consideradas como 30% de suas respectivas capacidades de armazenamento. Além disso, são acrescentadas as vazões regularizáveis (Q_{90}), para as BHs/SBHs do litoral com rios perenes (aquífero sedimentar). Os valores foram comparados com as disponibilidades atuais do PERH 2006 (**Tabela 2.18**).

Tabela 2.18 – Comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm³/ano) e atuais nas Bacias/Sub-bacias hidrográficas do Estado.

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Disponibilidades máximas (hm³/ano)		Disponibilidades atuais (hm³/ano)			
	PERH	PERH 2006	Reserv./ regularização superficial estrat., interanual, pequenos PERH	Q_{90} rio perene (litoral)	Totais atuais PERH	Totais atuais PERH 2006
BH Abiaí	284	344	0	106	106	36
SBH Alto Paraíba	90	203	96	0	96	80
SBH Alto Piranhas	147	247	80	0	80	57
SBH Baixo Paraíba	289	529	9	84	93	77
BH Camaratuba	117	104	0	44	44	13
BH Curimataú	33	81	11	0	11	8
SBH Espinharas	147	147	26	0	26	5
BH Gramame	146	300	22	55	77	148
BH Guaju	41	3	0	22	22	22
BH Jacú	13	47	3	0	3	6
BH Mamanguape	379	555	88	66	153	102
SBH Médio Paraíba	44	148	55	0	55	63
SBH Médio Piranhas	264	143	37	0	37	13
BH Miriri	101	222	5	36	41	29
SBH Peixe	155	425	38	0	38	24
SBH Piancó	413	713	389	0	389	280
SBH Seridó	54	142	8	0	8	0
SBH Taperoá	60	114	10	0	10	6
BH Trairi	4	16	0	0	0	0

Observam-se algumas diferenças, principalmente, impactadas pela quantidade de açudes estratégicos e pela respectiva vazão regularizável. A SBH do Alto Paraíba, por exemplo, mostra que a disponibilidade hídrica atual ultrapassou a estimativa da disponibilidade máxima, ou seja, será difícil ativar mais disponibilidades (construção de reservatórios) nessa SBH. Igualmente, a BH do Gramame tem sua disponibilidade atual nos limites da sua capacidade.

2.1.3.5 Considerações finais para a fase de planejamento

Os valores de vazão regularizada, associada à garantia de disponibilidade hídrica de 90%, recomendados na **Tabela 2.18**, podem ser utilizados para fins de planejamento, sendo tais

valores conservativos em relação ao PERH de 2006 e ao Plano do Piranhas-Açu de 2013 (para os reservatórios estratégicos na região).

Como foi constatado que cerca de 77% dos reservatórios estratégicos contém falhas de dados referentes à algumas características físicas, como a extensão e altura da barragem principal, e o tipo, a cota da soleira e a largura do vertedor principal, recomenda-se que sejam realizados levantamentos de campo, para a aferição de tais características físicas dos reservatórios.

2.2 DISPONIBILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

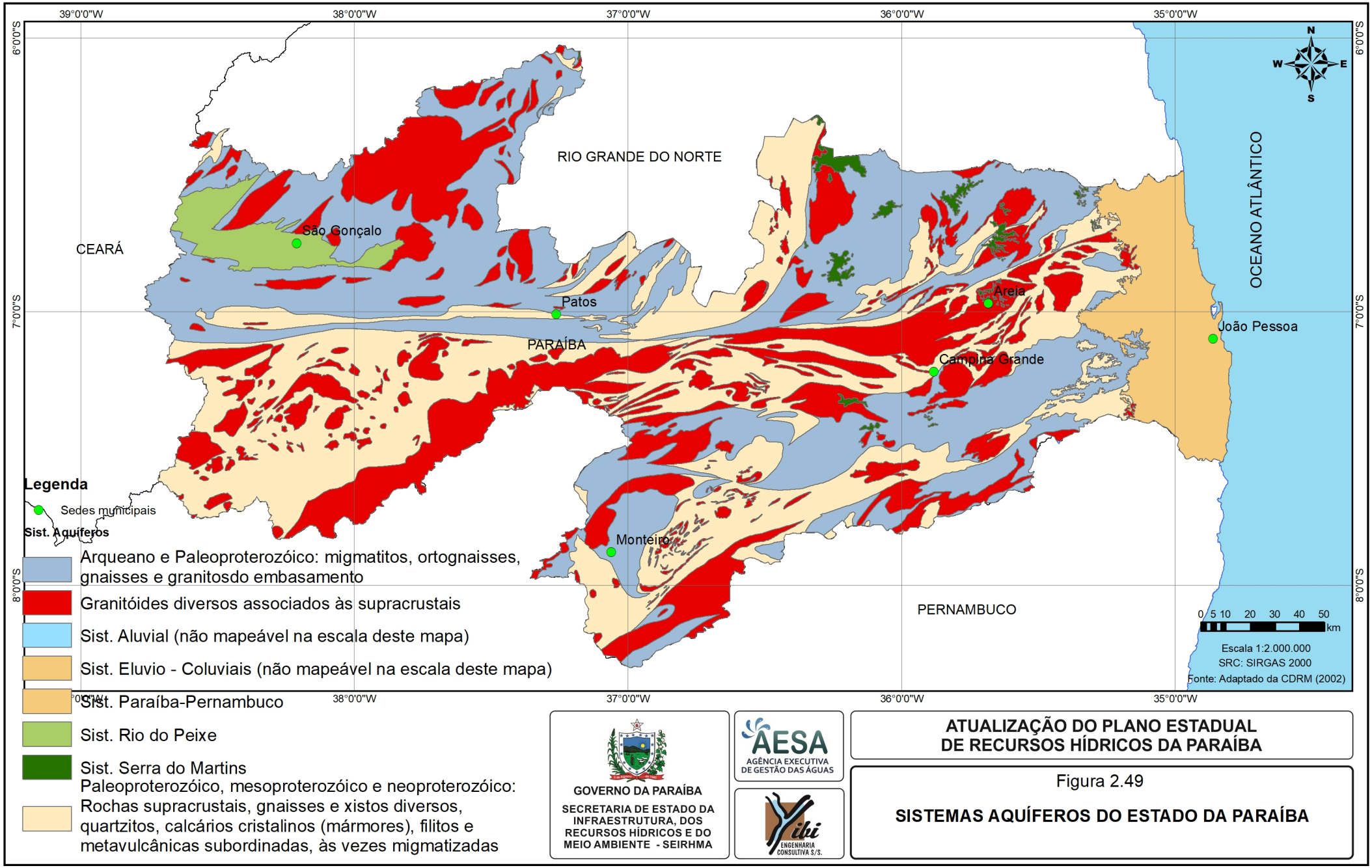
2.2.1 Introdução

Este item trata do levantamento de dados e de informações para a reavaliação das disponibilidades e potencialidades hídricas das águas subterrâneas, apresentadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) de 2006.

Desde a realização dos estudos do PERH-PB (2006), até o presente momento, o único levantamento realizado no, Estado da Paraíba, sobre as águas subterrâneas foi por meio do "Estudo da Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba", realizado pela AESA (2010). O estudo das Vertentes Litorâneas, juntamente ao PERH de 2006, são as principais fontes utilizadas na pesquisa realizada nesta seção do plano. O estudo das Vertentes Litorâneas foi o mais importante entre os dois, tendo em vista que foi realizada uma atualização considerável de informações sobre as águas subterrâneas. Porém, a atualização realizada com esse estudo das Vertentes Litorâneas foi restrita, apenas, à região litorânea da Paraíba, incluindo informações sobre medições e testes realizados em campo. Ademais, foram também realizadas pesquisas em órgãos dos governos Federal e Estadual, para levantamento complementar de dados para a quantificação dos poços e suas respectivas características. Os levantamentos realizados revelaram a forma com que as águas subterrâneas são tratadas, nos dois níveis de governo (Federal e Estadual), uma vez que: (i) as informações são escassas e de difícil acesso; (ii) estão desencontradas e (iii) a base de dados não é única. Tudo isso dificultou a análise realizada nessa atualização, salientando-se que as águas subterrâneas, embora de domínio estadual, também são geridas por órgãos federais, como é o caso da ANA e CPRM.

2.2.2 Caracterização geral

De acordo com o PERH (2006), as águas subterrâneas, no Estado da Paraíba, pode ser dividida em seis diferentes sistemas aquíferos, são eles: (i) o Cristalino; (ii) o Rio do Peixe; (iii) o Paraíba-Pernambuco; (iv) o Serra dos Martins; (v) o Aluvial e (vi) o Elúvio-coluvial. O mapa da **Figura 2.49** apresenta a distribuição espacial desses seis sistemas aquíferos, presentes no Estado da Paraíba. Esse mapa é o mesmo encontrado no PERH-PB de 2006, tendo em vista que nenhuma atualização foi realizada, desde então. Ademais, esses sistemas não se modificam em períodos de tempo curtos ou médios, sendo também adotados para a atualização do PERH-PB (2006).



GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.49

SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DA PARAÍBA

O **Sistema Aquífero Cristalino** é constituído por três mega-associações litoestratigráficas: 1) rochas constituintes do embasamento do Sistema Cristalino, de idades Arqueana e/ou Paleoproterozóica, representadas por migmatitos, ortognaisses e granitóides diversos; 2) rochas constituintes de coberturas supracrustais, de idades Paleozóica, Mesozóica e Neoproterozóica, representadas por metassedimentos diversos, com predominância de xistos e, subordinadamente, por outros metasedimentos, como quartzitos, meta-arcósios, filitos, calcários cristalinos (mármores) e outras rochas calco-silicáticas e 3) os granitóides diversos (granitos, granodioritos, dioritos etc), que penetram as referidas rochas supracrustais ou estão, geneticamente, associados à respectiva origem, por meio do processo de migmatização. Esse sistema ocupa uma área de cerca de 49.000 km², a qual corresponde a aproximadamente 87% da área estadual. O Sistema Cristalino está totalmente inserido na região semiárida do Estado, tendo os seus recursos repartidos entre as bacias hidrográficas do Piranhas, Paraíba, Jacu, Curimataú, Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Gramame. Em termos de área, a participação do Cristalino é mais significativa, nas bacias dos Rios Piranhas, Paraíba, Jacu, Curimataú e Mamanguape, ocupando áreas menores nas demais bacias. Em relação às regiões naturais, o Sistema Cristalino apenas não ocorre na faixa litorânea do Estado, mas está presente na constituição hidrogeológica das demais regiões, desde o Agreste até o Sertão, passando pelas regiões do Cariris, Curimataú e Brejo.

O **Sistema Aquífero Rio do Peixe** ocupa uma área de 1.340 km², no extremo Noroeste do Estado, englobando os municípios de São João do Rio do Peixe, Uiraúna, Santa Helena, Triunfo e Sousa. As informações disponíveis, assim como os estudos geológicos já realizados, permitem, contudo, classificar o Sistema Rio do Peixe como do tipo multi-aquífero, sendo constituído de 4 níveis hidraulicamente interconectados, sendo eles: o Antenor Navarro, o Sousa Superior, o Rio Piranhas e o aquífero Aluvial.

O **Sistema Aquífero Serra dos Martins** está contido na formação lito-estratigráfica de mesmo nome, sendo constituído de arenitos finos, médios e grosseiros, pela ordem de predominância, com intercalações de argilitos, em camadas de espessuras e profundidades de ocorrência variáveis. Esse sistema é, por condicionamento geomorfológico, espacialmente descontínuo, ocorrendo nas "serras" de Areia, Solânea, Araruna, Bom Bocadinho e Cuité/Nova Floresta, localizadas nos municípios paraibanos homônimos. No domínio territorial do Estado da Paraíba, não ultrapassa mais que 200 km², o que representa 0,35% do Estado, assim distribuído: Cuité, 60 km²; Araruna, 50 km²; Solânea, 20 km²; Areia, 15 km² e Bom Bocadinho, 15 km². A espessura total dos sedimentos varia muito, em cada uma dessas frações aquíferas. Na exposição de Cuité/Nova Floresta, essa espessura varia entre 19 e pouco mais de 50 metros. Os recursos hídricos subterrâneos desse sistema são drenados para as bacias hidrográficas dos Rios Jacu e Curimataú.

O **Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco** ocupa uma área de cerca de 3.400 km², na região litorânea do Estado, na porção leste. Tem por arcabouço as formações que compõem a bacia sedimentar homônima. De acordo com as características hidro-estratigráficas e hidrostáticas, os aquíferos da bacia costeira, de uma maneira geral, podem ser reunidos em dois subsistemas distintos. O primeiro é o subsistema livre, contido predominantemente no grupo Barreiras e, eventualmente, nos sedimentos não consolidados do Quaternário (sedimentos de praia, dunas e aluviões) que sobrepõem a formação Barreiras. Mais restritamente, nos calcários sotopostos da formação Gramame, podendo englobar, ainda, embora que localmente, os arenitos calcíferos da formação Beberibe superior, também chamada formação Itamaracá. O segundo é o subsistema confinado, contido nos arenitos quartzozos e/ou calcíferos da formação Beberibe/Itamaracá, cujo nível confinante superior é variável, ora representado pelas margas da formação Gramame, ora pelos níveis argilosos inferiores da formação Guararapes do grupo

Barreiras, ora por lentes argilosas ou de folhelhos, que ocorrem no topo da formação Beberibe superior (formação Itamaracá), e cujo nível impermeável inferior é, invariavelmente, o substrato cristalino Pré-Cambriano. Os recursos hídricos desse sistema se repartem entre as bacias hidrográficas que drenam as regiões litorâneas dos rios Abiaí, Gramame, Paraíba (baixo curso), Miriri, Mamanguape (baixo curso), Camaratuba (médio e baixo cursos) e Guaju.

O **Sistema Aquífero Aluvial**, assim entendido por ocorrem isoladamente, fora do contexto de outras formações sedimentares, está contido nos depósitos de natureza fluvial atuais e sub-atuais, que atapetam leitos e, às vezes, margens dos rios e riachos das bacias hidrográficas que drenam o território paraibano, inclusive, a sua parte semiárida. Ocupa uma área de cerca de 4.100 km², descontinuamente distribuída sobre o embasamento cristalino. Formam um sistema aquífero do tipo livre, espacialmente descontínuo, com fortes ligações hidrológicas e hidráulicas com o sistema hidrográfico a ele sobreposto. São compostos de sedimentos detríticos, de granulometria variada, incoerentes, heterogêneos, extremamente porosos e francamente permeáveis, mais arenosos na bacia do Piranhas, mais argilosos nas demais. Em razão das íntimas ligações com o sistema hidrográfico, o comportamento hidráulico dos aquíferos aluviais, em termos de recarga, circulação e descarga, é ditado por essas ligações.

O **Sistema Aquífero Eluvial-Coluvial** ocorre nas encostas de elevações festonadas, principalmente, na bacia do Rio Piranhas. Nas bacias dos Rios Paraíba e Mamanguape, ele se instala onde o relevo é mais acidentado. São comuns os "olhos d'água", localizados nas bases das reentrâncias das elevações, que nada mais são que as áreas de descarga desse pequeno e descontínuo sistema aquífero. Seu arcabouço geológico é constituído por um material rochoso, de natureza cristalina, disposto em blocos de granulometria grosseira e variada, resultantes da intemperização mecânica das rochas ígneas e metamórficas formadoras das elevações (granitos, migmatitos e gnaisses), alguns dos quais rolam encostas abaixo, sob a ação da gravidade, acumulando-se nas faldas dessas serras. É o capeamento elúvio-coluvial onde, sob condições especiais morfológicas, se instala o sistema que, eventualmente, pode ter ligação hidráulica com o sistema Aluvial.

2.2.3 Levantamento de informações e cadastro de poços

O levantamento de dados para a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) teve como base as seguintes fontes de dados: (i) Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM); (ii) Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (RIMAS), também da CPRM; e (iii) banco de dados da AESA, obtido via Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (SNIRH/ANA). Para informações gerais sobre os sistemas aquíferos, utilizou-se, ainda, o Estudo das Vertentes Litorâneas, o estudo mais atualizado e detalhado sobre os sistemas aquíferos de águas subterrâneas, já realizado no Estado da Paraíba, mas que possui uma limitação geográfica de cobertura.

2.2.4 Principais informações advindas do Estudo da Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba, de 2010

O Estudo das Vertentes Litorâneas, iniciado em 2007 e publicado em 2010, teve por objetivo o conhecimento do comportamento hidrogeológico da bacia sedimentar Pernambuco-Paraíba, localizada na região costeira do Estado. A área de abrangência do estudo é de 3.400 km², e teve por finalidade dimensionar os recursos explotáveis de água subterrânea, para os distintos usos a que são destinadas, na atualidade e no futuro. Para tanto, o estudo foi dividido em

cinco etapas principais: (i) cadastro de poços, realizado a partir das bases de dados de empresas públicas, que atuam na gestão ou perfuração de poços, e de empresas privadas, que perfuram poços nessa região; (ii) seleção de 83 poços para a medição do nível estático e nivelamento desses poços com GPS de precisão; (iii) coleta de amostras d'água, em mais de 50 poços para a análise de parâmetros físico-químicos da água subterrânea; (iv) melhor definição da estrutura geológica da área de estudo, a partir de 27 ensaios de geofísica por eletrorresistividade e (v) realização de 11 ensaios de bombeamento.

Os principais resultados do Estudo das Vertentes Litorâneas são apresentados a seguir:

- O cadastro de poços levantou 1.399 poços, mas o estudo ressalta que "o número de poços cadastrados representa, apenas, uma amostragem bem representativa, uma vez que, praticamente, não foram incluídos os poços rasos (com menos de 20 m de profundidade) e que existem em grande número, em edifícios condominiais e casas residenciais." O estudo afirma ainda que o número real de poços, nessa região, seja de aproximadamente 3 mil para a época do estudo;
- O mapa potenciométrico feito, a partir dos dados levantados no estudo, comparado a um outro realizado em 1975, apontou para a existência de cotas negativas que chegam a 36 metros, respaldada por medições de campo, as quais constataram rebaixamentos na ordem de 40 metros. Esse mapa mostrou ainda a inversão do fluxo das águas subterrâneas de leste para oeste, mas que não significa um avanço da cunha salina no aquífero, o que foi confirmado pela não presença de salinização da água, nos poços mais próximos ao litoral. Porém, o estudo ressalta a importância de realização de um estudo mais específico para a localização da interface, entre água doce e água salgada, o que permitirá a definição de critérios para a exploração sustentável;
- O estudo geofísico realizado chegou a diversas conclusões, dentre as quais listamos algumas, nos seguintes termos: : (i) O estudo por eletroresistividade, na área investigada, alcançou os seus principais objetivos, ou seja, a estimativa da profundidade ao topo do substrato cristalino e a elucidação sobre a presença de estruturas geológicas; (ii) os arenitos da Formação Beberibe foram encontrados em todas as sondas elétricas realizadas, entretanto, em algumas delas, não foi possível identificar o substrato cristalino;
- O estudo estimou, a partir de onze testes de bombeamento realizados, na área de estudo, os coeficientes hidrodinâmicos que caracterizam os aquíferos: transmissividade, condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento. Apenas dois testes foram realizados com o monitoramento em poços de observação. Dessa forma, os valores obtidos, no estudo das Vertentes Litorâneas, são analisados e comparados com os três outros estudos de referência, mas com muita cautela. Por exemplo, os valores médios calculados, às vezes, apresentam intervalos de variação da ordem de 80 vezes, ditos não representativos. Ao final, chegaram a valores denominados de representativos para os sistemas Barreiras (transmissividade de 150 m^2/d, condutividade hidráulica de 8,6 mm/d e coeficiente de armazenamento de $5,0 \times 10^{-2}$) e Beberibe (transmissividade de 140 m^2/d, condutividade hidráulica de 2,3 mm/d e coeficiente de armazenamento de $1,5 \times 10^{-4}$).

2.2.5 Coleta de informações sobre poços perfurados

A coleta de informações sobre os poços existentes, no Estado da Paraíba, resultou em 19.240 poços cadastrados, no sistema SIAGAS, até dezembro de 2017, 1.370 poços cadastrados, no Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos (SNIRH), e 30 poços cadastrados no sistema do Programa Água Doce. O maior problema desses três bancos de dados são dois. O primeiro é a aparente falta de consistência, pois não há um único código para cada poço, o que não permitiu verificar se um poço está cadastrado, ao mesmo tempo, nos 3 bancos de dados. O segundo é a falta de informações necessárias para a avaliação da demanda por sistema aquífero, por setor usuário, regras de operação do poço, entre outras informações.

As **Figuras 2.50**, **2.51** e **2.52** mostram poços cadastrados no SIAGAS, na AESA e no Programa Água Doce.

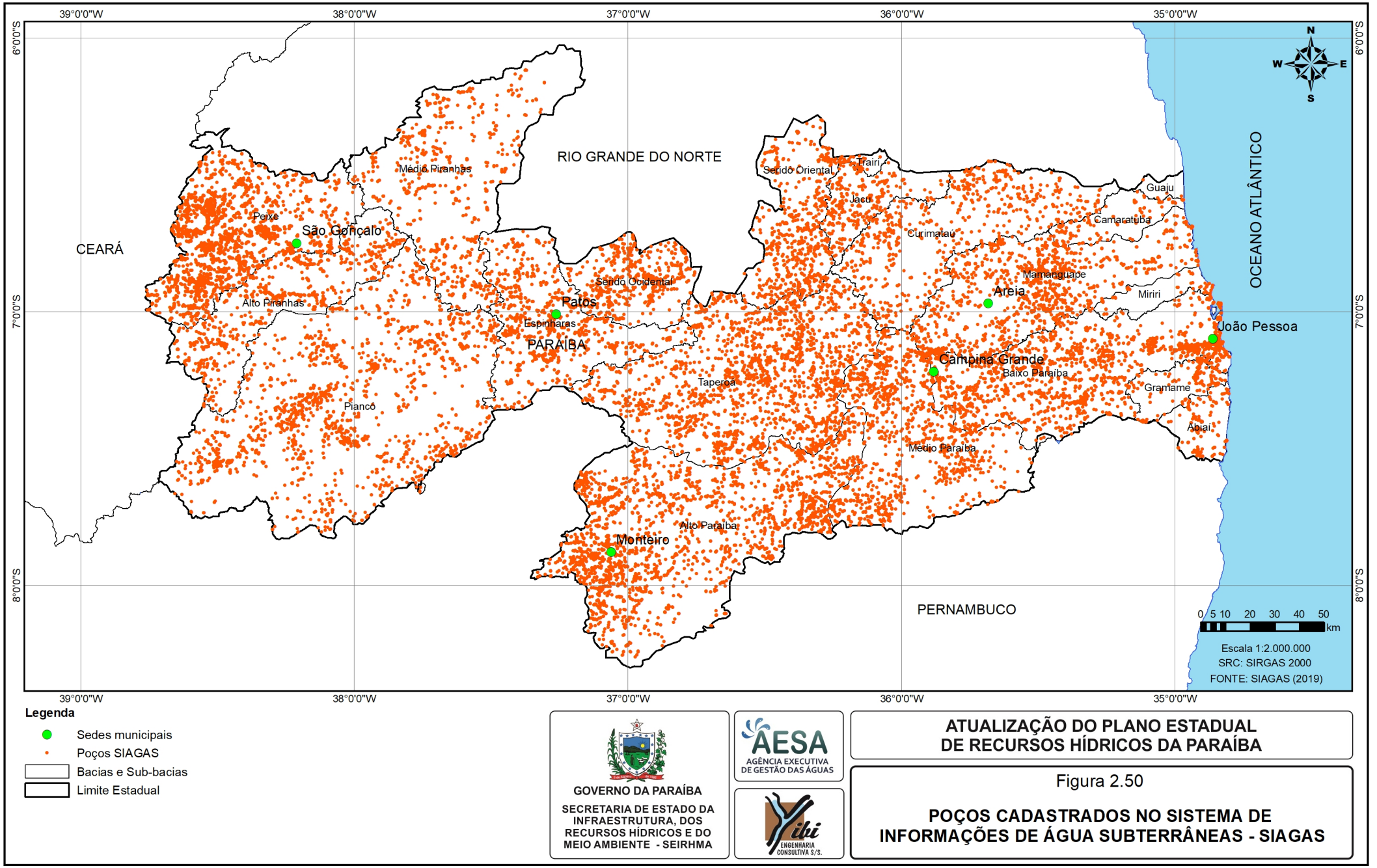
2.2.6 Rede de monitoramento das águas subterrâneas

O monitoramento das águas subterrâneas, no Estado da Paraíba, é realizado apenas pela CPRM, a partir de quatro poços instalados no aquífero confinado, na região litorânea, mais precisamente nos municípios de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux. Na Tabela 2.24, podem ser vistos os quatro poços da rede de monitoramento do RIMAS (Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas). Observa-se que o poço de monitoramento de Bayeux foi desativado, em 2013. Assim, vê-se que o período de monitoramento dos três poços ativos não chega a ultrapassar os 8 anos ininterruptos de monitoramento. (**Tabela 2.19 e Figura 2.53**)

Tabela 2.19 - Poços da rede de monitoramento do RIMAS - Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas, na Paraíba.

Código do Ponto	Município	Localidade	Latitude	Longitude	Início do monitoramento	Situação do monito-ramento
2600008444	Cabedelo	PRAIA FORMOSA	-6,97167	-34,8325	17/11/2011	Ativo
2600047473	João Pessoa	CONJUNTO JOSÉ VIEIRA DINIZ	-7,17444	-34,9111	16/11/2011	Ativo
2600047476	João Pessoa	MANGABEIRA II	-7,18194	-34,8433	18/11/2011	Ativo
2600047480	Bayeux	ALTO DA BOA VISTA	-7,13389	-34,9389	18/11/2011	Desativado em 2013

As quatro **Figuras 2.54, 2.55, 2.56** e **2.57** apresentam as variações diárias dos níveis estáticos dos quatro poços de monitoramento da RIMAS, nas quais são identificados períodos com variações entre 6 e 28 meses, sem medições em todos os poços de monitoramento.



Legenda

- Sedes municipais
- Poços SIAGAS
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA

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

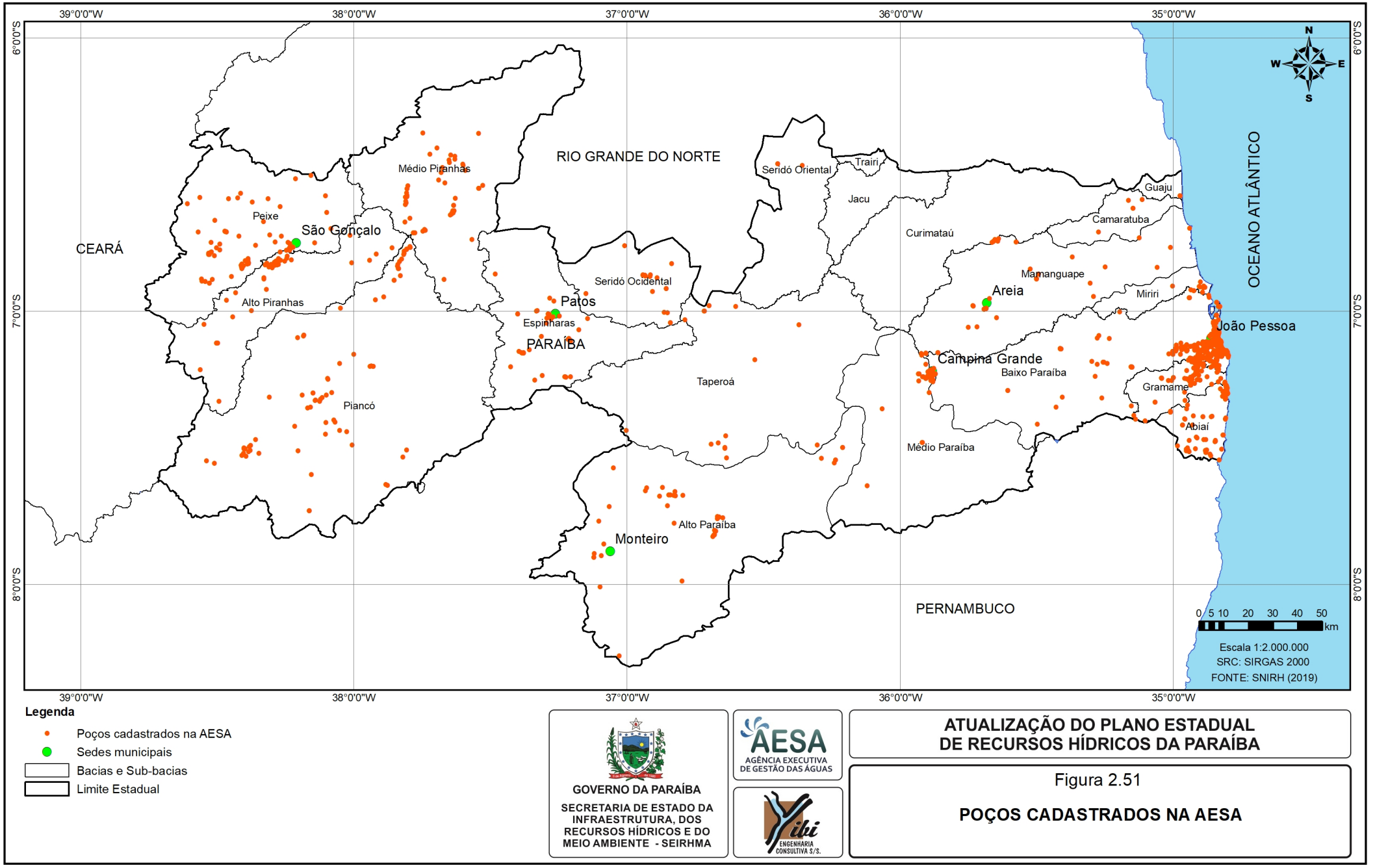
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.50

POÇOS CADASTRADOS NO SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS - SIAGAS



Legenda

- Poços cadastrados na AESA
- Sedes municipais
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA

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

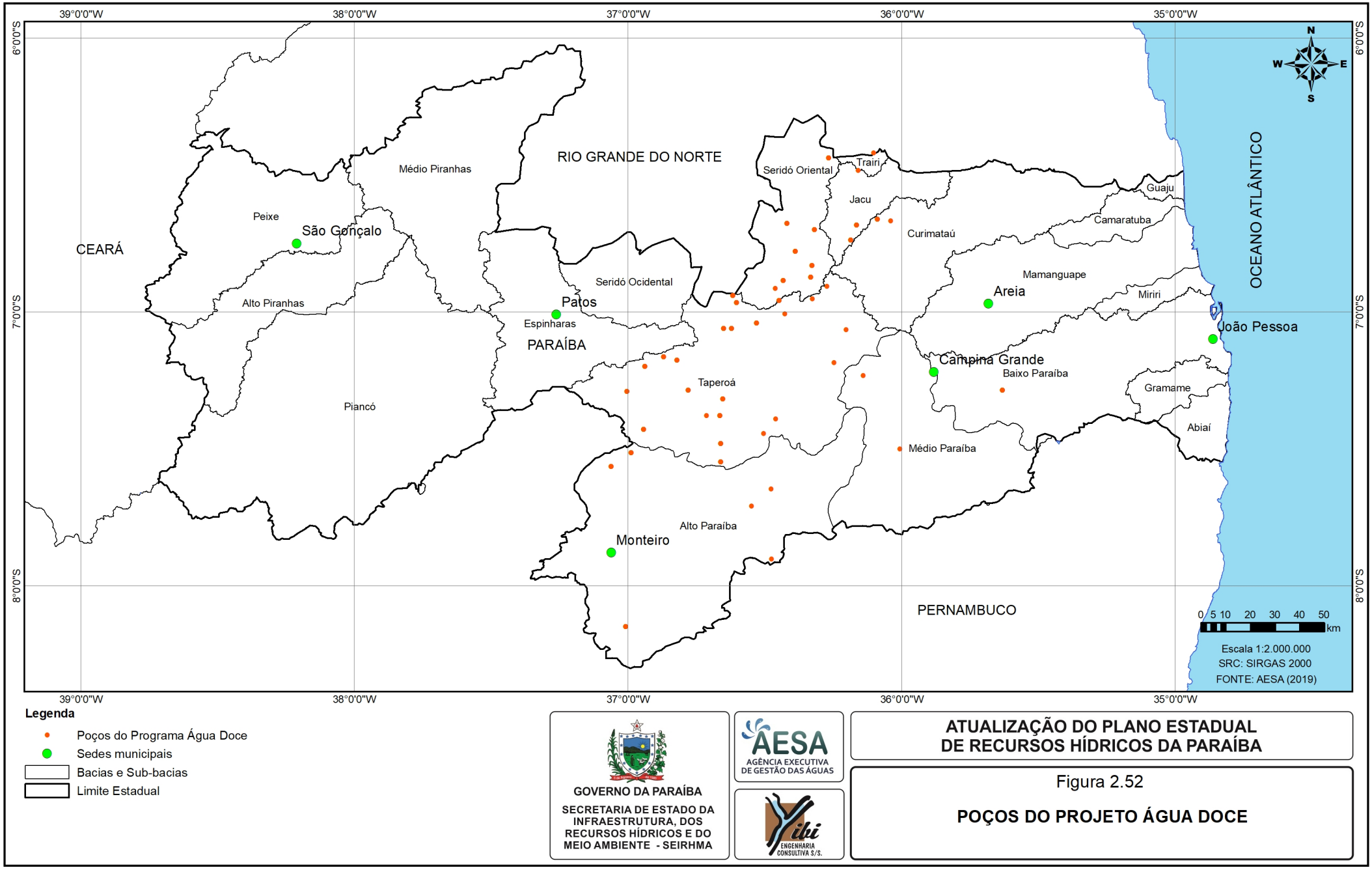
AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.51

POÇOS CADASTRADOS NA AESA



Legenda

- Poços do Programa Água Doce
- Sedes municipais
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA

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

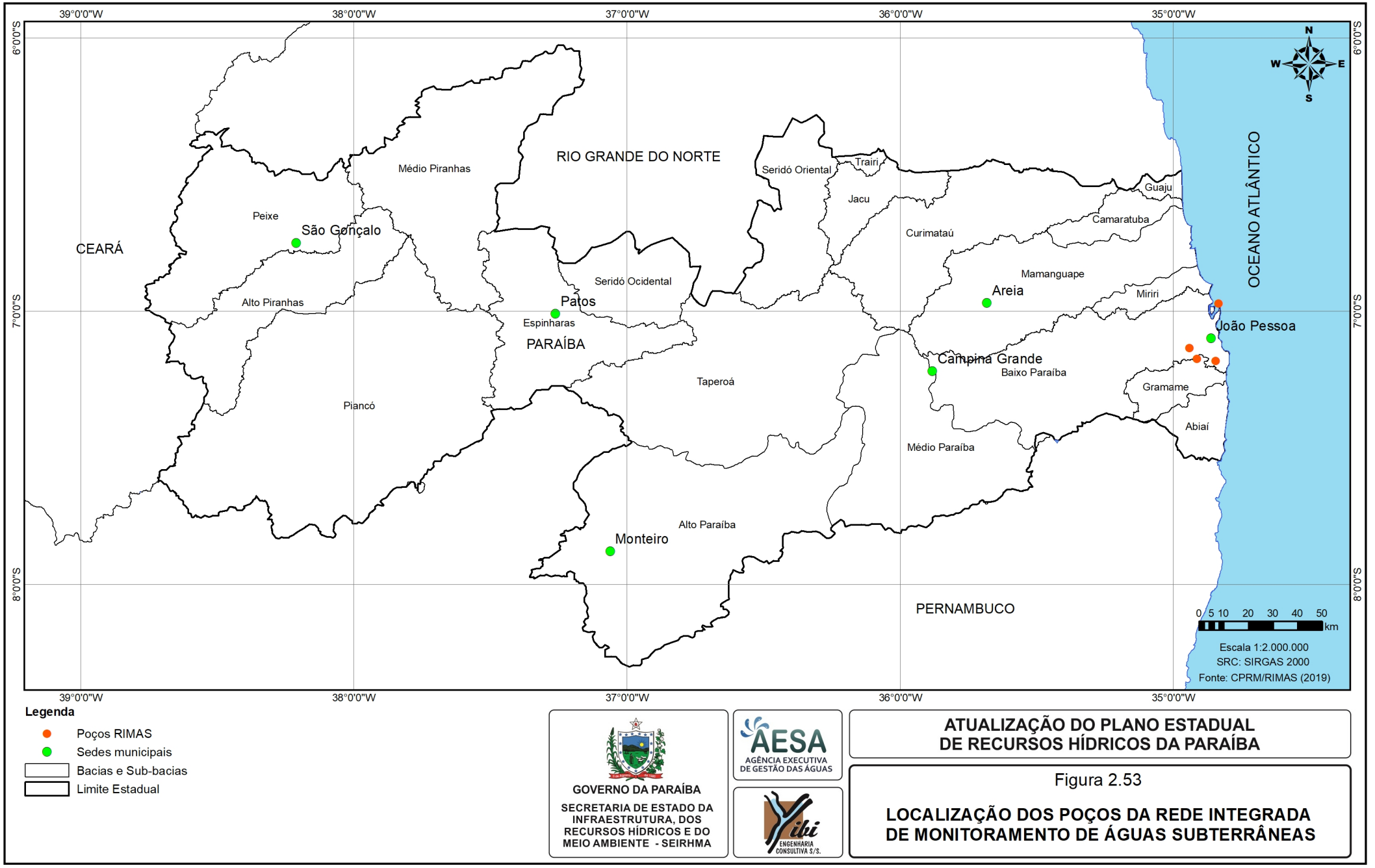
AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.52

POÇOS DO PROJETO ÁGUA DOCE



Legenda

- Poços RIMAS
- Sedes municipais
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

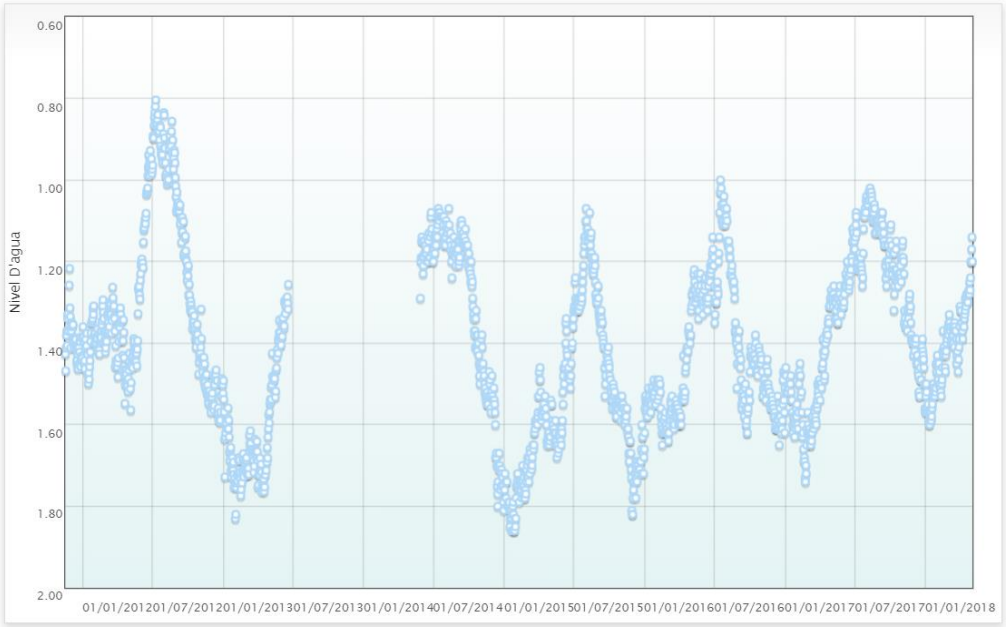
Yibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.53

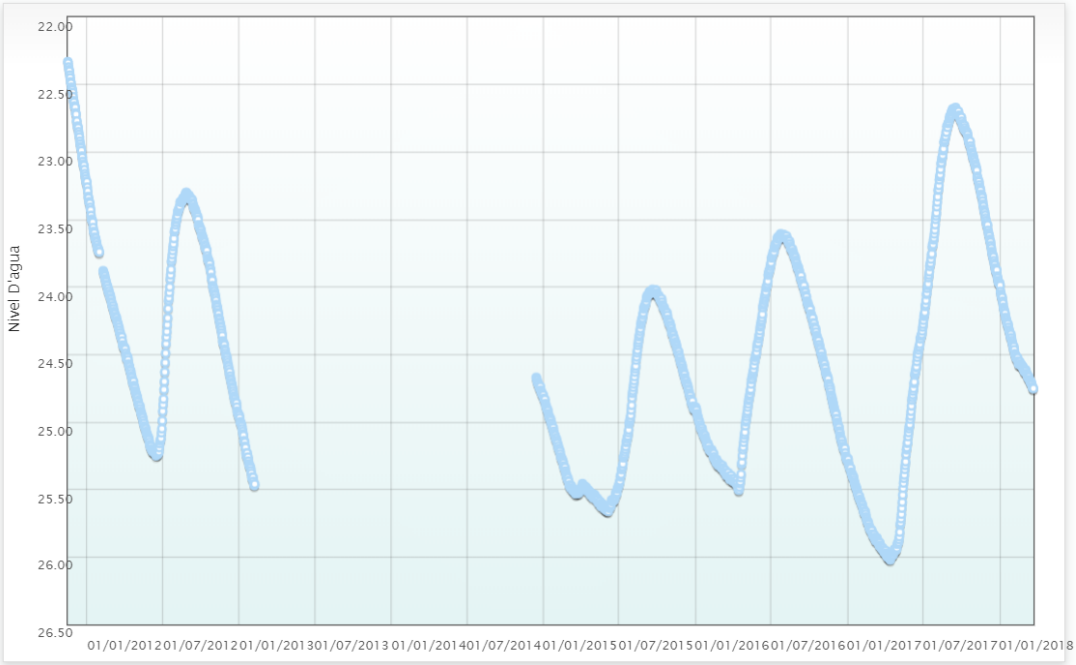
LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DA REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Figura 2.54 - Evolução diária do nível estático - Poço de Cabedelo - Localidade: Praia Formosa.



Fonte: CPRM/RIMAS

Figura 2.55 - Evolução diária do nível estático - Poço de João Pessoa - Localidade: Conj. José Viera Diniz.



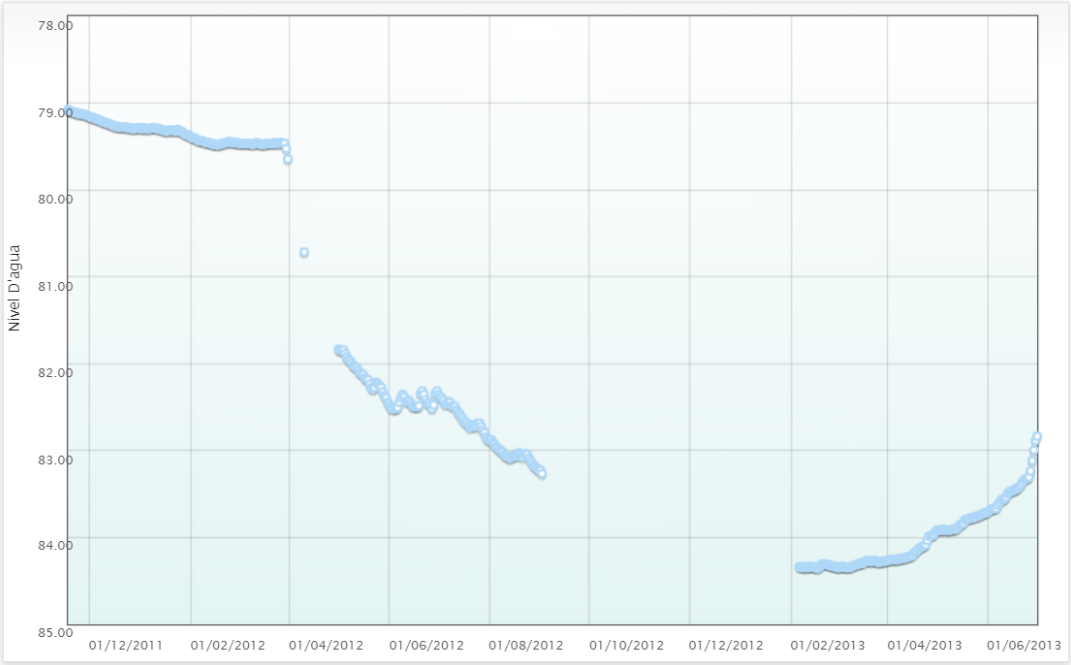
Fonte: CPRM/RIMAS

Figura 2.56 - Evolução diária do nível estático - Poço de João Pessoa - Localidade: Mangabeira II.



Fonte: CPRM/RIMAS

Figura 2.57 - Evolução diária do nível estático - Poço de Bayeux - Localidade: Alto da Boa Vista.



Fonte: CPRM/RIMAS

Outras ações de monitoramento são realizadas por grupos de pesquisas em recursos hídricos, das Universidades Federal da Paraíba e Campina Grande, como no projeto de pesquisa e cooperação internacional entre o Brasil e a Alemanha, o BRAMAR (TSUYUGUCHI et al., 2018). Nesse projeto, cerca de 40 poços, no aquífero livre, são monitorados, sistematicamente, desde 2014, perfazendo um total de quase cinco anos de monitoramento mensal. O aquífero confinado também foi monitorado, mensalmente, em 11 poços pela equipe do projeto BRAMAR. Esses dados dos 11 poços, no aquífero confinado, foram monitorados durante 3 anos, com início em 2016. A área de abrangência do projeto BRAMAR foi a bacia hidrográfica do Rio Gramame e a parte do baixo curso do Rio Paraíba. Essas ações de monitoramento, porém, têm início e fim, desde a gestação do projeto, pois dependem de recursos financeiros limitados aos projetos de pesquisa. Os dados do projeto BRAMAR não foram utilizados neste relatório, uma vez ainda não terem sido analisados nem publicados. **N**a visão da equipe do projeto, essa rede de monitoramento deveria ser assumida pela AESA, ao final do BRAMAR, que ocorrerá em junho de 2019. Essa poderia ser a rede básica inicial do Estado da Paraíba.

O governo do Estado da Paraíba não tem uma rede própria de monitoramento de águas subterrâneas mínima, a qual permita o desenvolvimento sistemático de qualquer estudo ou avaliação dos recursos hídricos subterrâneos. Há ações pontuais, mas não integradas, por exemplo, a rede de monitoramento RIMAS do Governo Federal, com quatro poços na região litorânea da Paraíba. O programa Água Doce do Estado da Paraíba realiza análises qualitativas nos seus 30 poços, mas essas duas ações não estão integradas. Esse fato é preocupante, pois não há um controle da quantidade de água extraída dos poços, e, consequentemente, também não há o conhecimento de quanto é extraído, de cada um dos dois principais sistemas aquíferos do Estado, o Barreiras e o Beberibe. Ademais, não há o acompanhamento da dinâmica espacial e temporal da quantidade e qualidade das águas subterrâneas na Paraíba, principalmente, na região litorânea, onde se encontra a maior disponibilidade. Assim, ressalta-se uma necessidade urgente de criação de uma rede de monitoramento, qualitativa e quantitativa, dos recursos hídricos subterrâneos do Estado.

2.2.7 Estimativa das Disponibilidades e Potencialidades Hídricas Subterrâneas

Diante da quase completa escassez de dados sobre novos poços perfurados, de 2006 até 2017, e de novos estudos sobre a disponibilidade e potencialidade das águas subterrâneas, a equipe de atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) decidiu manter os valores calculados e publicados, no Plano Estadual de Recursos Hídricos de 2006. Essa decisão se baseia, também, na página 33 do Termo de Referência do PERH-PB, que afirma: "No PERH-PB/2006, foram conceituados e avaliados os potenciais hídricos, as disponibilidades máximas teóricas e a capacidade potencial de armazenamento das bacias, sub-bacias e regiões hidrográficas do Estado. Esses constituem valores de referência que serão utilizados nesta atualização do PERH, sem necessidade de reavaliação, a menos que a CONTRATADA o justifique.". Dessa forma, a **Tabela 2.20** apresenta os valores que serão utilizados no PERH-PB, sendo uma adaptação da tabela do PERH-PB (2006), por não apresentar valores relativos aos mananciais superficiais, que foram reavaliados e serão apresentados, posteriormente, de forma conjunta.

Tabela 2.20 - Valores de potencialidades e disponibilidades de águas subterrâneas (Adaptado de: PERH-PB, 2006).

Sub-bacia, bacia ou região hidrográfica	Potencial subterrâneo (hm^3/ano)		Reservados subterrâneos exploráveis (hm^3/ano)	Sistemas aquíferos participantes
	Subterrâneo	ativado		
Bacia do Rio Piranhas	**108,110**	**16,462**	**100,300**	**Aluvial e Rio do Peixe**
Região do Alto Piranhas	9,490	0,212	13,260	Aluvial e Rio do Peixe
Região do Médio Piranhas	7,030	1,494	25,560	Aluvial
Sub-bacia do Rio do Peixe	7,680	11,170	2,170	Aluvial e Rio do Peixe
Sub-bacia do Rio Piancó	62,070	1,550	41,510	Aluvial
Sub-bacia do Rio Espinharas	9,650	1,800	11,070	Aluvial
Sub-bacia do Rio Seridó	12,190	0,236	6,730	Aluvial
Bacia do Rio Paraíba	**189,530**	**121,500**	**22,460**	**aluvial e Paraíba-Pernambuco**
Sub-bacia do Rio Taperoá	7,000	0,200	5,130	Aluvial
Região do Alto Paraíba	17,770	0,500	14,500	Aluvial
Região do Médio Paraíba	19,730	0,800	1,830	Aluvial
Região do Baixo Paraíba	145,030	120,000	1,000	Aluvial e Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Jacu	**4,500**	**0,520**	**0,800**	**Aluvial e Serra do Martins**
Bacia do Rio Curimataú	**11,000**	**0,764**	**2,600**	**Aluvial e Serra do Martins**
Bacia do Rio Gramame	**106,850**	**89,660**	**não exploráveis**	**Paraíba-Pernambuco**
Bacia do Rio Abiaí	**61,510**	**2,420**	**não exploráveis**	**Paraíba-Pernambuco**
Bacia do Rio Miriri	**51,560**	**13,200**	**não exploráveis**	**Aluvial e Paraíba-Pernambuco**
Bacia do Rio Mamanguape	**57,250**	**9,700**	**4,000**	**Aluvial e Paraíba-Pernambuco**
Bacia do Rio Camaratuba	**61,930**	**4,320**	**desconhecidas**	**Aluvial e Paraíba-Pernambuco**
Bacia do Rio Guaju	-	-	**não exploráveis**	**Aluvial e Paraíba-Pernambuco**
Bacia do Rio Trairi	-	-	**desconhecidas**	**Aluvial e Serra do Martins**
TOTAL	**652,240**	**258,546**		**Todos os sistemas acima referidos**

Os valores apresentados, na tabela anterior, poderão ser reavaliados, a qualquer momento, dentro dos estudos do PERH-PB, caso a consultora tenha acesso a outros dados que permitam essa reavaliação.

2.2.8 Considerações finais para a fase de planejamento (Águas Subterrâneas)

O desenvolvimento desta seção, sobre as águas subterrâneas do Estado, foi prejudicado pela escassez de dados atualizados e organizados. Frente aos problemas encontrados, algumas questões precisam ser listadas para a fase de planejamento da atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB), são elas:

- A necessidade urgente de criação de um banco de dados próprio do Estado da Paraíba, com informações e dados para o setor de águas subterrâneas. As informações existentes, no momento, dizem respeitos a diferentes fontes, que aparentemente não se comunicam, interferindo, diretamente, na qualidade dos dados desse setor. Assim, observa-se redundância de informações e inexistência de uma base de dados, unificada e consolidada. Porém, a criação de um banco de dados não é a solução para os referidos problemas relatados nesse item do PERH-PB, uma vez que tal banco de dados deve ser constantemente atualizado e integrado aos banco de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e CPRM (Serviço Geológico do Brasil), a fim de evitar redundância das informações armazenadas;
- A área de águas subterrâneas sofre, também, escassez de estudos de campo para melhor definição da abrangência espacial dos sistemas aquíferos (livres e confinados) e de parâmetros hidrogeológicos, importantes para a melhor compreensão do fluxo de águas

subterrâneas e do processo de recarga, que varia tanto no espaço como no tempo. Para se ter uma ideia, desde o Plano Estadual de Recursos Hídricos (2006) até 2018, apenas um estudo foi realizado, o qual foi concentrado apenas na região litorânea da Paraíba, por meio do "Estudo da Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba", de 2010;

- Pode-se afirmar que o monitoramento sistemático das águas subterrâneas, contendo uma rede de poços ou piezômetros, com densidade mínima e resolução temporal de monitoramento suficientes, para permitir o melhor entendimento do processo de recarga, é quase inexistente. Isso é evidenciado pelo monitoramento realizado apenas pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil), nas cidades de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, a partir de quatro poços localizados no aquífero confinado (sistema Beberibe), sendo que apenas três estão em operação. Ademais, o monitoramento desses três poços não é contínuo no tempo, passando por períodos sem medições, o que não permite estudo mais detalhado sobre o aquífero confinado;
- Com as informações existentes e dados da rede de monitoramento da rede RIMAS, não é possível, por exemplo, o estudo sobre o rebaixamento excessivo do nível d'água subterrânea, ou mesmo o estudo de um possível avanço da cunha salina, na região litorânea do Estado;
- Sugere-se que a rede de monitoramento do projeto BRAMAR, com dados de mais de 3 anos, deva ser assumida pela AESA, ao final do projeto (junho de 2019), ou mesmo tomada como ponto de partida para a criação da rede de monitoramento das águas subterrâneas do Estado. Essa poderia ser a rede básica inicial do Estado da Paraíba, com uma densidade maior de poços e período mais longo, para estudos mais avançados sobre a distribuição espaço-temporal das águas subterrâneas, tanto no aquífero livre como no confinado;
- Um caminho para mitigar o problema anterior seria: (i) a criação de um banco de dados, a ser gerido pela AESA; (ii) a criação de um convênio ou sistema de regulação, para que dados de novas perfurações de poços sejam enviadas para a AESA, para que o setor competente faça seu cadastro e mantenha essa informação atualizada. Para a perfuração de um novo poço, o CREA-PB (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba) deve fornecer as licenças necessárias. Deveria haver um convênio, por exemplo, entre a AESA e o CREA-PB, para que as empresas que perfuram poços sejam obrigadas, no momento da abertura de processo de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) junto ao CREA-PB, a apresentar a licença de obra retirada junto a AESA, juntamente ao pedido de outorga da água do poço.
- Recomenda-se a atualização e posterior discussão/promulgação da legislação de águas subterrâneas para o âmbito estadual, conforme proposto no "Estudo da Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba";
- Recomenda-se, também, a instalação de pelo menos 3 linhas de piezômetros instalados no aquífero confinado, perpendiculares ao mar, para o monitoramento sistemático do nível de água, da temperatura e da condutividade elétrica para a avaliação do avanço da cunha salina, nessa importante fonte hídrica. Essas três linhas seriam localizadas, na região da grande João Pessoa, na região Sul do Estado e na região Norte do Estado. Neste último caso, como não há aquífero confinado, seria assim instalada no aquífero livre, considerando as particularidades da região monitorada;
- Recomenda-se, também, a regulamentação e futura adoção de técnicas de Recarga Gerenciada de Aquíferos (RGA), a partir da injeção de águas de chuva, que apresentam boa qualidade, como forma de recuperar os níveis dos aquíferos, melhorar a qualidade da água, entre outras funcionalidades;

– Por fim, recomenda-se a criação da rede de monitoramento de águas subterrâneas e integração de ações com grupos de pesquisas das Universidades Federal da Paraíba e Federal de Campina Grande, as quais vêm trabalhando, há mais de uma década, com essa temática. Talvez os grupos de pesquisas dessas duas universidades tenham informações valiosas sobre a dinâmica das águas subterrâneas que os governos federal e estadual não têm;

3 DEMANDAS ATUAIS EM ÁGUA

3.1 FONTES CONSULTADAS

Dados do IBGE: censo demográfico, produção agrícola municipal, pesquisa da pecuária municipal;

Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);

Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);

Atlas Esgotos - Despoluição das Bacias Hidrográficas, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)

Cadastro de usuários de recursos hídricos e banco de dados de outorgas estaduais, AESA;

Usos potenciais (adutoras, projetos de irrigação, etc) no Estado (SEIRHMA-PB);

Situação do abastecimento de água em situações de escassez hídrica no Estado (Outubro/2018), Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas. Banco de dados de outorgas. 2018.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Nota Técnica nº 56/2015/SPR 04 de dezembro de 2015. Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil. 2015.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos. 2017.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2019.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. Perfil da Indústria nos Estados, 2017. Disponível em http://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/pb. Acesso em janeiro de 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Séries Temporais. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal. 2017.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, Djail. Balanço Hídrico Climatológico para a Capacidade de Campo de 100 mm – Estado da Paraíba. Ed. EDUFCG. 1.a Edição Campina Grande-PB, 2018.

GOMES, H. P. Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos sistemas pressurizados Aspersão e Gotejamento. 3. Ed. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 412p.1999.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: Princípios e métodos. 3. Ed. Viçosa: Ed, UFV. 355p. 2009.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO 2016/2017 a 2026/2027. Secretaria de Política Agrícola, Brasília – DF, 2017.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras. 748 p. 2006.

3.2 INTRODUÇÃO

No Estado da Paraíba, identificam-se múltiplos usos da água – abastecimento humano, dessedentação animal, agricultura, industrial, aquicultura, entre outros. São preponderantes o abastecimento das cidades e a agricultura irrigada, na região do litoral e sertão do Estado.

O desenvolvimento das atividades humanas, sociais e econômicas, no Estado, demanda volumes de água, chamados de demanda hídrica. A determinação dessas demandas hídricas atuais, conforme uso e localização, foi realizada, a partir de dados secundários obtidos de instituições governamentais, em especial a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Para cada uso da água, identificado no Estado, foi feita a estimativa das demandas hídricas (conforme metodologias estabelecidas).

Neste capítulo, apresenta-se um diagnóstico de demandas hídricas consuntivas e não-consuntivas, agregadas por tipo de uso da água, municípios e bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH), mesorregiões e microrregiões do Estado da Paraíba.

Em seguida foram apresentadas as estimativas e consolidações das demandas hídricas existentes no Estado.

3.3 DEMANDA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO HUMANO URBANO E RURAL

As demandas hídricas de abastecimento humano foram divididas, basicamente, em abastecimento humano urbano e rural.

A metodologia de cálculo da demanda hídrica, para o abastecimento humano urbano, é baseada no produto da população urbana do município pela demanda hídrica *per capita* (L/hab.dia), de acordo com essa população no município.

Para este plano, as demandas hídricas do abastecimento humano urbano foram calculadas considerando a estimativa populacional do IBGE (2018) e os valores dos índices de consumo *per capita* adotados pela ANA (2015)[6] (**Tabela 3.1**).

Tabela 3.1 - Demanda *per capita* por faixa de habitantes no Estado da Paraíba.

Faixa de população urbana*	<5000	5.000 a 35.000	35.000 a 75.000	>75.000
Demanda *per capita* (L/hab.dia)	222,2	238,6	266,1	262,3

* Os valores de habitantes se referem apenas à população urbana
Fonte: Extraída de ANA (2015).

A taxa de consumo adotada para o abastecimento humano urbano foi de 20%, o que significa que 80% da demanda hídrica captada retornam para o meio ambiente, na forma de efluentes domésticos (tratados ou não).

[6] Nota Técnica da ANA nº 56/2015/SPR - Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil de 04 de dezembro de 2015.

A localização geográfica da sede municipal determinou em que bacia hidrográfica/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) localiza-se a demanda hídrica de abastecimento humano urbano, independentemente, da demanda ser atendida por água transposta ou aduzida de outra bacia hidrográfica.

Para a zona rural dos municípios, a demanda hídrica humana foi obtida mediante a multiplicação da população rural – Estimativa Populacional do IBGE (2018) – e da demanda rural *per capita* de 100 L/hab.dia (ANA, 2019).

Para aqueles municípios cujas áreas políticas estão distribuídas, em duas ou mais bacias hidrográficas, realizou-se a ponderação da população rural do município, de acordo com o percentual de área inserida, em cada bacia, para a agregação da demanda rural por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

A taxa de consumo adotada para o abastecimento humano rural foi de 50%, o que significa que os outros 50% da demanda hídrica rural captação retornam para o meio ambiente, na forma de efluentes domésticos (tratados ou não).

Os valores das demandas hídricas humanas urbanas, rurais e totais, captadas e consumidas, por município da bacia são apresentados na **Tabela 3.2**. Em termos gerais, a demanda hídrica de abastecimento humano captada totalizou 10.031,3 L/s (10,03 m³/s), e a demanda hídrica de abastecimento humano consumida totalizou 2.312,4 L/s (2,3 m³/s).

Vale a pena destacar que nem toda a demanda hídrica humana urbana é de uso residencial, uma parte é usada em estabelecimentos comerciais e industriais (de pequeno porte), geradores de emprego e renda. Assim, a segurança hídrica, nas cidades com o atendimento e a garantia de água em quantidade e qualidade adequadas ao uso, são de extrema importância para o desenvolvimento socioeconômico do Estado.

Tabela 3.2 - Demandas hídricas abastecimento humano urbano, rural e totais, captadas e consumidas, por município.

Município	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
Água Branca	12,0	2,4	6,4	3,2	18,4	5,6
Aguiar	7,8	1,6	2,8	1,4	10,6	3,0
Alagoa Grande	49,7	9,9	11,6	5,8	61,3	15,7
Alagoa Nova	29,8	6,0	11,1	5,6	41,0	11,5
Alagoinha	27,3	5,5	5,6	2,8	32,9	8,3
Alcantil	6,0	1,2	3,6	1,8	9,6	3,0
Algodão de Jandaíra	3,8	0,8	1,2	0,6	4,9	1,3
Alhandra	34,9	7,0	7,8	3,9	42,7	10,9
Amparo	3,5	0,7	1,0	0,5	4,5	1,2
Aparecida	10,5	2,1	5,5	2,8	16,1	4,9
Araçagi	20,4	4,1	10,7	5,3	31,1	9,4
Arara	27,1	5,4	4,1	2,1	31,3	7,5
Araruna	29,4	5,9	11,3	5,6	40,7	11,5
Areia	42,4	8,5	8,0	4,0	50,4	12,5
Areia de Baraúnas	2,9	0,6	0,8	0,4	3,7	1,0
Areial	14,3	2,9	1,8	0,9	16,2	3,8
Aroeiras	31,8	6,4	8,4	4,2	40,2	10,6
Assunção	8,5	1,7	0,7	0,3	9,2	2,0
Baía da Traição	8,2	1,6	6,8	3,4	14,9	5,0
Bananeiras	25,9	5,2	14,5	7,2	40,4	12,4
Baraúna	10,4	2,1	1,0	0,5	11,4	2,6

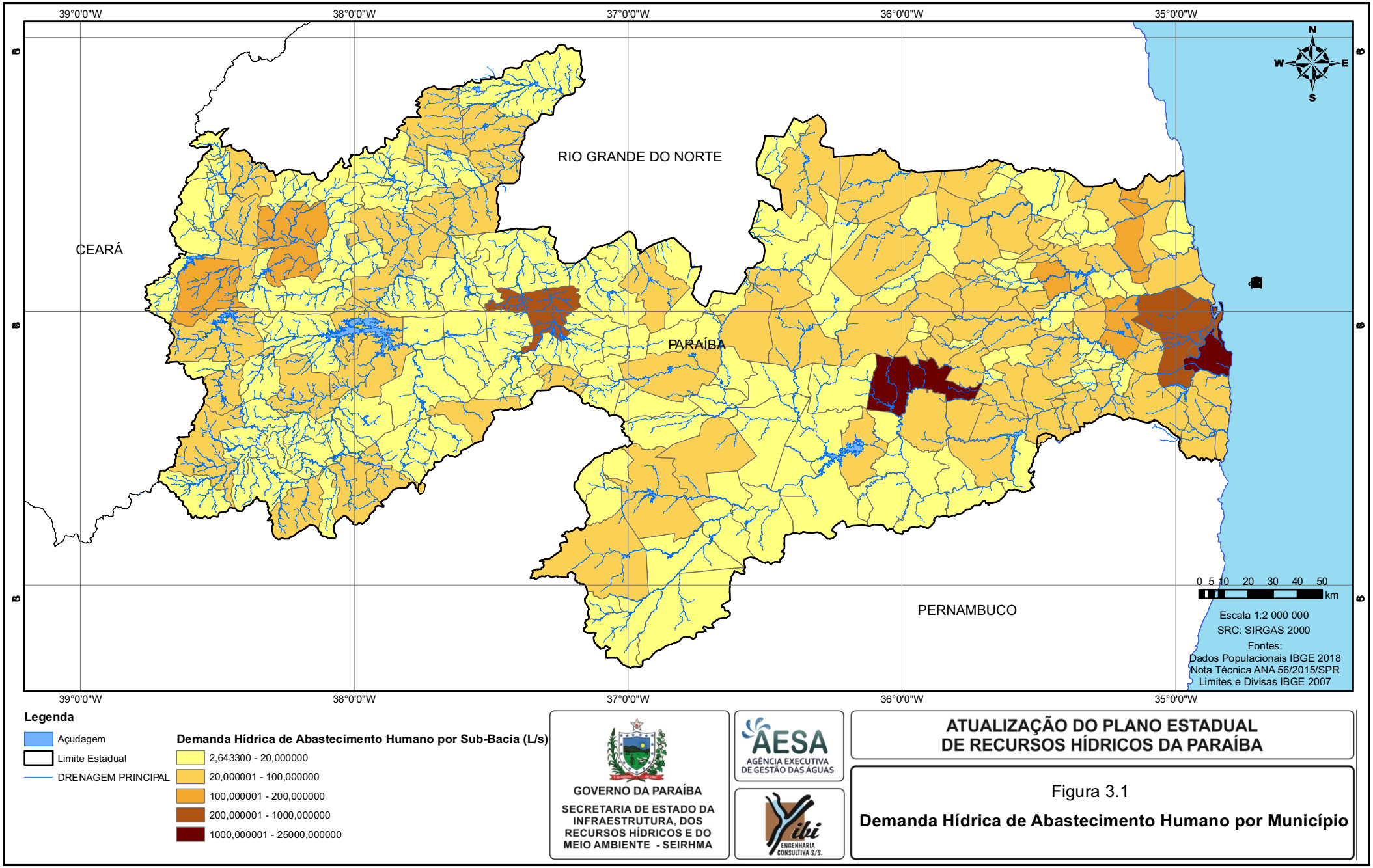
Município	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
Barra de Santa Rosa	24,1	4,8	7,1	3,5	31,2	8,4
Barra de Santana	2,1	0,4	8,5	4,2	10,6	4,7
Barra de São Miguel	6,6	1,3	3,9	1,9	10,5	3,3
Bayeux	323,0	64,6	1,7	0,8	324,7	65,5
Belém	40,7	8,1	3,1	1,6	43,8	9,7
Belém do Brejo do Cruz	16,0	3,2	1,7	0,8	17,6	4,0
Bernardino Batista	3,1	0,6	2,6	1,3	5,7	1,9
Boa Ventura	9,1	1,8	1,9	1,0	11,0	2,8
Boa Vista	9,9	2,0	3,7	1,9	13,6	3,8
Bom Jesus	2,8	0,6	1,7	0,8	4,5	1,4
Bom Sucesso	6,0	1,2	2,9	1,5	9,0	2,7
Bonito de Santa Fé	25,0	5,0	3,3	1,6	28,2	6,6
Boqueirão	34,8	7,0	5,8	2,9	40,5	9,8
Borborema	10,8	2,2	1,4	0,7	12,1	2,8
Brejo do Cruz	30,7	6,1	3,3	1,6	34,0	7,8
Brejo dos Santos	13,9	2,8	1,6	0,8	15,4	3,6
Caaporã	58,9	11,8	0,4	0,2	59,2	12,0
Cabaceiras	6,5	1,3	3,5	1,7	10,0	3,0
Cabedelo	209,6	41,9	0,0	0,0	209,6	41,9
Cachoeira dos Índios	10,0	2,0	7,9	3,9	17,9	5,9
Cacimba de Areia	5,0	1,0	1,9	0,9	6,8	1,9
Cacimba de Dentro	28,3	5,7	7,5	3,7	35,7	9,4
Cacimbas	4,5	0,9	5,7	2,9	10,2	3,8
Caiçara	15,3	3,1	1,9	0,9	17,2	4,0
Cajazeiras	157,7	31,5	11,3	5,6	169,0	37,2
Cajazeirinhas	3,0	0,6	2,3	1,1	5,3	1,8
Caldas Brandão	9,2	1,8	2,8	1,4	12,0	3,2
Camalaú	8,3	1,7	3,1	1,5	11,4	3,2
Campina Grande	1.175,3	235,1	21,0	10,5	1.196,3	245,5
Capim	11,3	2,3	2,5	1,2	13,8	3,5
Caraúbas	4,7	0,9	2,8	1,4	7,5	2,3
Carrapateira	4,8	1,0	0,7	0,4	5,6	1,3
Casserengue	10,4	2,1	3,9	1,9	14,3	4,0
Catingueira	8,0	1,6	2,0	1,0	10,0	2,6
Catolé do Rocha	64,4	12,9	7,9	4,0	72,3	16,8
Caturité	3,0	0,6	4,2	2,1	7,2	2,7
Conceição	33,7	6,7	7,5	3,7	41,2	10,5
Condado	12,5	2,5	2,1	1,0	14,6	3,5
Conde	47,8	9,6	8,6	4,3	56,4	13,9
Congo	8,9	1,8	1,5	0,7	10,4	2,5
Coremas	33,1	6,6	3,7	1,8	36,8	8,5
Coxixola	2,3	0,5	1,3	0,6	3,6	1,1
Cruz do Espírito Santo	23,4	4,7	10,7	5,3	34,1	10,0
Cubati	14,5	2,9	2,2	1,1	16,8	4,0
Cuité	39,8	8,0	6,5	3,2	46,2	11,2
Cuité de Mamanguape	6,3	1,3	4,4	2,2	10,7	3,5
Cuitegi	15,4	3,1	1,3	0,6	16,6	3,7
Curral de Cima	1,3	0,3	5,4	2,7	6,6	2,9
Curral Velho	3,7	0,7	1,2	0,6	4,9	1,3
Damião	7,3	1,5	3,4	1,7	10,7	3,1
Desterro	14,9	3,0	3,2	1,6	18,1	4,6
Diamante	10,2	2,0	2,8	1,4	13,1	3,5
Dona Inês	14,1	2,8	6,5	3,2	20,6	6,1
Duas Estradas	7,4	1,5	0,7	0,4	8,2	1,8
Emas	6,5	1,3	1,1	0,5	7,6	1,9
Esperança	65,5	13,1	10,8	5,4	76,3	18,5

Município	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
Fagundes	16,0	3,2	6,1	3,1	22,1	6,3
Frei Martinho	5,3	1,1	1,0	0,5	6,3	1,6
Gado Bravo	2,8	0,6	8,3	4,2	11,1	4,7
Guarabira	160,9	32,2	6,6	3,3	167,4	35,5
Gurinhém	16,5	3,3	9,7	4,8	26,2	8,1
Gurjão	6,2	1,2	1,1	0,6	7,4	1,8
Ibiara	9,7	1,9	2,3	1,2	12,1	3,1
Igaracy	11,6	2,3	1,8	0,9	13,4	3,2
Imaculada	15,6	3,1	6,4	3,2	22,0	6,3
Ingá	33,8	6,8	7,4	3,7	41,2	10,5
Itabaiana	54,4	10,9	5,0	2,5	59,3	13,4
Itaporanga	54,1	10,8	5,8	2,9	59,9	13,7
Itapororoca	34,9	7,0	6,9	3,4	41,8	10,4
Itatuba	18,2	3,6	4,8	2,4	23,0	6,0
Jacaraú	23,9	4,8	6,0	3,0	29,9	7,8
Jericó	14,0	2,8	2,9	1,5	17,0	4,3
João Pessoa	2.438,3	487,7	5,3	2,6	2.443,6	490,3
Joca Claudino	2,5	0,5	1,9	1,0	4,4	1,5
Juarez Távora	17,3	3,5	1,7	0,8	19,0	4,3
Juazeirinho	27,9	5,6	9,2	4,6	37,1	10,2
Junco do Seridó	12,8	2,6	2,5	1,2	15,2	3,8
Juripiranga	28,2	5,6	0,5	0,2	28,7	5,9
Juru	12,1	2,4	5,8	2,9	17,8	5,3
Lagoa	6,9	1,4	2,2	1,1	9,1	2,5
Lagoa de Dentro	11,3	2,3	3,7	1,8	15,0	4,1
Lagoa Seca	33,7	6,7	17,2	8,6	50,9	15,3
Lastro	3,9	0,8	1,3	0,7	5,2	1,4
Livramento	10,5	2,1	3,2	1,6	13,7	3,7
Logradouro	4,8	1,0	2,8	1,4	7,6	2,4
Lucena	32,0	6,4	1,7	0,9	33,7	7,2
Mãe d'Água	4,5	0,9	3,1	1,5	7,6	2,4
Malta	13,9	2,8	0,6	0,3	14,5	3,1
Mamanguape	112,6	22,5	9,4	4,7	122,0	27,2
Manaíra	18,9	3,8	4,8	2,4	23,7	6,2
Marcação	7,2	1,4	6,7	3,3	13,8	4,8
Mari	48,3	9,7	4,7	2,3	52,9	12,0
Marizópolis	15,7	3,1	1,0	0,5	16,7	3,6
Massaranduba	14,2	2,8	9,9	5,0	24,1	7,8
Mataraca	21,3	4,3	1,1	0,6	22,4	4,8
Matinhas	1,9	0,4	4,3	2,2	6,2	2,5
Mato Grosso	3,6	0,7	1,7	0,9	5,3	1,6
Maturéia	12,3	2,5	2,0	1,0	14,4	3,5
Mogeiro	17,4	3,5	6,6	3,3	24,0	6,8
Montadas	10,2	2,0	2,0	1,0	12,2	3,0
Monte Horebe	7,0	1,4	2,4	1,2	9,4	2,6
Monteiro	62,6	12,5	11,9	6,0	74,5	18,5
Mulungu	12,4	2,5	5,6	2,8	18,0	5,3
Natuba	10,2	2,0	7,6	3,8	17,8	5,9
Nazarezinho	9,0	1,8	4,4	2,2	13,4	4,0
Nova Floresta	20,9	4,2	4,3	2,1	25,2	6,3
Nova Olinda	8,4	1,7	2,9	1,5	11,3	3,2
Nova Palmeira	7,4	1,5	2,3	1,2	9,7	2,6
Olho d'Água	10,6	2,1	2,6	1,3	13,1	3,4
Olivedos	5,8	1,2	1,9	1,0	7,7	2,1
Ouro Velho	5,5	1,1	1,0	0,5	6,5	1,6
Parari	2,4	0,5	0,2	0,1	2,6	0,6

Município	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
Passagem	3,3	0,7	1,3	0,6	4,6	1,3
Patos	314,3	62,9	3,6	1,8	317,9	64,7
Paulista	18,2	3,6	6,4	3,2	24,6	6,9
Pedra Branca	6,7	1,3	1,3	0,6	8,0	2,0
Pedra Lavrada	9,0	1,8	5,3	2,6	14,3	4,4
Pedras de Fogo	49,7	9,9	11,4	5,7	61,1	15,6
Pedro Régis	6,9	1,4	4,3	2,1	11,1	3,5
Piancó	33,4	6,7	4,4	2,2	37,8	8,9
Picuí	36,2	7,2	6,2	3,1	42,3	10,3
Pilar	22,5	4,5	4,2	2,1	26,7	6,6
Pilões	9,5	1,9	3,2	1,6	12,7	3,5
Pilõezinhos	7,8	1,6	2,2	1,1	10,1	2,7
Pirpirituba	22,5	4,5	2,6	1,3	25,1	5,8
Pitimbu	33,3	6,7	8,2	4,1	41,4	10,7
Pocinhos	30,4	6,1	8,7	4,3	39,0	10,4
Poço Dantas	3,0	0,6	2,9	1,5	5,9	2,1
Poço de José de Moura	4,4	0,9	3,0	1,5	7,4	2,4
Pombal	75,1	15,0	5,8	2,9	80,9	17,9
Prata	6,7	1,3	1,8	0,9	8,5	2,2
Princesa Isabel	45,9	9,2	7,8	3,9	53,7	13,1
Puxinanã	12,7	2,5	10,0	5,0	22,7	7,5
Queimadas	71,0	14,2	21,6	10,8	92,7	25,0
Quixabá	1,8	0,4	1,4	0,7	3,3	1,1
Remígio	40,9	8,2	5,3	2,6	46,2	10,8
Riachão	5,8	1,2	1,5	0,8	7,3	1,9
Riachão do Bacamarte	7,2	1,4	1,9	1,0	9,1	2,4
Riachão do Poço	4,0	0,8	3,4	1,7	7,4	2,5
Riacho de Santo Antônio	3,7	0,7	0,6	0,3	4,3	1,1
Riacho dos Cavalos	12,4	2,5	4,2	2,1	16,6	4,6
Rio Tinto	35,6	7,1	12,2	6,1	47,8	13,2
Salgadinho	4,3	0,9	2,7	1,3	7,0	2,2
Salgado de São Félix	15,1	3,0	7,5	3,7	22,6	6,8
Santa Cecília	6,0	1,2	4,9	2,4	10,8	3,6
Santa Cruz	8,1	1,6	3,8	1,9	11,9	3,5
Santa Helena	7,0	1,4	2,4	1,2	9,5	2,6
Santa Inês	4,3	0,9	2,1	1,1	6,5	1,9
Santa Luzia	39,1	7,8	1,2	0,6	40,3	8,4
Santa Rita	321,5	64,3	20,2	10,1	341,6	74,4
Santa Teresinha	6,7	1,3	2,2	1,1	8,9	2,4
Santana de Mangueira	6,4	1,3	2,9	1,5	9,3	2,8
Santana dos Garrotes	9,7	1,9	3,6	1,8	13,3	3,7
Santo André	2,7	0,5	1,7	0,9	4,4	1,4
São Bentinho	8,4	1,7	1,4	0,7	9,8	2,4
São Bento	78,0	15,6	6,7	3,3	84,6	18,9
São Domingos	2,7	0,5	2,4	1,2	5,1	1,7
São Domingos do Cariri	3,1	0,6	1,6	0,8	4,7	1,4
São Francisco	4,1	0,8	2,0	1,0	6,0	1,8
São João do Cariri	6,6	1,3	1,8	0,9	8,4	2,2
São João do Rio do Peixe	20,5	4,1	12,9	6,4	33,4	10,5
São João do Tigre	4,4	0,9	3,0	1,5	7,5	2,4
São José da Lagoa Tapada	9,1	1,8	5,0	2,5	14,1	4,3
São José de Caiana	8,2	1,6	3,5	1,7	11,7	3,4
São José de Espinharas	4,4	0,9	3,3	1,6	7,7	2,5
São José de Piranhas	34,8	7,0	8,5	4,2	43,3	11,2
São José de Princesa	2,2	0,4	3,3	1,7	5,5	2,1
São José do Bonfim	4,2	0,8	2,2	1,1	6,3	1,9

Município	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
São José do Brejo do Cruz	2,9	0,6	0,8	0,4	3,7	1,0
São José do Sabugi	7,3	1,5	1,5	0,7	8,7	2,2
São José dos Cordeiros	4,8	1,0	2,3	1,2	7,1	2,1
São José dos Ramos	7,5	1,5	3,5	1,7	11,0	3,2
São Mamede	17,0	3,4	1,6	0,8	18,7	4,2
São Miguel de Taipu	8,1	1,6	4,6	2,3	12,7	3,9
São Sebastião de Lagoa de Roça	14,5	2,9	7,5	3,7	22,0	6,6
São Sebastião do Umbuzeiro	5,9	1,2	1,4	0,7	7,2	1,9
São Vicente do Seridó	14,8	3,0	6,5	3,3	21,3	6,2
Sapé	122,9	24,6	14,0	7,0	136,9	31,6
Serra Branca	24,1	4,8	5,4	2,7	29,6	7,5
Serra da Raiz	5,3	1,1	1,1	0,6	6,5	1,6
Serra Grande	5,1	1,0	1,2	0,6	6,3	1,6
Serra Redonda	10,1	2,0	3,4	1,7	13,5	3,7
Serraria	9,4	1,9	2,6	1,3	12,1	3,2
Sertãozinho	10,2	2,0	1,2	0,6	11,4	2,7
Sobrado	2,8	0,6	7,7	3,8	10,4	4,4
Solânea	56,2	11,2	4,3	2,1	60,4	13,4
Soledade	31,5	6,3	4,0	2,0	35,5	8,3
Sossêgo	4,5	0,9	2,1	1,0	6,6	1,9
Sousa	171,5	34,3	14,2	7,1	185,7	41,4
Sumé	36,3	7,3	4,2	2,1	40,5	9,3
Tacima	12,4	2,5	7,0	3,5	19,4	6,0
Taperoá	26,5	5,3	7,4	3,7	34,0	9,0
Tavares	21,2	4,2	7,8	3,9	29,1	8,2
Teixeira	29,7	5,9	5,6	2,8	35,3	8,8
Tenório	5,0	1,0	1,3	0,6	6,3	1,6
Triunfo	12,1	2,4	5,4	2,7	17,4	5,1
Uiraúna	31,2	6,2	4,5	2,3	35,7	8,5
Umbuzeiro	10,9	2,2	5,9	3,0	16,9	5,1
Várzea	5,5	1,1	0,8	0,4	6,3	1,5
Vieirópolis	2,7	0,5	4,9	2,5	7,6	3,0
Vista Serrana	4,7	0,9	2,2	1,1	7,0	2,1
Zabelê	4,3	0,9	0,6	0,3	4,9	1,2
Total	**9.010,7**	**1.802,1**	**1.020,5**	**510,3**	**10.031,3**	**2.312,4**

Na **Figura 3.1**, apresenta-se a distribuição espacial das demandas hídricas de captação de abastecimento humano urbano e rural, dos municípios do Estado da Paraíba.


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
8°0'0"S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PARAÍBA
PERNAMBUCO
N
W
E
S
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2 000 000
SRC: SIRGAS 2000
Fontes:
Dados Populacionais IBGE 2018
Nota Técnica ANA 56/2015/SPR
Limites e Divisas IBGE 2007
Legenda
Açudagem
Limite Estadual
DRENAGEM PRINCIPAL
Demanda Hídrica de Abastecimento Humano por Sub-Bacia (L/s)
2,643300 - 20,000000
20,000001 - 100,000000
100,000001 - 200,000000
200,000001 - 1000,000000
1000,000001 - 25000,000000
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 3.1
Demanda Hídrica de Abastecimento Humano por Município

Algumas demandas hídricas de municípios chamam a atenção. São 10 municípios (cerca de 5% do total) com demanda urbana captada, mais que 120 L/s, o que totaliza 5.384,9 L/s, cujo somatório indica a concentração de cerca de 60% da demanda total urbana do Estado. De um outro lado, apenas os municípios de João Pessoa e Campina Grande possuem demanda maior que 1.000,0 L/s e concentram 40% da demanda total (**Figuras 3.2** e **3.3** e **Tabela 3.3**).

Tabela 3.3 - Municípios com maior demanda hídrica de abastecimento humano

N	Município	Sede na bacia/sub-bacia de	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
			Urbana		Rural		Total	
			Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
1	João Pessoa	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	2.438,3	487,7	5,3	2,6	2.443,6	490,3
2	Campina Grande	SBH do Médio Curso do Rio Paraíba	1.175,3	235,1	21,0	10,5	1.196,3	245,5
3	Santa Rita	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	321,5	64,3	20,2	10,1	341,6	74,4
4	Bayeux	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	323,0	64,6	1,7	0,8	324,7	65,5
5	Patos	BH do Rio Espinharas	314,3	62,9	3,6	1,8	317,9	64,7
6	Cabedelo	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	209,6	41,9	0,0	0,0	209,6	41,9
7	Sousa	BH do Rio do Peixe	171,5	34,3	14,2	7,1	185,7	41,4
8	Cajazeiras	BH do Rio do Peixe	157,7	31,5	11,3	5,6	169,0	37,2
9	Guarabira	BH do Rio Mamanguape	160,9	32,2	6,6	3,3	167,4	35,5
10	Sapé	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	122,9	24,6	14,0	7,0	136,9	31,6
Total			**5.395,1**	**1.079,0**	**97,7**	**48,9**	**5.492,9**	**1.127,9**
Total PB			**9.010,7**	**1.802,1**	**1.020,5**	**510,3**	**10.031,3**	**2.312,4**
Percentual			**60%**	**60%**	**10%**	**10%**	**55%**	**49%**

Figura 3.2 - Relação da demanda hídrica humana urbana dos 10 municípios com maiores demandas hídricas e o total do Estado da Paraíba

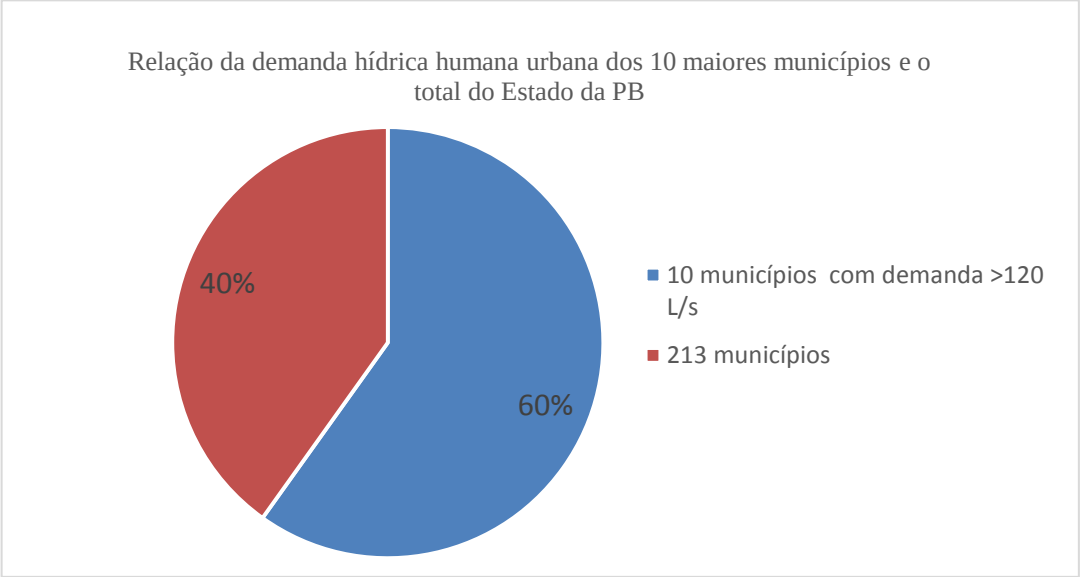
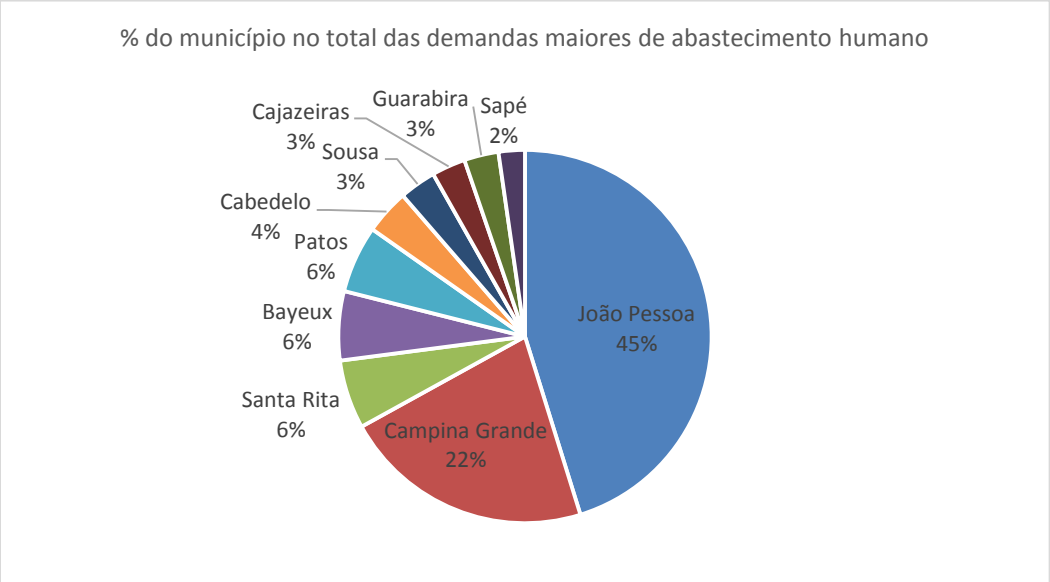


Figura 3.3 - Distribuição percentual da demanda hídrica entre os 10 municípios com maiores demandas hídricas de abastecimento humano

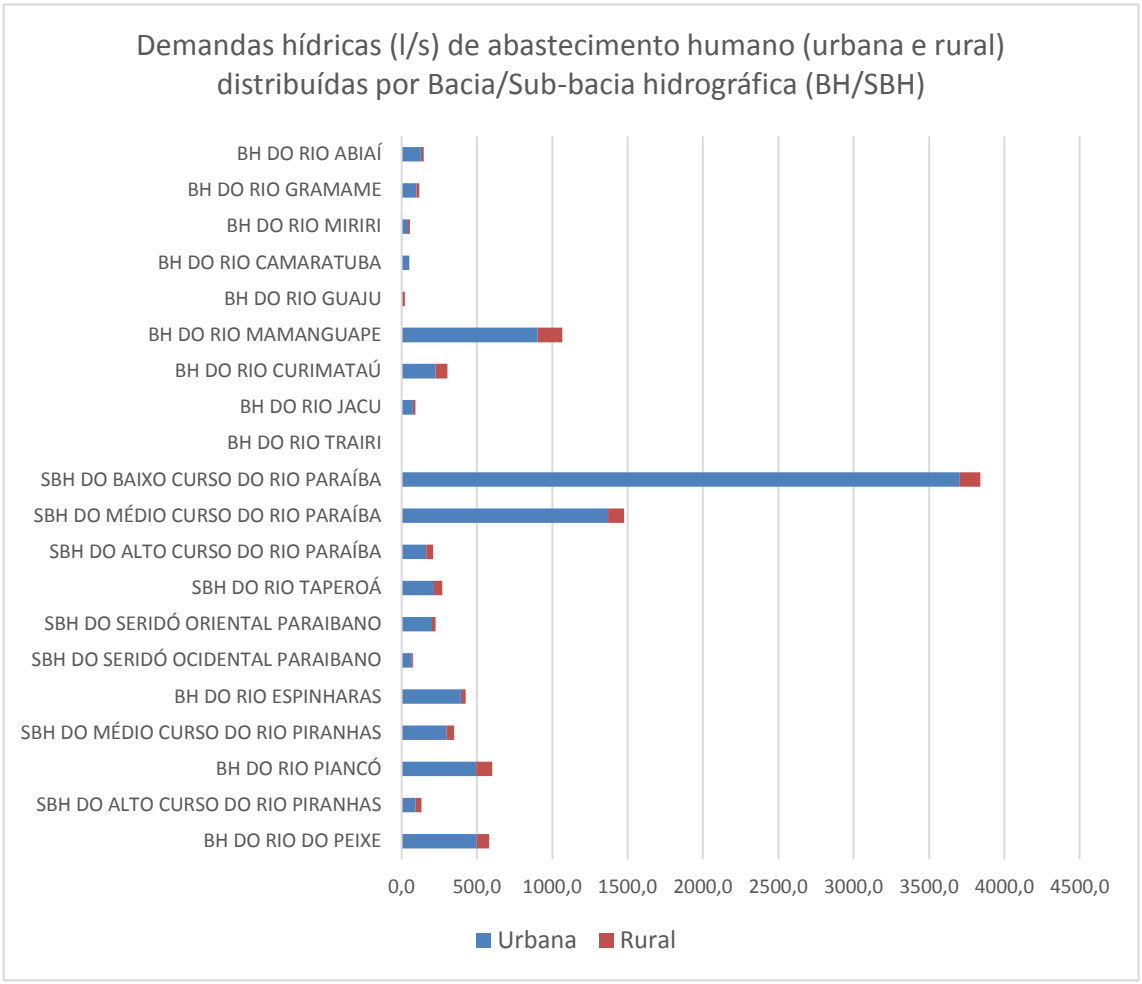


Os valores das demandas hídricas humanas urbanas, rurais e totais, captadas e consumidas, por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) são apresentados na **Tabela 3.4** e **Figura 3.4**.

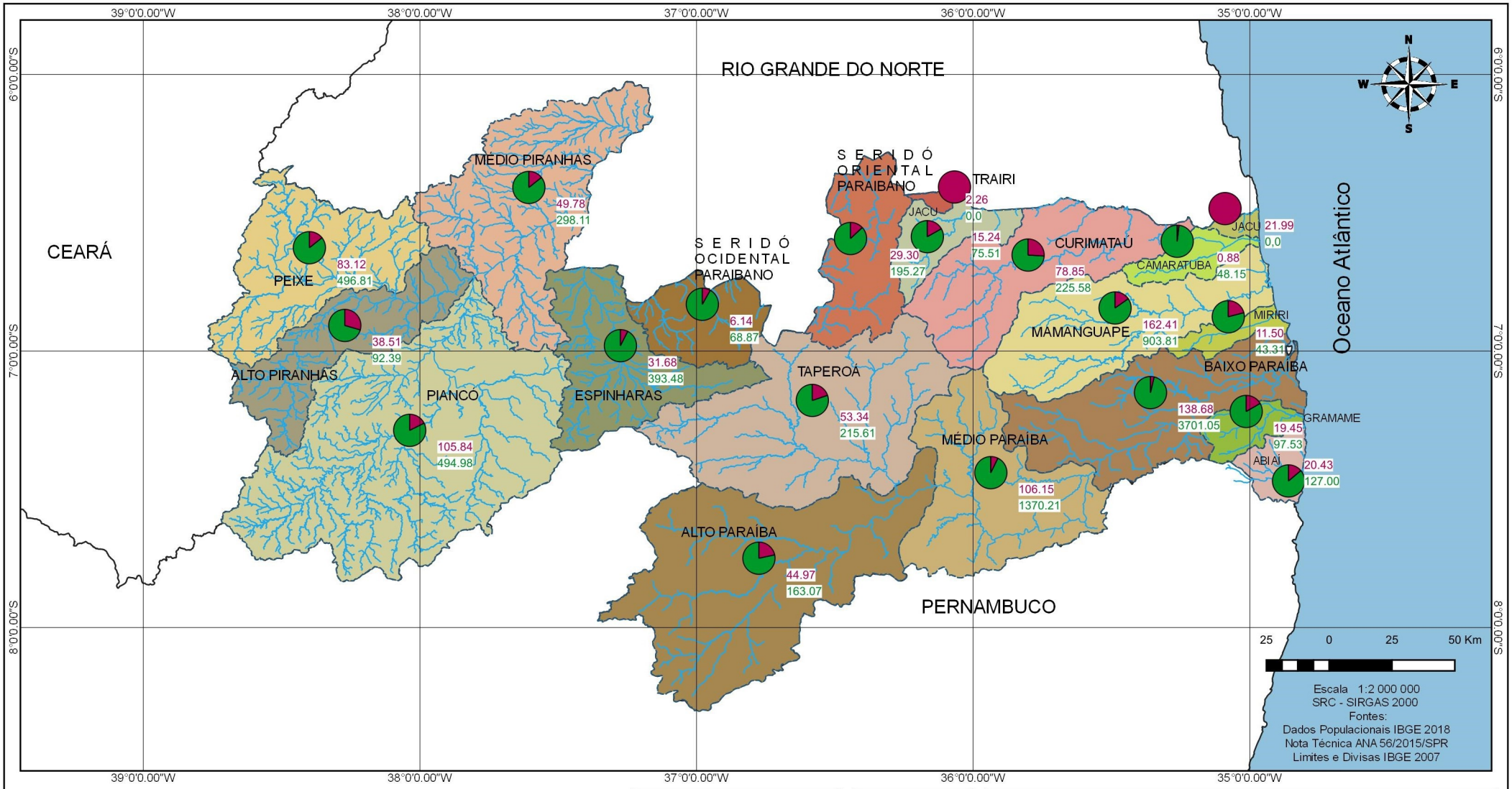
Tabela 3.4 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano, por Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
SBH do Rio do Peixe	496,8	99,4	83,1	41,6	579,9	140,9
SBH do Alto Rio Piranhas	92,4	18,5	38,5	19,3	130,9	37,7
SBH do Rio Piancó	495,0	99,0	105,8	52,9	600,8	151,9
SBH do Médio Rio Piranhas	298,1	59,6	49,8	24,9	347,9	84,5
SBH do Rio Espinharas	393,5	78,7	31,7	15,8	425,2	94,5
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	68,9	13,8	6,1	3,1	75,0	16,8
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	195,3	39,1	29,3	14,6	224,6	53,7
SBH do Rio Taperoá	215,6	43,1	53,3	26,7	268,9	69,8
SBH do Alto Rio Paraíba	163,1	32,6	45,0	22,5	208,0	55,1
SBH do Médio Rio Paraíba	1370,2	274,0	106,2	53,1	1476,4	327,1
SBH do Baixo Rio Paraíba	3701,0	740,2	138,7	69,3	3839,7	809,6
BH do Rio Trairi	0,0	0,0	2,3	1,1	2,3	1,1
BH do Rio Jacu	75,5	15,1	15,2	7,6	90,8	22,7
BH do Rio Curimataú	225,6	45,1	78,9	39,4	304,4	84,5
BH do Rio Mamanguape	903,8	180,8	162,4	81,2	1066,2	262,0
BH do Rio Guaju	0,0	0,0	22,0	11,0	22,0	11,0
BH do Rio Camaratuba	48,1	9,6	0,9	0,4	49,0	10,1
BH do Rio Miriri	43,3	8,7	11,5	5,8	54,8	14,4
BH do Rio Gramame	97,5	19,5	19,5	9,7	117,0	29,2
BH do Rio Abiaí	127,0	25,4	20,4	10,2	147,4	35,6
Total	**9.010,7**	**1.802,1**	**1.020,5**	**510,3**	**10.031,3**	**2.312,4**

Figura 3.4 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano distribuídas por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).



A **Figura 3.5** apresenta a distribuição espacial das demandas hídricas de captação de abastecimento humano, urbano e rural, por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) do Estado da Paraíba.



Legenda

Demanda Hídrica de Abastecimento Humano por Sub-Bacia (L/s)

- Drenagem
- Açudagem
- Estados do Nordeste
- Municípios
- Demanda Hídrica de Abastecimento Humano Captada Urbana
- Demanda Hídrica de Abastecimento Humano Captada Rural

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 3.5
Demanda hídrica de abastecimento humano (urbano e rural) por Bacia/ Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) no estado da Paraíba

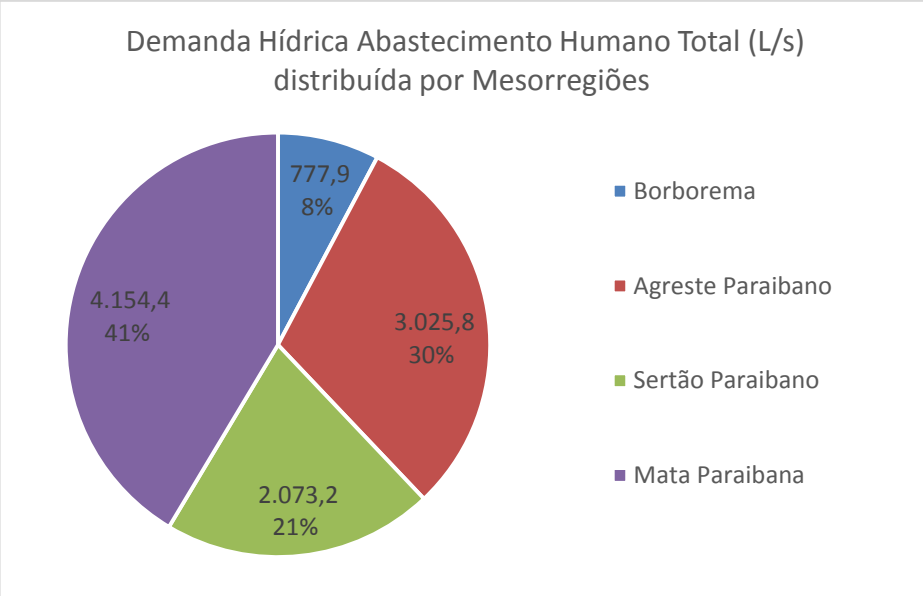
Conforme **Tabela 3.5** e **Figura 3.6**, a SBH do baixo Rio Paraíba apresenta a maior demanda hídrica do Estado, principalmente, em função da concentração de municípios populosos como Bayeux, Cabedelo, Santa Rita e João Pessoa, capital do Estado da Paraíba. No entanto, vale ressaltar que a maior parte dessa demanda hídrica é atendida pelas bacias hidrográficas dos Rios Gramame (onde parte das áreas de alguns desses municípios estão inseridas) e Abiaí.

Os valores das demandas hídricas humanas urbanas, rurais e totais, captadas e consumidas, por mesorregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.5**.

Tabela 3.5 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano, por Mesorregiões do Estado da Paraíba.

Mesorregião	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
Borborema	636,0	127,2	141,9	70,9	777,9	198,1
Agreste Paraibano	2631,9	526,4	393,8	196,9	3025,8	723,3
Sertão Paraibano	1764,8	353,0	308,4	154,2	2073,2	507,2
Mata Paraibana	3977,9	795,6	176,5	88,2	4154,4	883,8
Total	**9.010,7**	**1.802,1**	**1.020,5**	**510,3**	**10.031,3**	**2.312,4**

Figura 3.6 - Distribuição da demanda hídrica abastecimento humano total (L/s) por mesorregiões.



A Mesorregião da Mata Paraibana demanda cerca de 42% (o que corresponde a 4.269,8 L/s) da demanda hídrica de abastecimento humano total, pois abriga grandes municípios do Estado, como João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Cabedelo, Mamanguape, entre outros.

Os valores das demandas hídricas humanas urbanas, rurais e totais, captadas e consumidas, por microrregiões do Estado da Paraíba, são apresentados na **Tabela 3.6**.

Tabela 3.6 - Demandas hídricas (L/s) de abastecimento humano, por microrregiões do Estado da Paraíba.

Microrregiões	Demanda Hídrica Abastecimento Humano (L/s)					
	Urbano (L/s)		Rural (L/s)		Total (L/s)	
	Captação	Consumo	Captação	Consumo	Captação	Consumo
Brejo Paraibano	179,44	35,89	56,71	28,35	236,15	64,24
Cajazeiras	325,98	65,20	71,25	35,62	397,23	100,82
Campina Grande	1342,94	268,59	92,95	46,47	1435,89	315,06
Cariri Ocidental	225,65	45,13	50,09	25,05	275,75	70,18
Cariri Oriental	85,92	17,18	39,03	19,51	124,94	36,70
Catolé do Rocha	248,86	49,77	35,86	17,93	284,73	67,70
Curimataú Ocidental	236,14	47,23	48,43	24,21	284,57	71,44
Curimataú Oriental	156,54	31,31	41,92	20,96	198,46	52,27
Esperança	104,51	20,90	22,10	11,05	126,61	31,95
Guarabira	361,59	72,32	49,21	24,60	410,80	96,92
Itabaiana	189,09	37,82	47,34	23,67	236,43	61,49
Itaporanga	151,41	30,28	32,56	16,28	183,97	46,56
João Pessoa	3372,27	674,45	37,44	18,72	3409,71	693,17
Litoral Norte	269,36	53,87	65,57	32,78	334,93	86,66
Litoral Sul	176,71	35,34	27,77	13,88	204,48	49,23
Patos	347,14	69,43	19,64	9,82	366,79	79,25
Piancó	129,18	25,84	24,79	12,39	153,97	38,23
Sapé	159,60	31,92	45,68	22,84	205,28	54,76
Seridó Ocidental Paraibano	85,94	17,19	10,18	5,09	96,12	22,28
Seridó Oriental Paraibano	238,54	47,71	42,56	21,28	281,10	68,99
Serra do Teixeira	189,27	37,85	58,88	29,44	248,15	67,29
Sousa	372,99	74,60	65,40	32,70	438,39	107,30
Umbuzeiro	61,67	12,33	35,18	17,59	96,85	29,92
Total	**9.010,7**	**1.802,1**	**1.020,5**	**510,3**	**10.031,3**	**2.312,4**

3.4 DEMANDA HÍDRICA DA INDÚSTRIA

De acordo com a Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2017), a Paraíba possui 6.004 empresas industriais, o que corresponde a 1,3% do total de empresas que atuam no setor industrial do Brasil. Cerca 75% das indústrias paraibanas são de microporte, ou seja, são microempresas e concentram 13,7% dos empregos industriais. Por outro lado, apenas 1,0% do total são grandes empresas, mas concentram 44,6% dos empregos industriais, conforme se observa na **Tabela 3.7**.

Tabela 3.7 - Características das empresas industriais no Estado da Paraíba.

Porte	Característica	Percentual de indústrias	Percentual de empregos industriais
Micro empresas	com até 9 empregados	**75,0%**	**13,7%**
Pequenas empresas	com 10 a 49 empregados	**20,5%**	**22,7%**
Médias empresas	com 50 a 249 empregados	3,5%	19,1%
Grandes empresas	com 250 ou mais empregados	1,0%	44,6%

Fonte: CNI (2017)

A estimativa da demanda hídrica para o setor industrial, no Estado da Paraíba, foi extraída do estudo intitulado *Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos* (ANA, 2017), que apresenta

a estimativa de coeficientes técnicos com base no número de trabalhadores, para o ano base de 2015, e as demandas das indústrias por município.

Assim, de acordo ANA (2017), as demandas hídricas industriais, no Estado da Paraíba, foram agregadas de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE[7], Divisão CNAE 2.0, conforme se observa na **Tabela 3.8**.

Tabela 3.8 - Demandas hídricas industriais no Estado da Paraíba, por atividades econômicas

Atividades Econômicas*	Vazões de captação (L/s)	Vazões consumidas (L/s)
Fabricação de produtos alimentícios	1268,3	1151,8
Fabricação de bebidas	179,3	54,3
Fabricação de produtos do fumo	0,5	0,1
Fabricação de produtos têxteis	135,5	31,2
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	26,9	5,0
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	326,3	62,4
Fabricação de produtos de madeira	0,8	0,2
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	7,8	3,1
Impressão e reprodução de gravações	3,5	0,7
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	1054,6	1040,1
Fabricação de produtos químicos	11,2	4,2
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,2	0,0
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	7,1	1,5
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	64,9	39,7
Metalurgia	10,8	2,4
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	8,5	4,0
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,6	0,1
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,3	0,1
Fabricação de máquinas e equipamentos	0,9	0,2
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,2	0,1
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	0,5	0,1
Fabricação de móveis	2,1	0,4
Fabricação de produtos diversos	5,7	1,1
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	1,5	0,3
Total	**3.117,8**	**2.403,0**

* De acordo com a Divisão CNAE 2.0.

Em termos de demandas hídricas, destaca-se a fabricação de produtos alimentícios, com 1.268,3 L/s de vazão de captação e 1.151,8 L/s de vazão de consumo, seguida pela fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis, com 1.054,6 L/s de vazão de captação e 1.040,1 L/s de vazão de consumo.

As demandas hídricas da indústria, por município, estão apresentadas na **Tabela 3.9**.

[7] https://concla.ibge.gov.br/documentacao/documentacao-cnae-2-0.html

Tabela 3.9 - Demandas hídricas da indústria por município (L/s)

Município	Demanda Hídrica Indústria (L/s)	
	Captada	Consumo
Água Branca	0,084	0,055
Aguiar	0,005	0,001
Alagoa Grande	0,897	0,305
Alagoa Nova	16,822	8,813
Alagoinha	0,540	0,112
Alcantil	0,148	0,027
Algodão de Jandaíra	0,057	0,012
Alhandra	13,162	10,008
Amparo	0,000	0,000
Aparecida	0,298	0,106
Araçagi	0,010	0,002
Arara	0,020	0,007
Araruna	0,568	0,202
Areia	1,408	0,628
Areia de Baraúnas	0,000	0,000
Areial	0,044	0,034
Aroeiras	0,021	0,004
Assunção	0,000	0,000
Baía da Traição	0,000	0,000
Bananeiras	2,339	0,886
Baraúna	0,000	0,000
Barra de Santa Rosa	0,033	0,007
Barra de Santana	0,119	0,041
Barra de São Miguel	0,031	0,007
Bayeux	26,280	5,650
Belém	1,095	0,271
Belém do Brejo do Cruz	0,023	0,005
Bernardino Batista	0,000	0,000
Boa Ventura	0,044	0,009
Boa Vista	3,508	0,711
Bom Jesus	0,073	0,015
Bom Sucesso	0,000	0,000
Bonito de Santa Fé	0,004	0,001
Boqueirão	0,286	0,154
Borborema	0,000	0,000
Brejo do Cruz	0,217	0,205
Brejo dos Santos	0,013	0,006
Caaporã	418,386	418,005
Cabaceiras	0,116	0,022
Cabedelo	35,029	8,400
Cachoeira dos Índios	0,103	0,022
Cacimba de Areia	0,002	0,000
Cacimba de Dentro	0,050	0,018
Cacimbas	0,000	0,000
Caiçara	0,205	0,069
Cajazeiras	7,667	1,630
Cajazeirinhas	0,000	0,000
Caldas Brandão	0,202	0,043
Camalaú	0,007	0,001
Campina Grande	269,437	58,086
Capim	0,013	0,003
Caraúbas	0,002	0,000
Carrapateira	0,000	0,000
Casserengue	0,004	0,001
Catingueira	0,167	0,034
Catolé do Rocha	7,414	2,141

Município	Demanda Hídrica Indústria (L/s)	
	Captada	Consumo
Caturité	3,855	1,385
Conceição	0,065	0,021
Condado	0,000	0,000
Conde	4,318	1,772
Congo	0,076	0,019
Coremas	0,479	0,100
Coxixola	0,000	0,000
Cruz do Espírito Santo	8,583	3,241
Cubati	0,032	0,006
Cuité	0,224	0,047
Cuité de Mamanguape	0,002	0,000
Cuitegi	0,198	0,042
Curral de Cima	0,002	0,000
Curral Velho	0,002	0,000
Damião	0,000	0,000
Desterro	0,000	0,000
Diamante	0,092	0,032
Dona Inês	0,002	0,000
Duas Estradas	0,934	0,353
Emas	0,000	0,000
Esperança	2,071	0,508
Fagundes	0,000	0,000
Frei Martinho	0,210	0,043
Gado Bravo	0,000	0,000
Guarabira	47,949	7,059
Gurinhém	0,533	0,102
Gurjão	0,023	0,005
Ibiara	0,000	0,000
Igaracy	0,144	0,123
Imaculada	0,000	0,000
Ingá	7,612	1,459
Itabaiana	0,611	0,279
Itaporanga	12,483	4,107
Itapororoca	0,008	0,002
Itatuba	0,294	0,083
Jacaraú	0,082	0,017
Jericó	0,000	0,000
João Pessoa	243,229	61,092
Joca Claudino	0,002	0,000
Juarez Távora	0,018	0,004
Juazeirinho	0,534	0,107
Junco do Seridó	0,052	0,026
Juripiranga	0,030	0,007
Juru	0,001	0,000
Lagoa	0,000	0,000
Lagoa de Dentro	0,053	0,011
Lagoa Seca	1,003	0,275
Lastro	0,021	0,018
Livramento	0,000	0,000
Logradouro	0,003	0,001
Lucena	27,197	7,814
Mãe d'Água	0,000	0,000
Malta	0,176	0,064
Mamanguape	417,415	416,902
Manaíra	0,000	0,000
Marcação	0,000	0,000
Mari	0,205	0,058
Marizópolis	0,000	0,000

Município	Demanda Hídrica Indústria (L/s)	
	Captada	Consumo
Massaranduba	1,356	0,283
Mataraca	0,179	0,036
Matinhas	0,000	0,000
Mato Grosso	0,011	0,002
Maturéia	0,002	0,000
Mogeiro	6,976	1,335
Montadas	0,689	0,199
Monte Horebe	0,008	0,002
Monteiro	0,457	0,135
Mulungu	0,384	0,081
Natuba	0,004	0,001
Nazarezinho	0,006	0,001
Nova Floresta	0,159	0,032
Nova Olinda	0,000	0,000
Nova Palmeira	0,219	0,045
Olho d'Água	0,000	0,000
Olivedos	0,000	0,000
Ouro Velho	0,000	0,000
Parari	0,000	0,000
Passagem	0,010	0,002
Patos	22,755	4,989
Paulista	0,484	0,166
Pedra Branca	0,196	0,165
Pedra Lavrada	0,207	0,045
Pedras de Fogo	306,556	306,310
Pedro Régis	0,000	0,000
Piancó	1,063	0,221
Picuí	0,302	0,070
Pilar	0,071	0,021
Pilões	0,099	0,028
Pilõezinhos	0,221	0,091
Pirpirituba	0,126	0,079
Pitimbu	6,979	6,970
Pocinhos	1,257	0,209
Poço Dantas	0,006	0,001
Poço de José de Moura	0,001	0,000
Pombal	3,130	0,797
Prata	0,243	0,095
Princesa Isabel	0,179	0,115
Puxinanã	0,090	0,015
Queimadas	8,823	2,062
Quixabá	0,011	0,002
Remígio	0,266	0,120
Riachão	0,000	0,000
Riachão do Bacamarte	0,000	0,000
Riachão do Poço	0,000	0,000
Riacho de Santo Antônio	0,000	0,000
Riacho dos Cavalos	0,142	0,082
Rio Tinto	111,401	110,534
Salgadinho	0,058	0,012
Salgado de São Félix	0,000	0,000
Santa Cecília	0,059	0,012
Santa Cruz	0,063	0,013
Santa Helena	0,000	0,000
Santa Inês	0,028	0,023
Santa Luzia	1,817	0,618
Santa Rita	1018,624	930,419
Santa Teresinha	0,091	0,022

Município	Demanda Hídrica Indústria (L/s)	
	Captada	Consumo
Santana de Mangueira	0,000	0,000
Santana dos Garrotes	0,224	0,091
Santo André	0,000	0,000
São Bentinho	0,002	0,000
São Bento	4,033	3,055
São Domingos	0,013	0,003
São Domingos do Cariri	0,000	0,000
São Francisco	0,065	0,012
São João do Cariri	0,055	0,023
São João do Rio do Peixe	0,235	0,046
São João do Tigre	0,000	0,000
São José da Lagoa Tapada	0,145	0,031
São José de Caiana	0,048	0,041
São José de Espinharas	0,000	0,000
São José de Piranhas	0,273	0,100
São José de Princesa	0,000	0,000
São José do Bonfim	0,000	0,000
São José do Brejo do Cruz	0,000	0,000
São José do Sabugi	0,159	0,032
São José dos Cordeiros	0,000	0,000
São José dos Ramos	0,006	0,002
São Mamede	0,005	0,001
São Miguel de Taipu	0,016	0,003
São Sebastião de Lagoa de Roça	0,076	0,020
São Sebastião do Umbuzeiro	0,000	0,000
São Vicente do Seridó	0,000	0,000
Sapé	0,919	0,296
Serra Branca	0,006	0,001
Serra da Raiz	0,002	0,000
Serra Grande	0,000	0,000
Serra Redonda	4,137	0,788
Serraria	0,382	0,382
Sertãozinho	0,000	0,000
Sobrado	0,128	0,049
Solânea	0,117	0,035
Soledade	1,068	0,217
Sossêgo	0,000	0,000
Sousa	20,231	6,927
Sumé	0,311	0,091
Tacima	0,000	0,000
Taperoá	0,220	0,055
Tavares	0,007	0,001
Teixeira	0,047	0,009
Tenório	0,023	0,005
Triunfo	0,064	0,030
Uiraúna	0,299	0,059
Umbuzeiro	0,000	0,000
Várzea	0,926	0,188
Vieirópolis	0,000	0,000
Vista Serrana	0,004	0,001
Zabelê	0,016	0,004
Total	**3.117,8**	**2.403,0**

Em termos de demandas hídricas municipais, destacam-se os municípios de Santa Rita, Mamanguape, Caaporã, Pedras de Fogo, Campina Grande, João Pessoa, Rio Tinto, Guarabira e Cabedelo, com demandas hídricas que variam de 30 L/s a 1017 L/s, as quais totalizam 2838,2 L/s, representando 93% da demanda total industrial do Estado (**Figura 3.7**). Destacam-se distritos industriais de João Pessoa e Campina Grande, a indústria cimentícia e cerâmica de Caaporã e Pedras de Fogo, a fabricação de coque de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis em Cabedelo e Rio Tinto e a fabricação de produtos alimentícios em Guarabira.

Figura 3.7 - Relação da demanda hídrica industrial dos 10 maiores municípios e o total do Estado da Paraíba

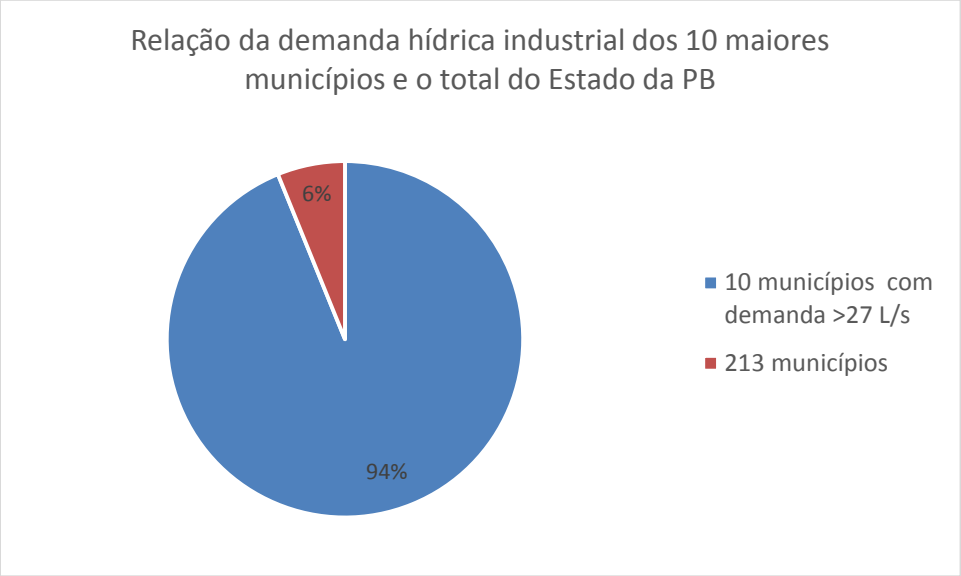
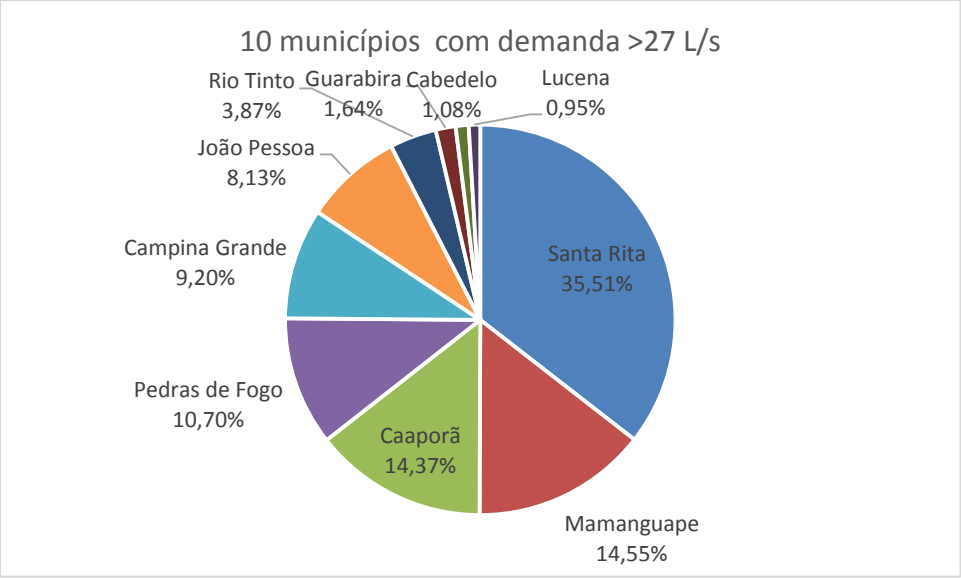


Figura 3.8 - Distribuição dos municípios com maior demanda hídrica industrial



Apresentam-se, na **Tabela 3.10**, os valores da demanda hídrica industrial por Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

Tabela 3.10 - Demanda hídrica industrial por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Demanda hídrica industrial (L/s)	
	Captação	Consumo
SBH do Rio do Peixe	22,80	6,62
SBH do Alto Rio Piranhas	9,18	2,90
SBH do Rio Piancó	16,33	5,40
SBH do Médio Rio Piranhas	13,49	5,97
SBH do Rio Espinharas	23,13	5,10
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	2,75	0,79
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	1,76	0,46
SBH do Rio Taperoá	4,05	0,87
SBH do Alto Rio Paraíba	1,34	0,44
SBH do Médio Rio Paraíba	217,72	47,69
SBH do Baixo Rio Paraíba	1.111,20	784,84
BH do Rio Trairi	0,08	0,02
BH do Rio Jacu	0,43	0,10
BH do Rio Curimataú	4,33	1,40
BH do Rio Mamanguape	341,70	285,61
BH do Rio Camaratuba	234,94	233,90
BH do Rio Guaju	0,14	0,03
BH do Rio Miriri	189,43	163,11
BH do Rio Gramame	414,44	352,88
BH do Rio Abiaí	508,61	504,90
Total	**3.117,8**	**2.403,0**

A SBH do baixo Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante dos recursos hídricos, para o setor industrial, com demanda hídrica de captação de 1.111,20 L/s e demanda hídrica de consumo de 784,84 L/s.

Agregando-se as sub-bacias em bacias hidrográficas, tem-se a distribuição apresentada na **Figura 3.9.** Comparando a demanda industrial e o PIB[8] (**Figura 3.10**), observa-se que os pontos de maior produto desse setor produtivo resulta em maior demanda hídrica nas bacias.

[8] Dados extraídos da Tabela 3.4.2 - Produto Interno Bruto por Setor de Atividades - 2016

Figura 3.9 - Demandas hídricas industriais por bacias hidrográficas

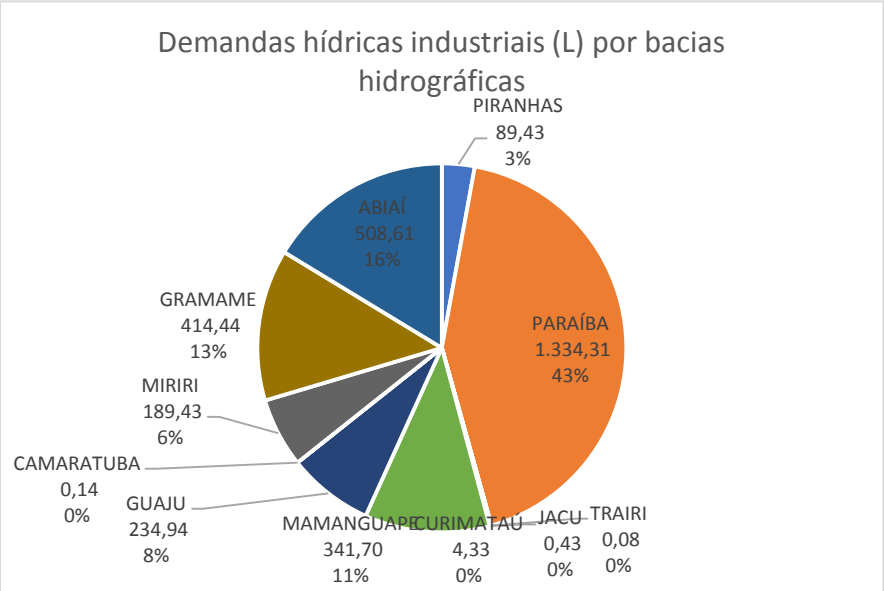
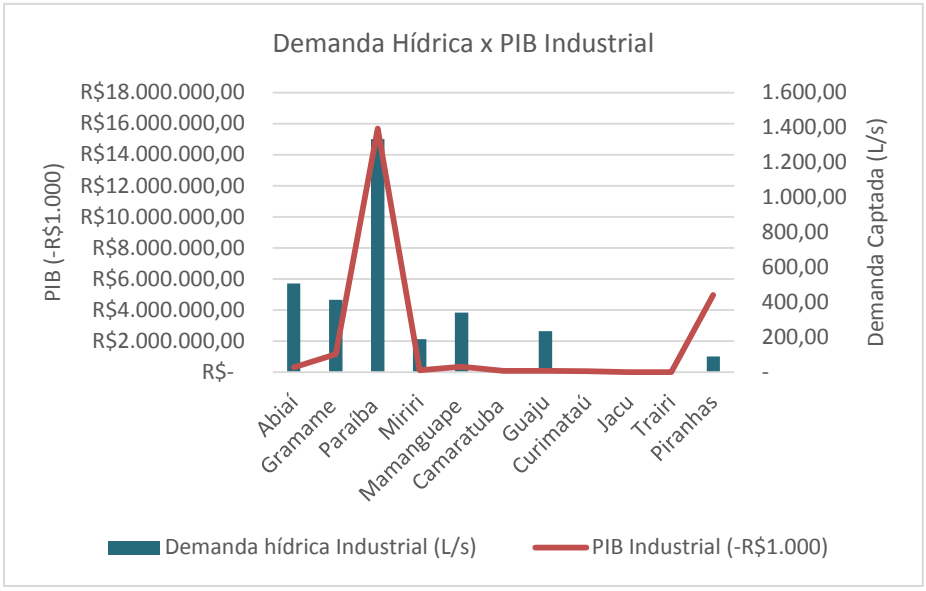


Figura 3.10 - Demanda hídrica e PIB industriais por bacias hidrográficas



A bacia hidrográfica do Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante de água para a indústria, com 43% do total (o que corresponde a 1.334,3 L/s), seguida pela bacia hidrográfica do Rio Abiaí com 16% do total (o que corresponde a 508,61 L/s).

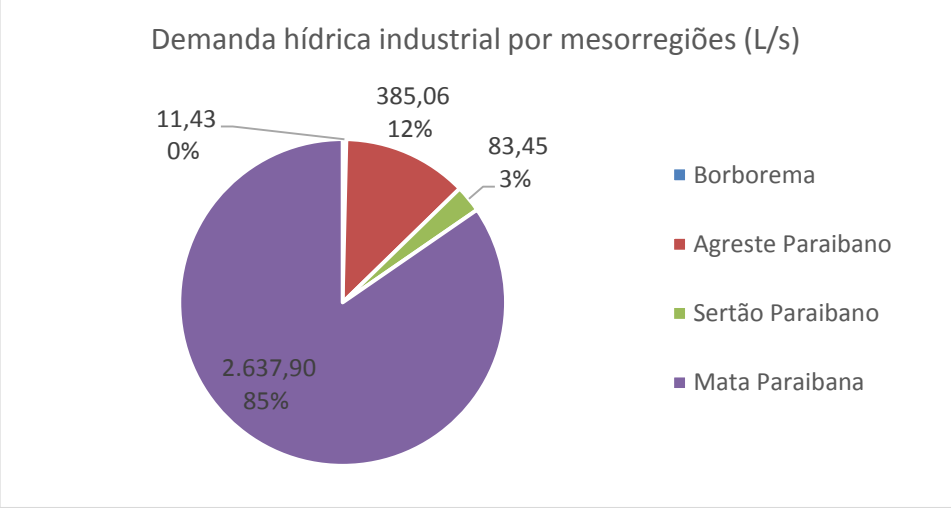
Os valores das demandas hídricas da indústria, por mesorregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.11**. Assim, observa-se uma baixíssima interiorização da indústria no Estado, com uma maior concentração das atividades industriais na mata paraibana.

Tabela 3.11 - Demanda hídrica da indústria por mesorregião

Mesorregiões	Demanda Hídrica Indústria (m³/s)	
	Captação	Consumo
Borborema	11,43	3,56
Agreste Paraibano	385,06	86,42
Sertão Paraibano	83,45	25,71
Mata Paraibana	2.637,90	2.287,32
Total	**3.117,84**	**2.403,00**

A representação gráfica da distribuição da demanda hídrica industrial por mesorregiões pode ser visualizada na **Figura 3.11**.

Figura 3.11 - Distribuição da demanda hídrica da indústria por mesorregião.



Os valores das demandas hídricas industriais, por microrregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.12**.

Tabela 3.12. Demanda hídrica da indústria por microrregião.

Microrregiões	Demanda Hídrica Indústria (L/s) (sem mineração)	
	Captação	Consumo
Brejo Paraibano	21,95	11,04
Cajazeiras	8,74	1,91
Campina Grande	288,35	62,22
Cariri Ocidental	1,34	0,40
Cariri Oriental	4,64	1,66
Catolé do Rocha	11,85	5,50
Curimataú Ocidental	3,08	0,65
Curimataú Oriental	0,74	0,26
Esperança	2,88	0,76
Guarabira	51,72	8,17
Itabaiana	16,25	3,31
Itaporanga	12,96	4,40
João Pessoa	1354,68	1015,15
Litoral Norte	529,10	527,50
Litoral Sul	745,08	741,29
Patos	22,87	5,02
Piancó	2,08	0,57
Sapé	9,04	3,38
Seridó Ocidental Paraibano	3,02	0,88
Seridó Oriental Paraibano	2,45	0,62
Serra do Teixeira	0,32	0,18
Sousa	24,64	8,14
Umbuzeiro	0,08	0,02
Total	**3117,84**	**2403,00**

Nas **Figuras 3.12** e **3.13**, apresenta-se a distribuição espacial das demandas hídricas de captação da indústria dos municípios e bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) do Estado da Paraíba.

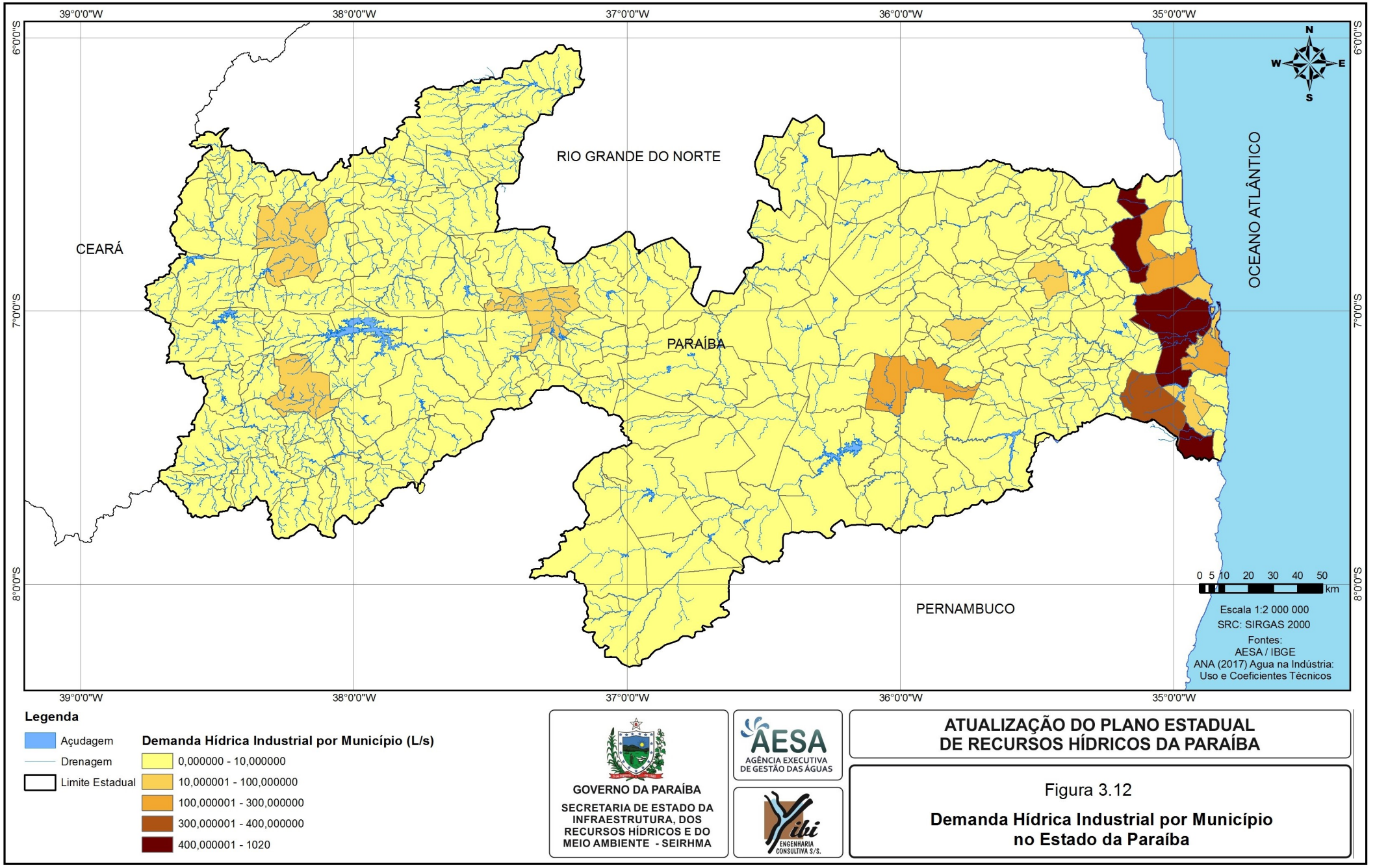
3.5 DEMANDA HÍDRICA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL

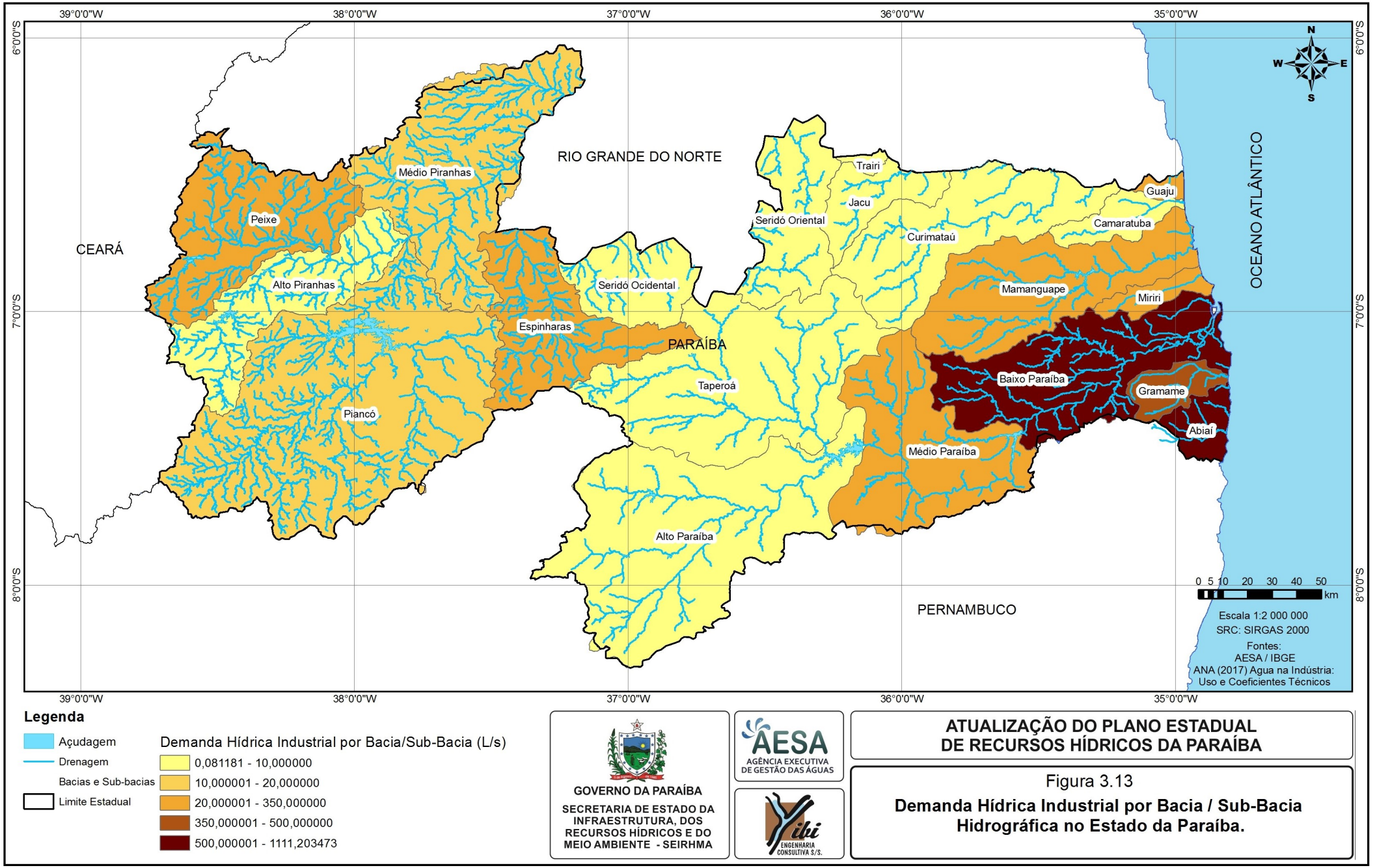
Para o cálculo da demanda hídrica para dessedentação animal, foi realizado, *a priori*, um levantamento do número de animais por rebanho, no Estado da Paraíba, considerando os anos de 2010 e de 2017, para observar a evolução do rebanho e verificar a influência da seca na criação animal. Na **Tabela 3.13**, apresenta-se a variação percentual do rebanho entre os anos de 2010 e 2017.

Tabela 3.13 - Rebanhos de animais do Estado da Paraíba nos anos 2010 e 2017

Espécie	Nº de cabeças		Variação (%)
	2010	2017	
Bovino	1.242.579	1.202.781	-3,3
Bubalino	707	957	26,1
Equino	48.073	55.965	14,1
Suíno - total	147.468	199.884	26,2
Caprino	600.607	613.919	2,2
Ovino	433.032	572.688	24,4
Galináceos - total	10.423.491	10.783.725	3,3
Galináceos - galinhas	2.318.020	2.335.433	0,7
Codornas	167.698	288.462	41,9

Fonte: Efetivo dos animais, por tipo de rebanho IBGE (2017).


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
N
W
E
S
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2 000 000
SRC: SIRGAS 2000
Fontes:
AESA / IBGE
ANA (2017) Agua na Indústria:
Uso e Coeficientes Técnicos
Legenda
Açudagem
Drenagem
Limite Estadual
Demanda Hídrica Industrial por Município (L/s)
0,000000 - 10,000000
10,000001 - 100,000000
100,000001 - 300,000000
300,000001 - 400,000000
400,000001 - 1020
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 3.12
Demanda Hídrica Industrial por Município no Estado da Paraíba



Legenda

- Açudagem
- Drenagem
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

Demanda Hídrica Industrial por Bacia/Sub-Bacia (L/s)

- 0,081181 - 10,000000
- 10,000001 - 20,000000
- 20,000001 - 350,000000
- 350,000001 - 500,000000
- 500,000001 - 1111,203473

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 3.13

Demanda Hídrica Industrial por Bacia / Sub-Bacia Hidrográfica no Estado da Paraíba.

Observou-se que não houve grande diminuição do rebanho bovino, entre os anos de 2010 e 2017, mesmo com a influência da seca que se iniciou em 2012. Em relação às demais espécies, houve aumento de animais, principalmente, bubalinos, suínos, ovinos e codornas.

A estimativa de demanda hídrica para a dessedentação animal foi realizada, considerando o número efetivo de rebanhos por município e a demanda unitária para cada espécie de animal (bovinos, bubalinos, equinos, caprinos, ovinos, suínos, aves).

A informação relativa ao rebanho foi obtida por meio da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE (2017). O consumo hídrico animal para a bacia foi estimado mediante a variável BEDA (Bovino-Equivalente para Demanda de Água), que estabelece a equivalência do consumo de água entre as diversas espécies de animais, sendo descrita na Equação (1) a seguir:

$$BEDA = Bovinos + Budalinos + \left(\frac{Equinos + Muares + Asininos}{1{,}25}\right) + \frac{Suino}{5} + \left(\frac{Caprino + Ovino}{6{,}25}\right) + \frac{Coelhos}{200} + \frac{Avinos}{250} \quad (1)$$

O valor da demanda hídrica unitária, para cada tipo de rebanho, pode ser observado na **Tabela 3.14** a seguir.

Tabela 3.14 - Valores BEDA por tipo de rebanho.

Tipo de Rebanho	Dessedentação (l/dia)	Relação BEDA
Bovinos	50	BEDA/1
Bubalinos	50	BEDA/1
Equinos, muares e asininos	40	BEDA/1,25
Suínos	10	BEDA/5
Ovinos e Caprinos	8	BEDA/6,25
Coelhos	0,25	BEDA/200
Avinos	0,20	BEDA/250

Fonte: Rebouças *et al.* (2006).

Os dados do rebanho de animais foram agrupados segundo os portes e espécies e seus quantitativos podem ser visualizados na **Tabela 3.15**.

Tabela 3.15 - Quantitativo de animais por porte e espécie no Estado.

Porte	Espécie	Quantidade de animais
Grande porte	Bovino	1.202.781
	Bubalino	957
	Equino	55.965
Médio porte	Suíno	199.884
	Caprino	613.919
	Ovino	572.688
Pequeno porte	Galináceos total	10.783.725
	Codornas	288.462

Fonte: IBGE (2017)

Os valores de BEDA foram calculados segundo a equação (1). A demanda hídrica foi calculada utilizando uma demanda hídrica unitária do bovino igual a 50 L/dia (Rebouças *et al.*, 2006). O coeficiente de consumo adotado foi de 20%, o que significa que os outros 80% retornam para o meio ambiente. Os cálculos foram efetuados por tipo de rebanho e por

município, bem como em bacias/sub-bacias, hidrográficas, mesorregiões e microrregiões. Apresentam-se, na **Tabela 3.16**, as demandas hídricas da dessedentação animal por município.

Tabela 3.16 - Demandas hídricas da dessedentação animal por município.

Municípios	Demanda hídrica da dessedentação animal (L/s)	
	Retirada	Consumo
Água Branca	3,86	0,77
Aguiar	4,32	0,86
Alagoa Grande	9,74	1,95
Alagoa Nova	2,87	0,57
Alagoinha	4,77	0,95
Alcantil	3,04	0,61
Algodão de Jandaíra	1,67	0,33
Alhandra	2,29	0,46
Amparo	1,85	0,37
Aparecida	2,70	0,54
Araçagi	10,07	2,01
Arara	2,66	0,53
Araruna	5,74	1,15
Areia	6,96	1,39
Areia de Baraúnas	0,85	0,17
Areial	1,03	0,21
Aroeiras	6,04	1,21
Assunção	1,45	0,29
Baía da Traição	0,69	0,14
Bananeiras	10,00	2,00
Baraúna	0,75	0,15
Barra de Santa Rosa	6,63	1,33
Barra de Santana	7,52	1,50
Barra de São Miguel	4,16	0,83
Bayeux	0,32	0,06
Belém	6,62	1,32
Belém do Brejo do Cruz	5,66	1,13
Bernardino Batista	0,90	0,18
Boa Ventura	2,41	0,48
Boa Vista	4,72	0,94
Bom Jesus	1,15	0,23
Bom Sucesso	3,60	0,72
Bonito de Santa Fé	3,94	0,79
Boqueirão	7,50	1,50
Borborema	1,34	0,27
Brejo do Cruz	4,66	0,93
Brejo dos Santos	2,04	0,41
Caaporã	1,34	0,27
Cabaceiras	3,55	0,71
Cabedelo	0,15	0,03
Cachoeira dos Índios	4,03	0,81
Cacimba de Areia	2,15	0,43
Cacimba de Dentro	3,49	0,70
Cacimbas	1,10	0,22
Caiçara	4,71	0,94
Cajazeiras	11,52	2,30
Cajazeirinhas	4,20	0,84
Caldas Brandão	2,05	0,41
Camalaú	4,32	0,86
Campina Grande	10,23	2,05
Capim	1,15	0,23
Caraúbas	3,55	0,71
Carrapateira	1,26	0,25

Municípios	Demanda hídrica da dessedentação animal (L/s)	
	Retirada	Consumo
Casserengue	2,45	0,49
Catingueira	4,42	0,88
Catolé do Rocha	7,88	1,58
Caturité	4,11	0,82
Conceição	7,61	1,52
Condado	4,74	0,95
Conde	1,72	0,34
Congo	2,44	0,49
Coremas	8,04	1,61
Coxixola	1,70	0,34
Cruz do Espírito Santo	1,69	0,34
Cubati	2,26	0,45
Cuité	6,24	1,25
Cuité de Mamanguape	2,61	0,52
Cuitegi	1,85	0,37
Curral de Cima	4,22	0,84
Curral Velho	2,37	0,47
Damião	2,73	0,55
Desterro	2,42	0,48
Diamante	2,85	0,57
Dona Inês	3,38	0,68
Duas Estradas	2,17	0,43
Emas	3,29	0,66
Esperança	4,05	0,81
Fagundes	3,77	0,75
Frei Martinho	2,09	0,42
Gado Bravo	5,88	1,18
Guarabira	9,22	1,84
Gurinhém	11,68	2,34
Gurjão	2,61	0,52
Ibiara	2,81	0,56
Igaracy	4,32	0,86
Imaculada	3,40	0,68
Ingá	6,91	1,38
Itabaiana	7,00	1,40
Itaporanga	7,28	1,46
Itapororoca	4,74	0,95
Itatuba	8,58	1,72
Jacaraú	4,33	0,87
Jericó	4,26	0,85
João Pessoa	3,87	0,77
Joca Claudino	0,95	0,19
Juarez Távora	1,41	0,28
Juazeirinho	4,20	0,84
Junco do Seridó	1,45	0,29
Juripiranga	1,38	0,28
Juru	4,52	0,90
Lagoa	1,68	0,34
Lagoa de Dentro	4,90	0,98
Lagoa Seca	3,31	0,66
Lastro	2,25	0,45
Livramento	3,01	0,60
Logradouro	2,50	0,50
Lucena	0,34	0,07
Mãe d'Água	1,00	0,20
Malta	2,62	0,52
Mamanguape	3,38	0,68
Manaíra	4,31	0,86
Marcação	0,36	0,07

Municípios	Demanda hídrica da dessedentação animal (L/s)	
	Retirada	Consumo
Mari	6,75	1,35
Marizópolis	0,97	0,19
Massaranduba	4,82	0,96
Mataraca	0,87	0,17
Matinhas	0,69	0,14
Mato Grosso	1,36	0,27
Maturéia	1,55	0,31
Mogeiro	6,95	1,39
Montadas	1,36	0,27
Monte Horebe	1,07	0,21
Monteiro	15,76	3,15
Mulungu	10,90	2,18
Natuba	2,72	0,54
Nazarezinho	5,06	1,01
Nova Floresta	0,78	0,16
Nova Olinda	1,61	0,32
Nova Palmeira	1,26	0,25
Olho d'Água	5,98	1,20
Olivedos	2,96	0,59
Ouro Velho	2,31	0,46
Parari	2,10	0,42
Passagem	0,99	0,20
Patos	7,66	1,53
Paulista	12,87	2,57
Pedra Branca	2,04	0,41
Pedra Lavrada	1,48	0,30
Pedras de Fogo	4,84	0,97
Pedro Régis	1,74	0,35
Piancó	10,18	2,04
Picuí	5,57	1,11
Pilar	2,85	0,57
Pilões	0,90	0,18
Pilõezinhos	1,44	0,29
Pirpirituba	2,75	0,55
Pitimbu	0,43	0,09
Pocinhos	8,94	1,79
Poço Dantas	0,97	0,19
Poço de José de Moura	2,89	0,58
Pombal	17,21	3,44
Prata	2,71	0,54
Princesa Isabel	7,60	1,52
Puxinanã	3,21	0,64
Queimadas	10,67	2,13
Quixaba	0,84	0,17
Remígio	2,61	0,52
Riachão	1,72	0,34
Riachão do Bacamarte	1,25	0,25
Riachão do Poço	1,52	0,30
Riacho de Santo Antônio	1,69	0,34
Riacho dos Cavalos	4,91	0,98
Rio Tinto	1,57	0,31
Salgadinho	0,80	0,16
Salgado de São Félix	3,43	0,69
Santa Cecília	3,24	0,65
Santa Cruz	3,23	0,65
Santa Helena	6,65	1,33
Santa Inês	2,66	0,53
Santa Luzia	4,23	0,85
Santa Rita	3,65	0,73

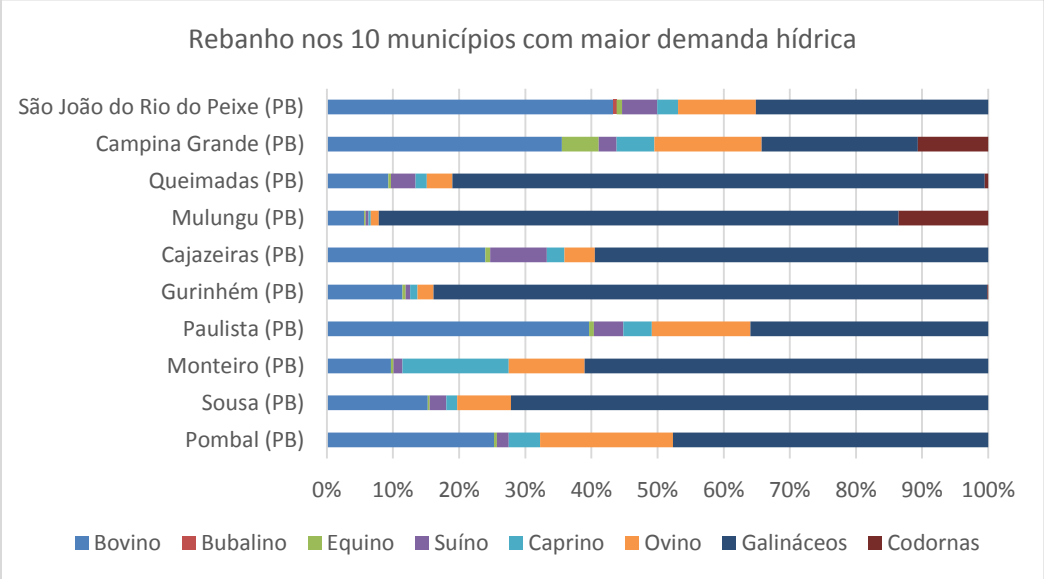
Municípios	Demanda hídrica da dessedentação animal (L/s)	
	Retirada	Consumo
Santa Teresinha	4,58	0,92
Santana de Mangueira	3,13	0,63
Santana dos Garrotes	4,91	0,98
Santo André	2,44	0,49
São Bentinho	3,14	0,63
São Bento	6,22	1,24
São Domingos	3,49	0,70
São Domingos do Cariri	1,72	0,34
São Francisco	2,23	0,45
São João do Cariri	4,41	0,88
São João do Rio do Peixe	10,23	2,05
São João do Tigre	4,43	0,89
São José da Lagoa Tapada	5,16	1,03
São José de Caiana	2,42	0,48
São José de Espinharas	9,07	1,81
São José de Piranhas	10,13	2,03
São José de Princesa	3,38	0,68
São José do Bonfim	1,54	0,31
São José do Brejo do Cruz	3,21	0,64
São José do Sabugi	3,03	0,61
São José dos Cordeiros	3,19	0,64
São José dos Ramos	2,84	0,57
São Mamede	4,21	0,84
São Miguel de Taipu	2,84	0,57
São Sebastião de Lagoa de Roça	1,80	0,36
São Sebastião do Umbuzeiro	4,34	0,87
São Vicente do Seridó	2,39	0,48
Sapé	5,16	1,03
Serra Branca	6,09	1,22
Serra da Raiz	1,50	0,30
Serra Grande	1,15	0,23
Serra Redonda	1,96	0,39
Serraria	2,71	0,54
Sertãozinho	1,71	0,34
Sobrado	1,99	0,40
Solânea	6,84	1,37
Soledade	8,00	1,60
Sossêgo	1,44	0,29
Sousa	16,10	3,22
Sumé	8,09	1,62
Tacima	8,99	1,80
Taperoá	7,41	1,48
Tavares	5,59	1,12
Teixeira	1,50	0,30
Tenório	1,17	0,23
Triunfo	4,61	0,92
Uiraúna	5,39	1,08
Umbuzeiro	3,70	0,74
Várzea	2,66	0,53
Vieirópolis	2,92	0,58
Vista Serrana	0,79	0,16
Zabelê	2,54	0,51
Total	**881,15**	**176,23**

Em termos gerais, a demanda hídrica da dessedentação animal captada totalizou 881,15 L/s, e a demanda hídrica da dessedentação animal consumida totalizou 176,2 L/s. Na **Tabela 3.17**, estão listados os municípios com maior demanda conforme rebanho apresentado na bacia/sub-bacia hidrográfica correspondente.

Tabela 3.17 - Dez maiores demandas de dessedentação animal por município.

N	Município	Sede na bacia/sub-bacia	Demanda hídrica dessedentação animal (L/s)	
			Retirada	Consumo
1	Pombal	SBH do Rio do Piancó	17,21	3,44
2	Sousa	SBH do Rio do Peixe	16,10	3,22
3	Monteiro	SBH do Alto Rio Paraíba	15,76	3,15
4	Paulista	SBH do Médio Rio Piranhas	12,87	2,57
5	Gurinhém	SBH do Baixo Rio Paraíba	11,68	2,34
6	Cajazeiras	SBH do Rio do Peixe	11,52	2,30
7	Mulungu	BH do Rio Mamanguape	10,90	2,18
8	Queimadas	SBH do Médio Rio Paraíba	10,67	2,13
9	Campina Grande	SBH do Médio Rio Paraíba	10,23	2,05
10	São João do Rio do Peixe	SBH do Rio do Peixe	10,23	2,05
		Total	127,2	25,4
		Total PB	881,2	176,2
		Percentual em relação ao Total PB	14%	

Figura 3.14 - Distribuição do rebanho nos 10 municípios com maior demanda de dessedentação animal.



Os valores das demandas hídricas para a dessedentação animal captadas e consumidas, por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) são apresentados na **Tabela 3.18** e na **Figura 3.15**. Observa-se uma predominância das demandas, nas sub-bacias e regiões das bacias dos Rios Piranhas e Paraíba e na bacia do Rio Mamanguape.

Tabela 3.18 - Demanda hídrica para a dessedentação animal por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

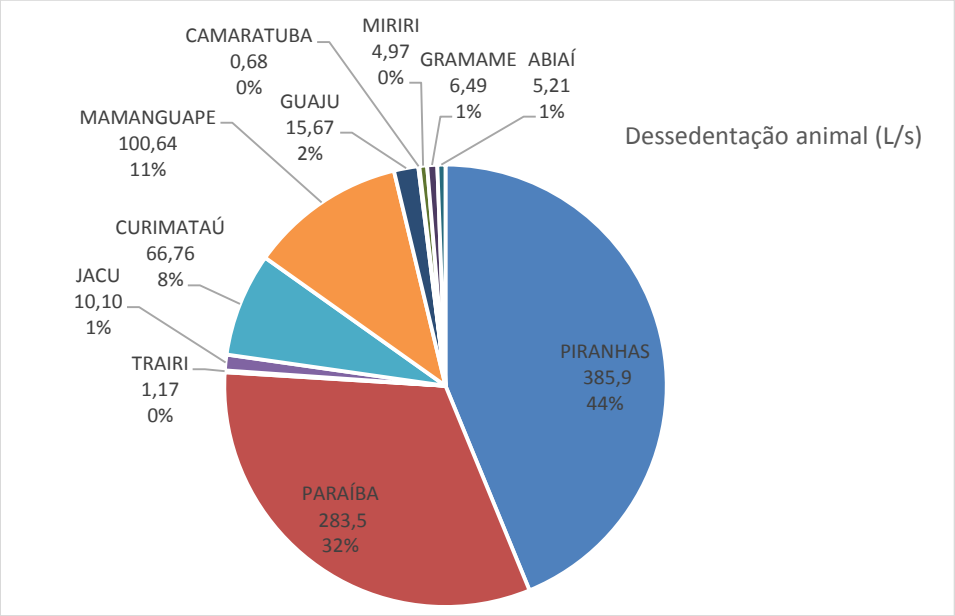
Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Demanda hídrica para dessedentação animal (L/s)	
	Retirada	Consumo
SBH do Rio do Peixe	75,83	15,17
SBH do Alto Rio Piranhas	44,29	8,86
SBH do Rio Piancó	130,47	26,09
SBH do Médio Rio Piranhas	73,20	14,64
SBH do Rio Espinharas	32,45	6,49
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	14,66	2,93
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	17,27	3,45
SBH do Rio Taperoá	55,51	11,10
SBH do Alto Rio Paraíba	67,81	13,56
SBH do Médio Rio Paraíba	70,45	14,09
SBH do Baixo Rio Paraíba	88,33	17,67
BH do Rio Trairi	1,17	0,23
BH do Rio Jacu	10,10	2,02
BH do Rio Curimataú	66,76	13,35
BH do Rio Mamanguape	100,64	20,13
BH do Rio Camaratuba	15,67	3,13
BH do Rio Guaju	0,68	0,14
BH do Rio Miriri	4,15	0,83
BH do Rio Gramame	6,49	1,30
BH do Rio Abiaí	5,21	1,04
Total	**881,15**	**176,23**

Figura 3.15 - Demanda hídrica para a dessedentação animal por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).



Agregando-se as sub-bacias em bacias hidrográficas, tem-se a distribuição apresentada na **Figura 3.16**.

Figura 3.16 - Distribuição da demanda hídrica de dessedentação animal (L/s) por bacia/hidrográfica.



A bacia hidrográfica do Rio Piranhas apresenta-se como a maior demandante de água para dessedentação animal, com 44% do total (o que corresponde a 385,9 L/s), seguida pela bacia hidrográfica do Rio Paraíba, com 32% do total (o que corresponde a 283,5 L/s).

Os valores das demandas hídricas da dessedentação animal, por mesorregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.19**.

Tabela 3.19 - Demanda hídrica da dessedentação animal por mesorregião no Estado da Paraíba.

Mesorregiões	Demanda hídrica da dessedentação animal (L/s)	
	Retirada	Consumo
Borborema	157,56	31,51
Agreste Paraibano	299,36	59,87
Sertão Paraibano	352,57	70,51
Mata Paraibana	71,66	14,33
Total	**881,15**	**176,23**

A representação gráfica da distribuição da demanda hídrica para dessedentação animal pode ser visualizada na **Figura 3.17**.

Os valores das demandas hídricas da dessedentação animal por microrregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.20**.

Figura 3.17 - Distribuição da demanda hídrica da dessedentação animal por mesorregião.

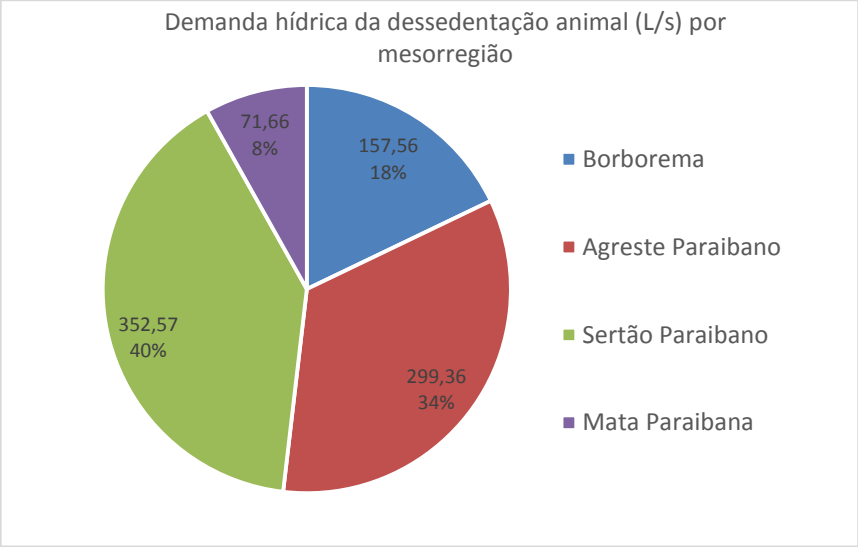
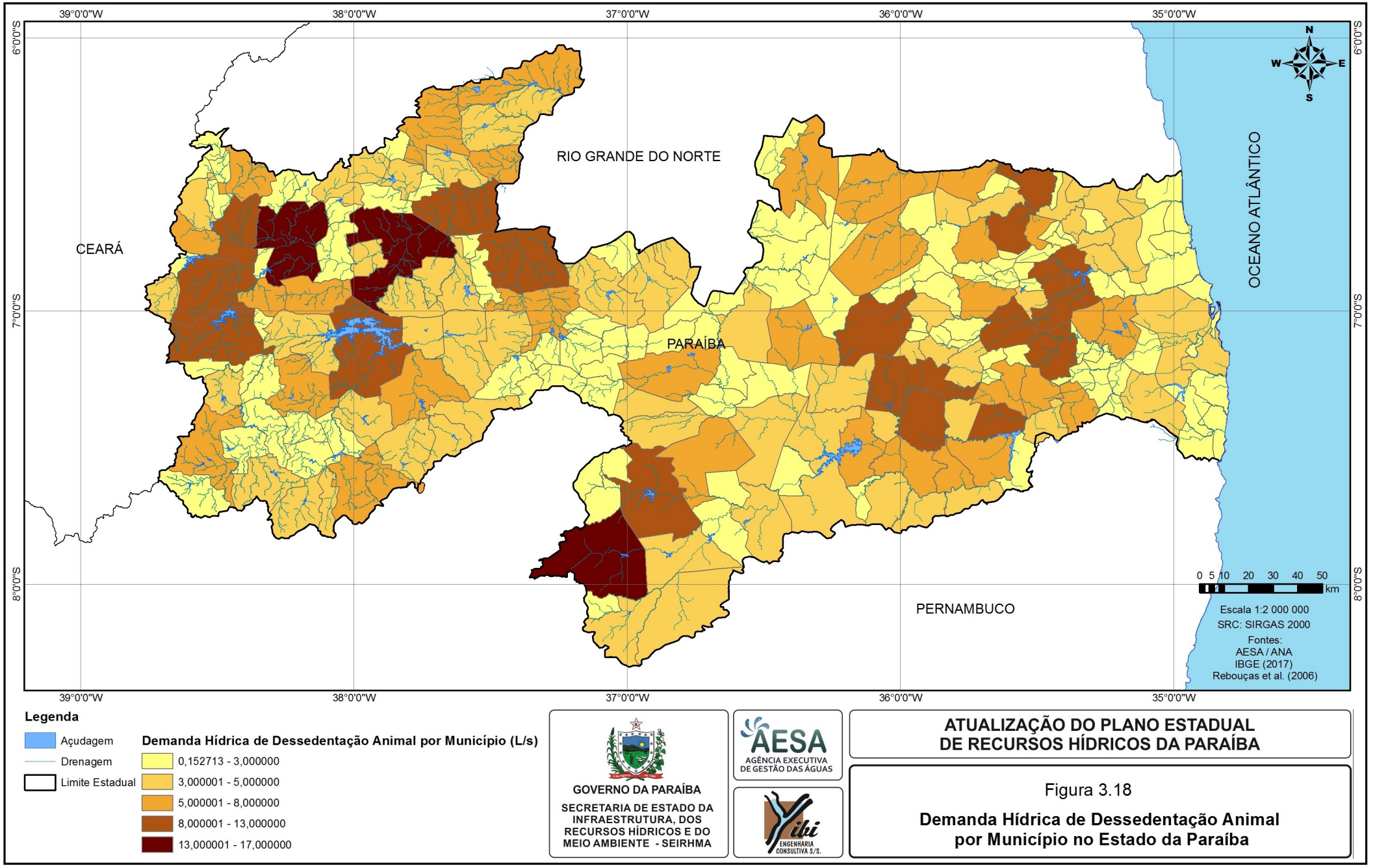
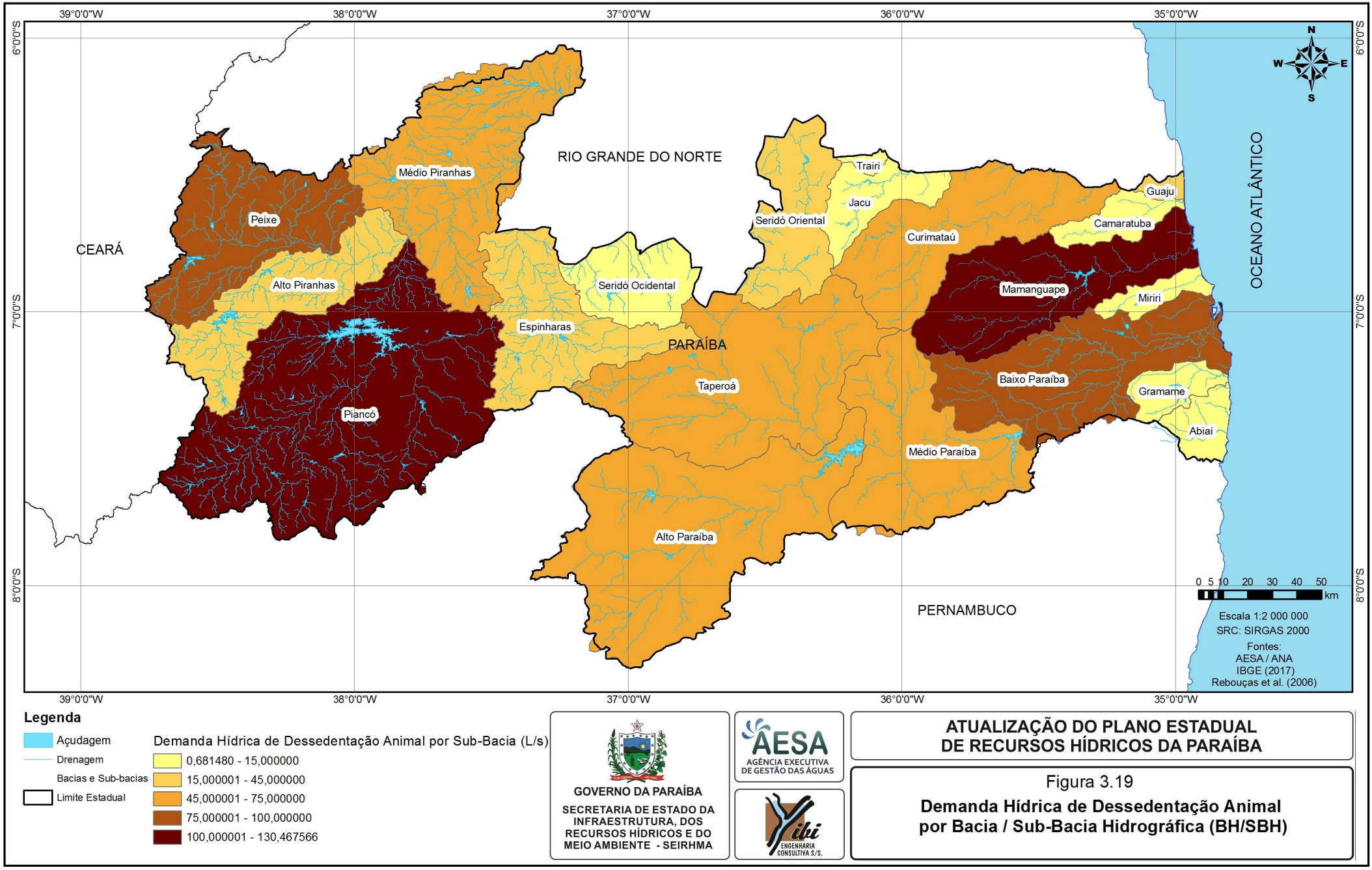


Tabela 3.20 - Demanda hídrica da dessedentação animal por microrregião.

Microrregiões	Demanda hídrica da dessedentação animal (L/s)	
	Captação	Consumo
Brejo Paraibano	35,20	7,04
Cajazeiras	65,69	13,14
Campina Grande	42,70	8,54
Cariri Ocidental	73,72	14,74
Cariri Oriental	46,30	9,26
Catolé do Rocha	45,49	9,10
Curimataú Ocidental	44,65	8,93
Curimataú Oriental	32,63	6,53
Esperança	8,23	1,65
Guarabira	65,10	13,02
Itabaiana	49,25	9,85
Itaporanga	36,73	7,35
João Pessoa	10,06	2,01
Litoral Norte	25,67	5,13
Litoral Sul	8,91	1,78
Patos	28,69	5,74
Piancó	47,08	9,42
Sapé	27,02	5,40
Seridó Ocidental Paraibano	16,38	3,28
Seridó Oriental Paraibano	21,16	4,23
Serra do Teixeira	39,23	7,85
Sousa	89,67	17,93
Umbuzeiro	21,59	4,32
Total	**881,15**	**176,23**

Nas **Figuras 3.18** e **3.19**, apresenta-se a distribuição espacial das demandas hídricas de captação de dessedentação animal dos municípios e da bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) do Estado da Paraíba.


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
N
W
E
S
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2 000 000
SRC: SIRGAS 2000
Fontes:
AESA / ANA
IBGE (2017)
Rebouças et al. (2006)
Legenda
Açudagem
Drenagem
Limite Estadual
Demanda Hídrica de Dessedentação Animal por Município (L/s)
0,152713 - 3,000000
3,000001 - 5,000000
5,000001 - 8,000000
8,000001 - 13,000000
13,000001 - 17,000000
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 3.18
Demanda Hídrica de Dessedentação Animal por Município no Estado da Paraíba


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Taperoá
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2 000 000
SRC: SIRGAS 2000
Fontes:
AESA / ANA
IBGE (2017)
Rebouças et al. (2006)
Legenda
Açudagem
Drenagem
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
Demanda Hídrica de Dessedentação Animal por Sub-Bacia (L/s)
0,681480 - 15,000000
15,000001 - 45,000000
45,000001 - 75,000000
75,000001 - 100,000000
100,000001 - 130,467566
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 3.19
Demanda Hídrica de Dessedentação Animal por Bacia / Sub-Bacia Hidrográfica (BH/SBH)

3.6 DEMANDA HÍDRICA AGRÍCOLA

Inicialmente, foi realizado um levantamento das culturas cultivadas, no Estado da Paraíba, considerando os anos de 2010 e de 2017, para verificar a influência da seca na implantação de áreas plantadas e irrigadas (**Figura 3.20**).

Observou-se que houve uma diminuição das áreas plantadas da maioria das culturas. Das 35 culturas cultivadas, houve diminuição de área plantada em 29 culturas. A Paraíba possuía um total de 444.990 hectares, no ano de 2010, e no ano de 2017 apresentou um total de 341.593 hectares, ou seja, uma diminuição de 23,24% em área plantada.

Entretanto, as áreas plantadas de fruticultura do abacaxi, mamão, maracujá, melão, limão e uva tiveram incremento, a maioria delas na zona da mata litorânea do Estado. Na **Figura 3.20** a seguir, apresentam-se alguns exemplos da evolução das áreas plantadas, entre 2010 e 2017.

Nesse sentido, é possível inferir que a demanda hídrica atual não será a demanda hídrica potencial instalada no Estado, em função da retração sofrida pelo setor em função, principalmente, da seca (2012-2018).

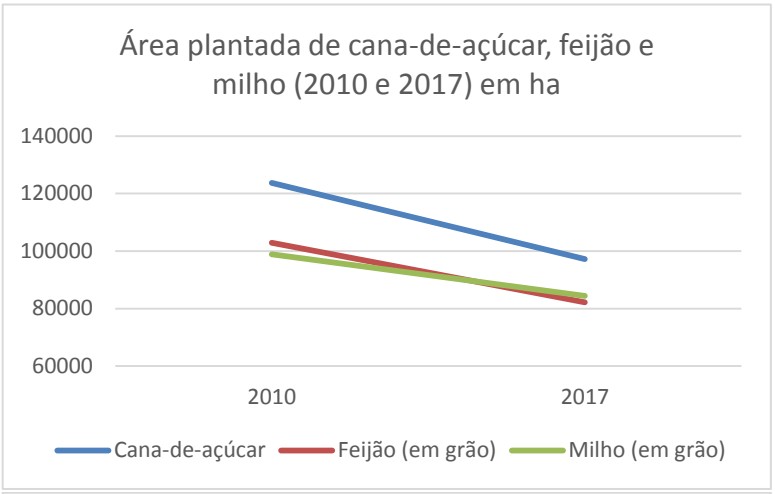
A demanda hídrica agrícola foi calculada a partir da evapotranspiração das culturas cultivadas no Estado (Equação 2).

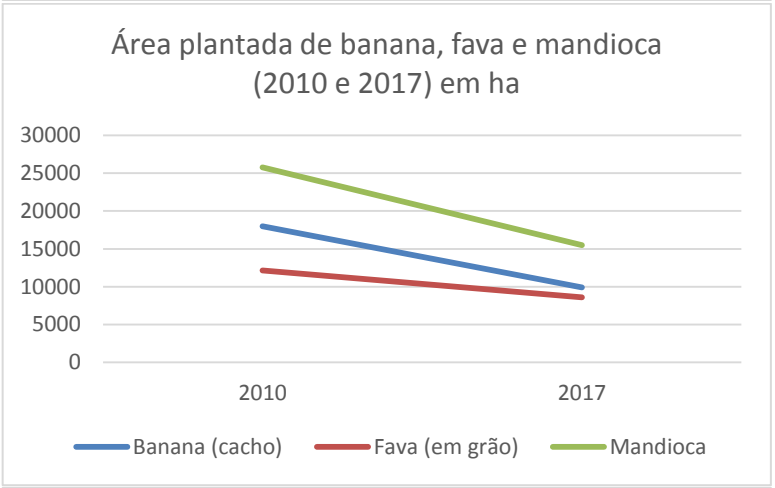
$$EVT = Kc \times ETo \times \text{Área plantada} \qquad (2)$$

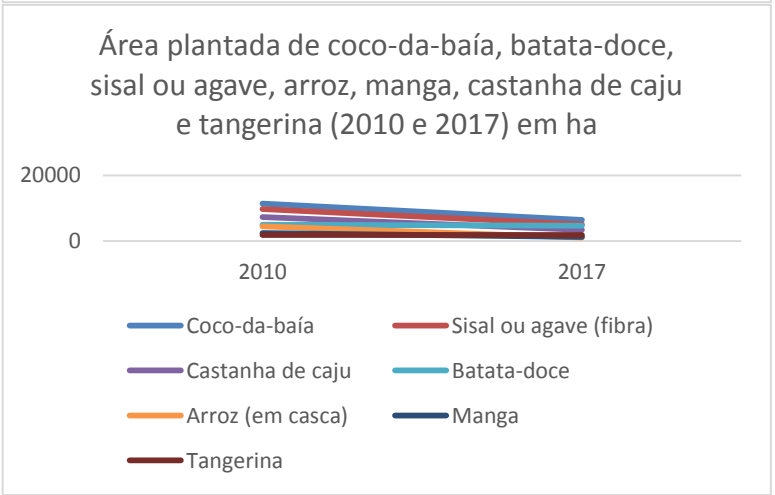
Os valores de Kc foram obtidos pela literatura (GOMES, 1999; MANTOVANI, BERNARDO e PALARETTI, 2009), o valor de evapotranspiração de referência de cada município foi obtido em Francisco; Medeiros; Santos (2018), e a área das culturas irrigáveis foi retirada do SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática, ano base 2017.

Os cálculos foram efetuados por cultura/município ou bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). Apresentam-se, na **Tabela 3.21**, as demandas hídricas agrícolas por município.

Figura 3.20 - Área plantada 2010-2017 de feijão, milho e cana-de-açúcar na Paraíba, em ha.







Fonte: IBGE (2018) ou SIDRA (2017)

Tabela 3.21 - Demanda hídrica agrícola, por municípios

Município	Demanda hídrica Total (L/s)
Água Branca	5,77
Aguiar	9,49
Alagoa Grande	559,95
Alagoa Nova	1.052,87
Alagoinha	160,8
Alcantil	2,13
Algodão de Jandaíra	-
Alhandra	216,13
Amparo	-
Aparecida	93,13
Araçagi	233,59
Arara	6,04
Araruna	63,62
Areia	725,21
Areia de Baraúnas	4,35
Areial	8,57
Aroeiras	11,14
Assunção	-
Baía da Traição	684,96
Bananeiras	656,28
Baraúna	2,72
Barra de Santa Rosa	-
Barra de Santana	9,33
Barra de São Miguel	26,82
Bayeux	2,41
Belém	40,17
Belém do Brejo do Cruz	1,53
Bernardino Batista	0,38
Boa Ventura	14,37
Boa Vista	-
Bom Jesus	2,2
Bom Sucesso	1,89
Bonito de Santa Fé	25,24
Boqueirão	29,65
Borborema	280,88
Brejo do Cruz	1,52
Brejo dos Santos	1,38
Caaporã	413,99
Cabaceiras	18,07
Cabedelo	-
Cachoeira dos Índios	3,45
Cacimba de Areia	5,78
Cacimba de Dentro	16,77
Cacimbas	2,99
Caiçara	20,77
Cajazeiras	12,53
Cajazeirinhas	3,29
Caldas Brandão	12,6
Camalaú	2,12
Campina Grande	34,78
Capim	611,94
Caraúbas	6,02
Carrapateira	3,57
Casserengue	-
Catingueira	14,24
Catolé do Rocha	2,71
Caturité	3,54
Conceição	72,66
Condado	-

Município	Demanda hídrica Total (L/s)
Conde	302,62
Congo	16,46
Coremas	21,37
Coxixola	3,05
Cruz do Espírito Santo	1.701,90
Cubati	-
Cuité	18,11
Cuité de Mamanguape	235,99
Cuitegi	76,99
Curral de Cima	152,4
Curral Velho	10,05
Damião	-
Desterro	8,45
Diamante	22
Dona Inês	11,34
Duas Estradas	22,43
Emas	9,08
Esperança	20,08
Fagundes	22,94
Frei Martinho	2,64
Gado Bravo	-
Guarabira	70,67
Gurinhém	23,8
Gurjão	0,26
Ibiara	46,85
Igaracy	5,26
Imaculada	5,57
Ingá	23,48
Itabaiana	103,63
Itaporanga	66,95
Itapororoca	1.132,07
Itatuba	12,03
Jacaraú	670,4
Jericó	2,92
João Pessoa	84,17
Joca Claudino	-
Juarez Távora	12,03
Juazeirinho	3,48
Junco do Seridó	2,96
Juripiranga	1.544,96
Juru	28,26
Lagoa	1,18
Lagoa de Dentro	17,66
Lagoa Seca	129,56
Lastro	-
Livramento	5,6
Logradouro	10,04
Lucena	1.358,32
Mãe d'Água	4,61
Malta	2,84
Mamanguape	3.107,11
Manaíra	1,77
Marcação	1.052,69
Mari	954,78
Marizópolis	21,16
Massaranduba	13,72
Mataraca	1.168,60
Matinhas	72,23
Mato Grosso	4,31
Maturéia	2,52

Município	Demanda hídrica Total (L/s)
Mogeiro	9,6
Montadas	15,11
Monte Horebe	4,87
Monteiro	24,69
Mulungu	22,39
Natuba	220,63
Nazarezinho	20,36
Nova Floresta	23,56
Nova Olinda	24,19
Nova Palmeira	2,86
Olho d'Água	48,47
Olivedos	-
Ouro Velho	5,59
Parari	1,9
Passagem	1,28
Patos	17,68
Paulista	26,66
Pedra Branca	68,91
Pedra Lavrada	2,79
Pedras de Fogo	6.980,01
Pedro Régis	59,41
Piancó	3,6
Picuí	47,23
Pilar	60,85
Pilões	441,93
Pilõezinhos	118,1
Pirpirituba	80,54
Pitimbu	796,48
Pocinhos	3,41
Poço Dantas	1,87
Poço de José de Moura	19,81
Pombal	24,24
Prata	20,49
Princesa Isabel	9,14
Puxinanã	14,45
Queimadas	6,46
Quixaba	2,61
Remígio	33,06
Riachão	2,84
Riachão do Bacamarte	1,85
Riachão do Poço	37,82
Riacho de Santo Antônio	-
Riacho dos Cavalos	5,05
Rio Tinto	3.484,00
Salgadinho	-
Salgado de São Félix	28,49
Santa Cecília	3,42
Santa Cruz	2,75
Santa Helena	25,86
Santa Inês	6,47
Santa Luzia	3,83
Santa Rita	5.489,00
Santa Teresinha	18,96
Santana de Mangueira	9,64
Santana dos Garrotes	80,43
Santo André	2,78
São Bentinho	2,81
São Bento	9,73
São Domingos	6,34
São Domingos do Cariri	9,71

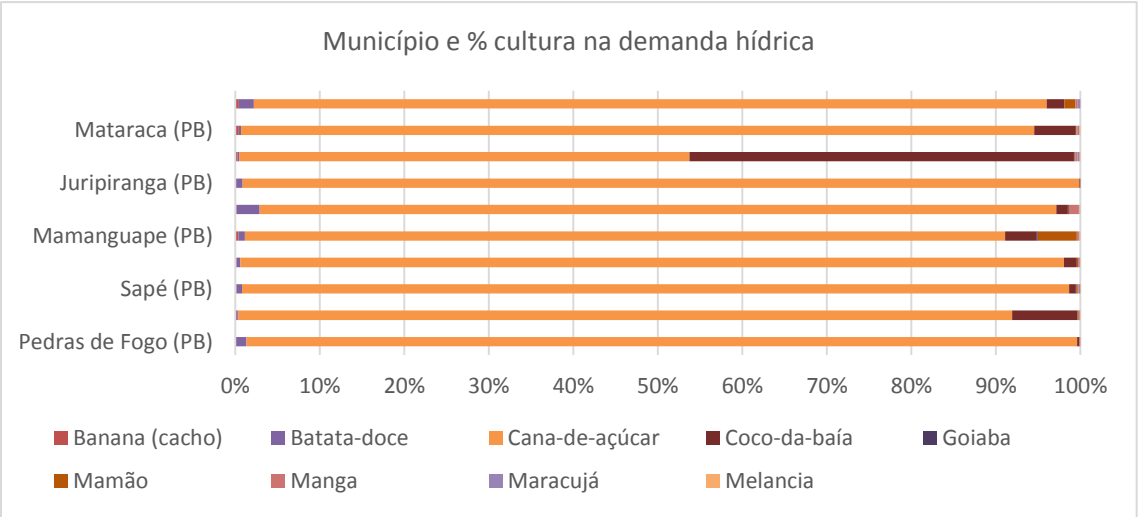
Município	Demanda hídrica Total (L/s)
São Francisco	4,61
São João do Cariri	2
São João do Rio do Peixe	33,96
São João do Tigre	0,26
São José da Lagoa Tapada	9,12
São José de Caiana	5,16
São José de Espinharas	55,52
São José de Piranhas	18,54
São José de Princesa	8,59
São José do Bonfim	5,67
São José do Brejo do Cruz	2,53
São José do Sabugi	2,05
São José dos Cordeiros	0,36
São José dos Ramos	49,79
São Mamede	5,32
São Miguel de Taipu	50,15
São Sebastião de Lagoa de Roça	61,4
São Sebastião do Umbuzeiro	1,94
São Vicente do Seridó	1,16
Sapé	3.612,74
Serra Branca	2,65
Serra da Raiz	32,54
Serra Grande	4,4
Serra Redonda	18,97
Serraria	298,84
Sertãozinho	9,07
Sobrado	185,26
Solânea	43,81
Soledade	-
Sossêgo	-
Sousa	230,2
Sumé	21,82
Tacima	29,97
Taperoá	6,93
Tavares	17,75
Teixeira	6,79
Tenório	1,38
Triunfo	1,56
Uiraúna	0,55
Umbuzeiro	5,83
Várzea	-
Vieirópolis	4,05
Vista Serrana	0,57
Zabelê	1,29
Total	**43.974,84**

Na **Tabela 3.22**, estão listados os municípios com maior demanda agrícola, baseada na área plantada irrigável das culturas, conforme distribuição apresentada na **Figura 3.21**. A demanda de cana-de-açúcar é mais significativa.

Tabela 3.22 - 10 municípios com maior demanda agrícola do Estado da Paraíba.

N	Município	Sede na baci/sub-bacia hidrográfica de	Demanda Hídrica Agrícola (L/s) Captada
1	Pedras de Fogo	BH do Rio Gramame	6.980,01
2	Santa Rita	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	5.489,00
3	Sapé	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	3.612,74
4	Rio Tinto	BH do Rio Mamanguape	3.484,00
5	Mamanguape	BH do Rio Mamanguape	3.107,11
6	Cruz do Espírito Santo	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	1.701,90
7	Juripiranga	SBH do Baixo Curso do Rio Paraíba	1.544,96
8	Lucena	BH do Rio Miriri	1.358,32
9	Mataraca	BH do Rio Camaratuba	1.168,60
10	Itapororoca	BH do Rio Mamanguape	1.132,07
		Total	**29.578,72**
		Total PB	**43.974,84**
		Percentual	**67%**

Figura 3.21 - Distribuição das culturas por município com maior demanda hídrica agrícola (irrigação) do Estado da Paraíba



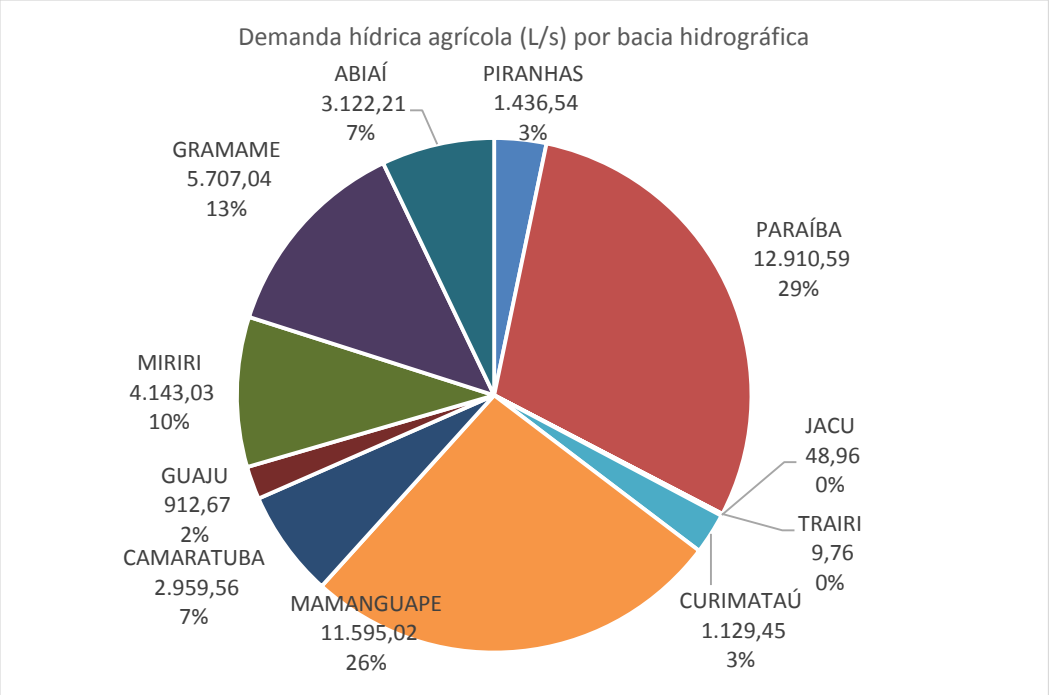
Apresentam-se, na **Tabela 3.23**, os valores da demanda hídrica agrícola baseada na área plantada irrigável por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

Tabela 3.23 - Demanda hídrica agrícola por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Demanda hídrica agrícola (L/s)
SBH do Rio Peixe	290,82
SBH do Alto Rio Piranhas	243,46
SBH do Rio Piancó	642,08
SBH do Médio Rio Piranhas	73,95
SBH do Rio Espinharas	119,31
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	14,05
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	2.985,47
SBH do Rio Taperoá	737,96
SBH do Alto Rio Paraíba	156,59
SBH do Médio Rio Paraíba	315,59
SBH do Baixo Rio Paraíba	9.833,26
BH do Rio Trairi	9,76
BH do Rio Jacu	48,96
BH do Rio Curimataú	1.129,45
BH do Rio Mamanguape	11.595,02
BH do Rio Camaratuba	2.959,56
BH do Rio Guaju	912,67
BH do Rio Miriri	3.077,61
BH do Rio Gramame	5.707,04
BH do Rio Abiaí	3.122,21
Total	**43.974,84**

Agregando-se as sub-bacias em bacias hidrográficas, tem-se a seguinte distribuição (**Figura 3.22**):

Figura 3.22 - Demanda hídrica agrícola (L/s), por bacia hidrográfica



A bacia hidrográfica do Rio Paraíba aparece como maior demandante de água (29%, o que corresponde a 12.910,59 L/s) para uso agrícola em função, principalmente, das grandes áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

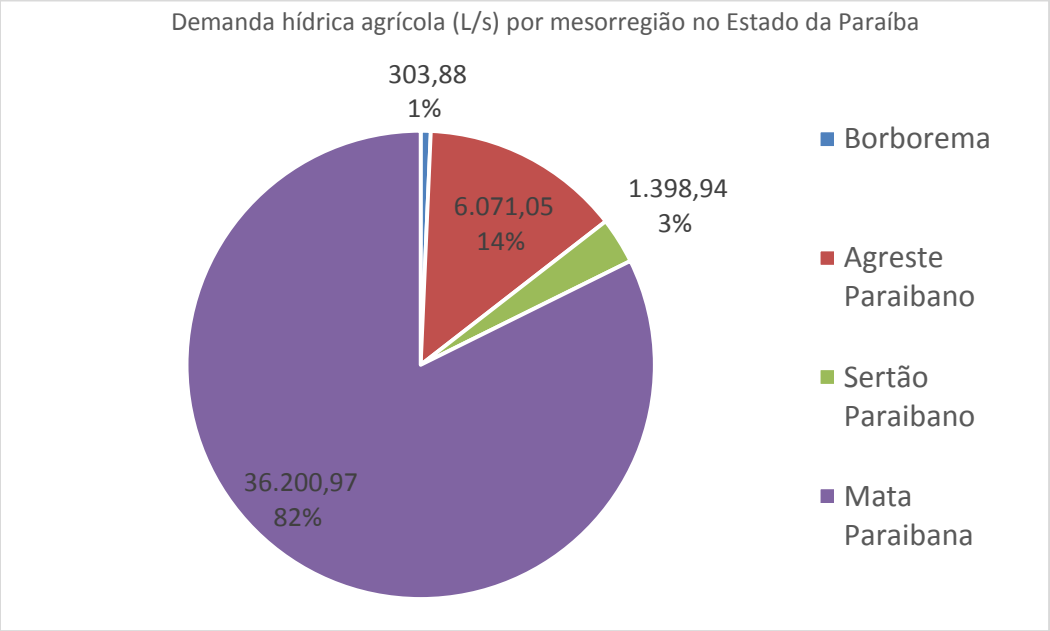
Os valores das demandas hídricas agrícola, por mesorregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.24**.

Tabela 3.24 - Demanda hídrica agrícola por mesorregião no Estado da Paraíba.

Mesorregiões	Demanda hídrica agrícola (L/s)
Borborema	303,88
Agreste Paraibano	6.071,05
Sertão Paraibano	1.398,94
Mata Paraibana	36.200,97
Total	**43.974,84**

A representação gráfica da distribuição da demanda hídrica agrícola pode ser visualizada na **Figura 3.23**.

Figura 3.23 - Distribuição da demanda hídrica agrícola por mesorregião no Estado da Paraíba.



Os valores das demandas hídricas agrícola por microrregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.25**.

Tabela 3.25 - Demanda hídrica agrícola por microrregião no Estado da Paraíba

Microrregiões	Demanda hídrica agrícola (L/s)
Brejo Paraibano	4088,19
Cajazeiras	154,41
Campina Grande	240,88
Cariri Ocidental	115,16
Cariri Oriental	110,33
Catolé do Rocha	34,75
Curimataú Ocidental	84,18
Curimataú Oriental	168,35
Esperança	105,16
Guarabira	915,78
Itabaiana	227,50
Itaporanga	327,45
João Pessoa	7236,52
Litoral Norte	12359,59
Litoral Sul	8406,61
Patos	116,47
Piancó	216,13
Sapé	8198,25
Seridó Ocidental Paraibano	14,15
Seridó Oriental Paraibano	64,24
Serra do Teixeira	97,58
Sousa	452,15
Umbuzeiro	241,02
Total	**43.974,84**

É importante ressaltar que o potencial agrícola do Estado não se restringe às demandas hídricas apresentadas anteriormente. Tais demandas foram calculadas, considerando-se os dados de áreas plantadas irrigadas, com base no ano de 2017, ano em que ainda houve incidência direta da seca. Tal fato evidencia a demanda hídrica agrícola igual a 0,0 L/s, em alguns municípios do Cariri e sertão paraibanos.

Uma simulação realizada com os dados de áreas plantadas irrigadas, no ano de 2010, apontou que a demanda hídrica agrícola do Estado da Paraíba atingiu 61.423,21 L/s, ou seja 28% superior à demanda hídrica agrícola estimada para o ano de 2017.

Em período de chuvas normais, é possível que a demanda hídrica agrícola atinja esses valores, podendo até ser expandida, em função das áreas de irrigação que serão implantadas com o advento do PISF e com a garantia hídrica que o projeto oferece.

Segundo as projeções feitas pelo MAPA (2017), a área plantada poderá apresentar variação percentual de 17,3% (2016/17 a 2026/27), em termos nacionais. Especificamente para a cana-de-açúcar, a área poderá aumentar cerca de 16,3% até o ano 2026, por meio da redução de área de outras lavouras e também em áreas de pastagens.

O canal Acauã-Araçagi (Vertentes Litorâneas)[9] (em obras 2019) também induzirá um aumento na produção agrícola, na região das bacias dos Rios Mamanguape e Camaratuba, com um aumento na oferta de até 10 m³/s, a capacidade máxima do canal, para essas bacias.

[9]https://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/apresentacao/2017/29-11-2017-MI-SECPARAIBA.pdf

Nas **Figuras 3.24** e **3.25**, apresenta-se a distribuição espacial da demanda hídrica agrícola dos municípios e BH/SBH do Estado da Paraíba.

É importante destacar que não foi possível dissociar a demanda hídrica agrícola da demanda hídrica de agroindústria, uma vez que o censo da produção agrícola, os cadastros de usuários de água e os cadastros das indústrias não fazem essa distinção.

Agregando-se as demandas agrícolas e de dessedentação animal das sub-bacias hidrográficas em bacias hidrográficas, tem-se a distribuição da demanda agropecuária apresentada na **Figura 3.26**. Comparando a demanda agropecuária e o PIB[10] (**Figura 3.27**), observa-se que os locais de maior produção desse setor produtivo correspondem a maior demanda hídrica nas bacias.

3.7 DEMANDA HÍDRICA DA MINERAÇÃO

A mineração inclui os processos de extração de substâncias minerais do meio natural. Esses processos são estabelecidos, de acordo com o minério, o meio e a técnica utilizada para a extração. Assim, o volume de água a ser usado também depende desses elementos.

ANA (2019) calculou a demanda de mineração, associando a produção mineral (toneladas/ano), por tipo ou grupo de substância, com coeficientes técnicos (volume de água médio necessário para a produção de cada tonelada). Contudo, as séries históricas de volume da produção mineral estão disponíveis apenas no agregado nacional.

Como a produção mineral do Estado da Paraíba não está disponível para consulta, optou-se por estimar a demanda hídrica para a mineração no Estado, a partir do banco de dados de outorgas da AESA, que inclui as outorgas em corpos hídricos de domínio do da Paraíba, e as outorgas para mineração no âmbito de rios de domínio da União foram coletadas a partir do Painel de Outorgas da ANA[11]. Não foram consideradas as outorgas vencidas.

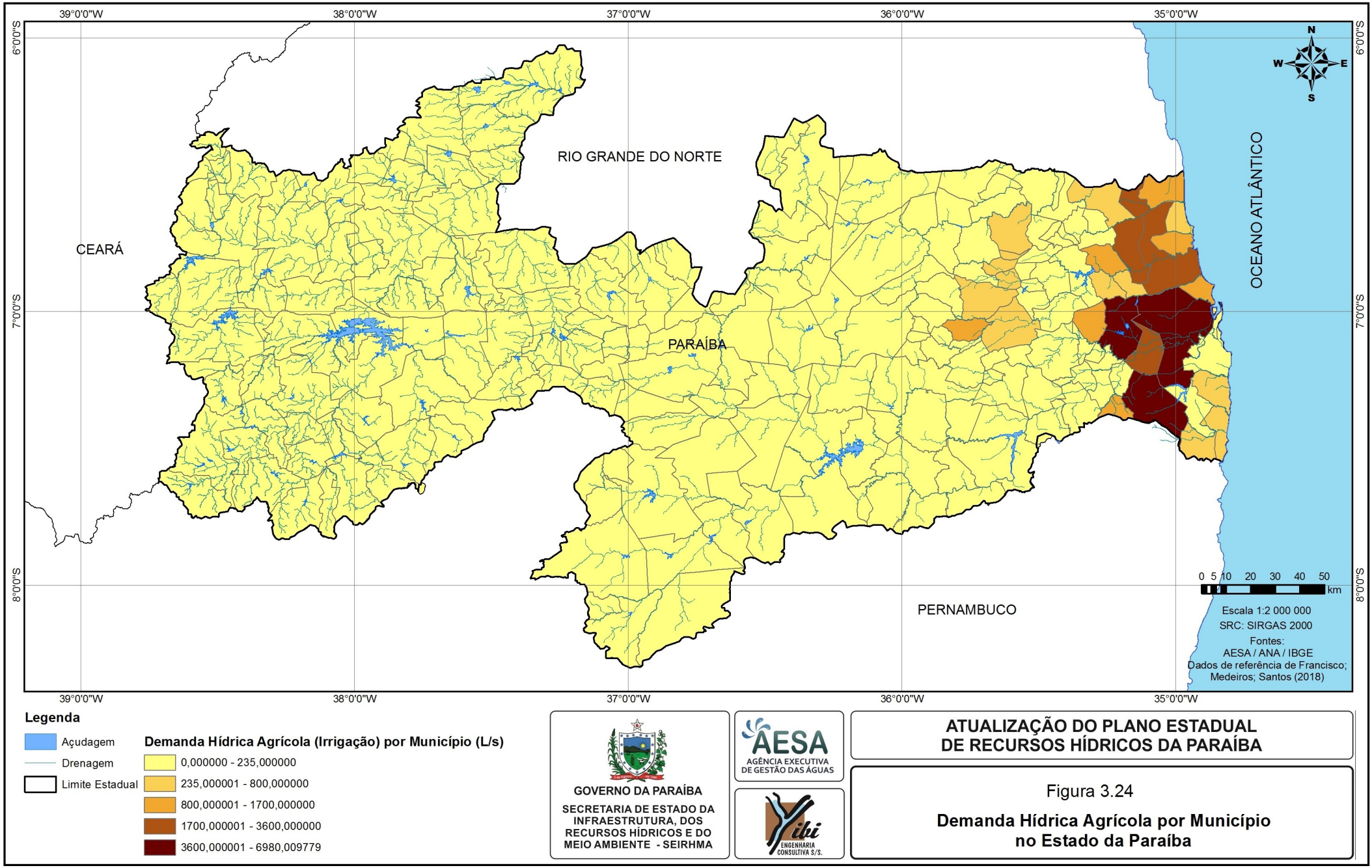
As demandas hídricas da mineração por município estão apresentadas na **Tabela 3.26**.

Tabela 3.26 - Demandas hídricas da mineração por município (L/s)

Município	Vazões outorgadas (L/s)
João Pessoa (PB)	4,17
Junco do Seridó (PB)	0,64
Patos (PB)	2,84
Pitimbu (PB)	8,33
Santa Cruz (PB)	0,21
Total	**16,19**

*Os municípios sem demanda hídrica para mineração foram suprimidos da tabela.

[10] Dados extraídos da Tabela 3.4.2 - Produto Interno Bruto por Setor de Atividades - 2016
[11] Disponível online em: https://www.ana.gov.br/regulacao/principais-servicos/outorgas-emitidas



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 3.24

Demanda Hídrica Agrícola por Município no Estado da Paraíba

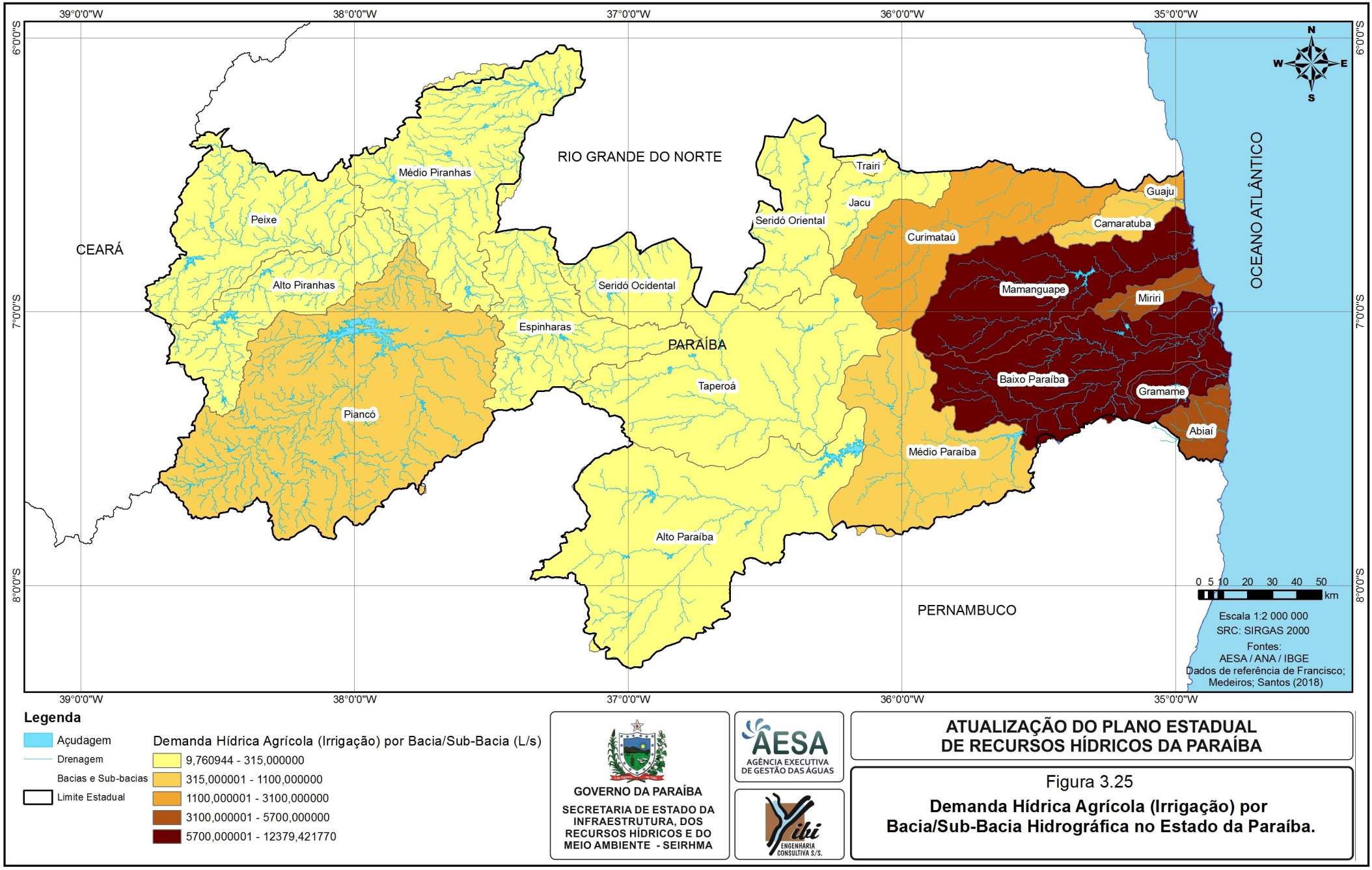

39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Espinharas
Taperoá
Piancó
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2 000 000
SRC: SIRGAS 2000
Fontes:
AESA / ANA / IBGE
Dados de referência de Francisco;
Medeiros; Santos (2018)
Legenda
Açudagem
Drenagem
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
Demanda Hídrica Agrícola (Irrigação) por Bacia/Sub-Bacia (L/s)
9,760944 - 315,000000
315,000001 - 1100,000000
1100,000001 - 3100,000000
3100,000001 - 5700,000000
5700,000001 - 12379,421770
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 3.25
Demanda Hídrica Agrícola (Irrigação) por Bacia/Sub-Bacia Hidrográfica no Estado da Paraíba.

Figura 3.26 - Demanda hídrica agropecuária por bacias hidrográficas

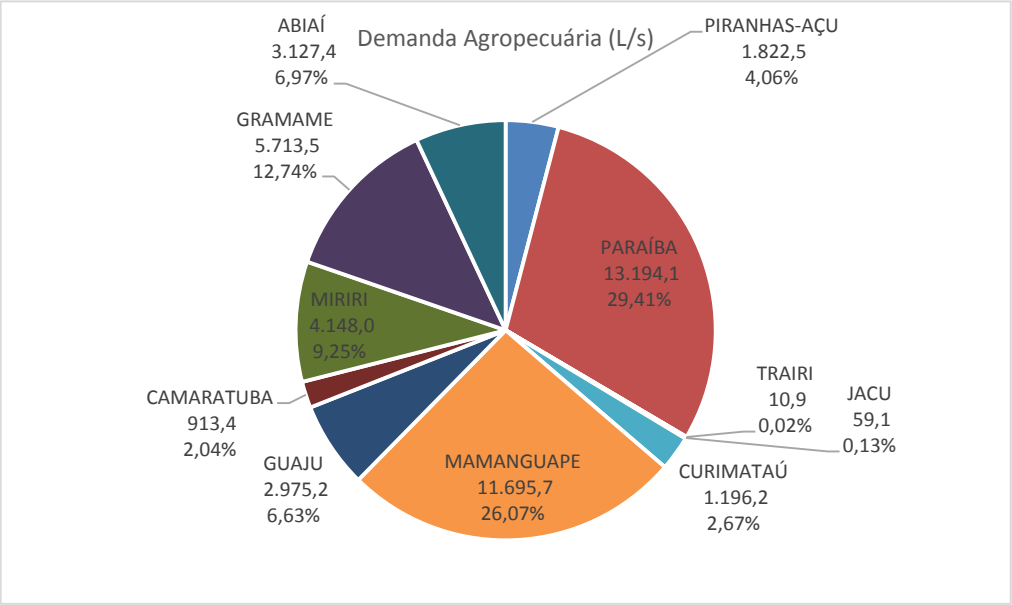
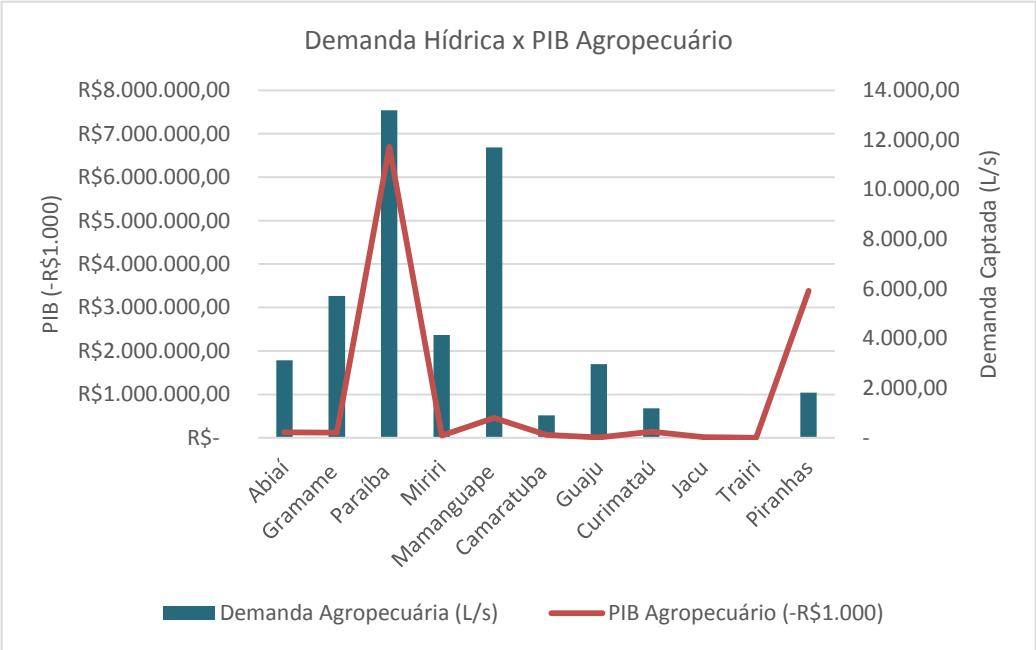


Figura 3.27 - Demanda hídrica e PIB agropecuários por bacias hidrográficas



Em termos de demandas hídricas municipais, destacam-se os municípios de Pitimbu e João Pessoa, com demandas hídricas superiores a 4 L/s.

Apresentam-se, na **Tabela 3.27**, os valores da demanda hídrica de mineração por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

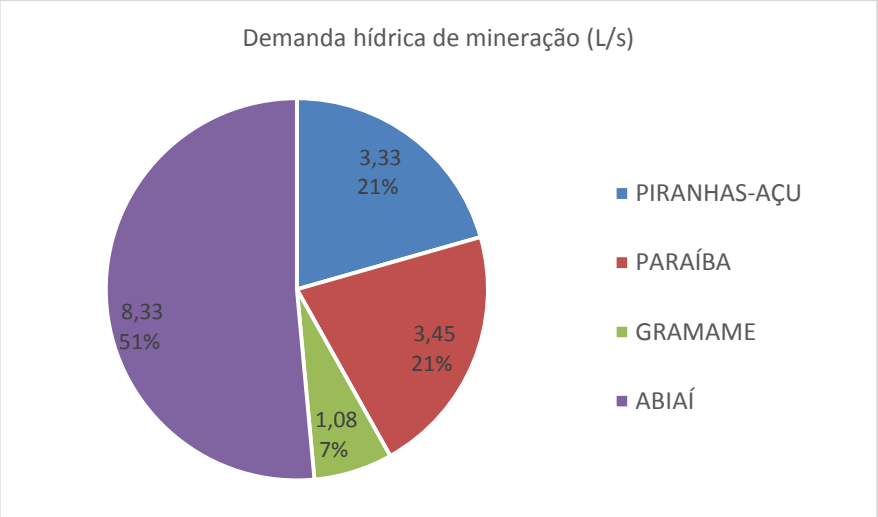
A bacia hidrográfica do Rio Abiaí apresenta-se como a maior demandante dos recursos hídricos para o setor da mineração, com demanda hídrica de captação de 8,33 L/s.

Tabela 3.27 - Demanda hídrica de mineração por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Demanda hídrica de mineração (L/s)
	Captação
SBH do Rio do Peixe	0,188
SBH do Alto Rio Piranhas	0,000
SBH do Rio Piancó	0,000
SBH do Médio Rio Piranhas	0,021
SBH do Rio Espinharas	2,844
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	0,280
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	0,000
SBH do Rio Taperoá	0,358
SBH do Alto Rio Paraíba	0,000
SBH do Médio Rio Paraíba	0,000
SBH do Baixo Rio Paraíba	3,088
BH do Rio Trairi	0,000
BH do Rio Jacu	0,000
BH do Rio Curimataú	0,000
BH do Rio Mamanguape	0,000
BH do Rio Camaratuba	0,000
BH do Rio Guaju	0,000
BH do Rio Miriri	0,000
BH do Rio Gramame	1,079
BH do Rio Abiaí	8,333
Total	**16,192**

Agregando-se as sub-bacias hidrográficas em bacias hidrográficas, tem-se a seguinte distribuição (**Figura 3.28**):

Figura 3.28 - Demandas hídricas de mineração por bacias hidrográficas no Estado da Paraíba



A representação gráfica da distribuição da demanda hídrica de mineração por mesorregiões pode ser visualizada na **Tabela 3.28.**

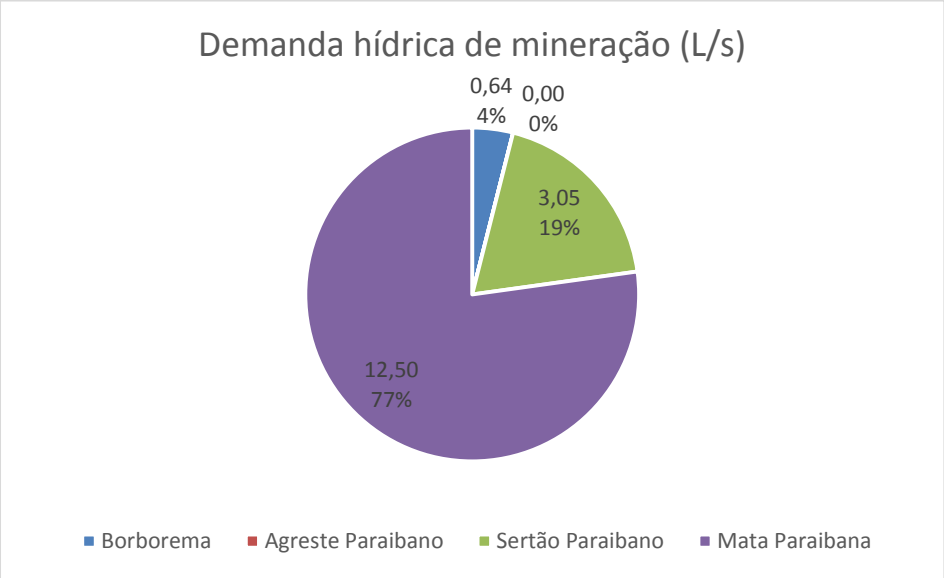
Tabela 3.28 - Distribuição da demanda hídrica de mineração por mesorregião no Estado da Paraíba

Mesorregiões	Demanda Hídrica Mineração (L/s)
	Captação
Borborema	0,64
Agreste Paraibano	0,00
Sertão Paraibano	3,05
Mata Paraibana	12,50
Total	**16,19**

A representação gráfica da distribuição da demanda hídrica de mineração por mesorregiões pode ser visualizada na **Figura 3.29**.

Nas **Figuras 3.30** e **3.31**, apresenta-se a distribuição espacial das demandas hídricas de captação de mineração dos municípios e BH/SBH do Estado da Paraíba.

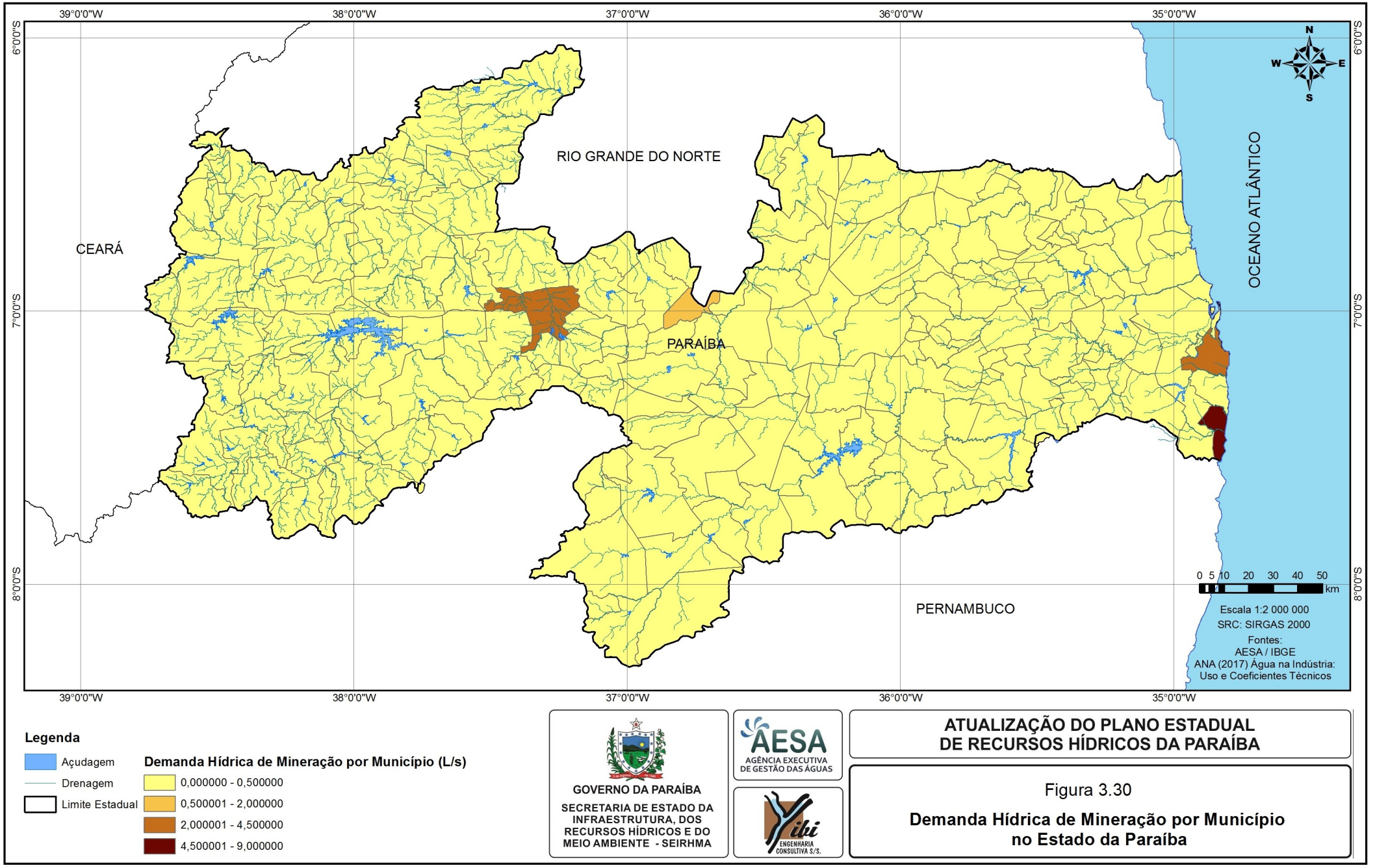
Figura 3.29 - Distribuição da demanda hídrica de mineração por mesorregião, no Estado da Paraíba



Os valores das demandas hídricas de mineração por microrregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.29**.

Tabela 3.29 - Demanda hídrica de mineração por microrregião do Estado da Paraíba

Microrregiões	Demanda Hídrica de Mineração (L/s)
	Captada
Brejo Paraibano	0,00
Cajazeiras	0,00
Campina Grande	0,00
Cariri Ocidental	0,00
Cariri Oriental	0,00
Catolé do Rocha	0,00
Curimataú Ocidental	0,00
Curimataú Oriental	0,00
Esperança	0,00
Guarabira	0,00
Itabaiana	0,00
Itaporanga	0,00
João Pessoa	4,17
Litoral Norte	0,00
Litoral Sul	8,33
Patos	2,84
Piancó	0,00
Sapé	0,00
Seridó Ocidental Paraibano	0,64
Seridó Oriental Paraibano	0,00
Serra do Teixeira	0,00
Sousa	0,21
Umbuzeiro	0,00
Total	**16,19**



GOVERNO DA PARAÍBA

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

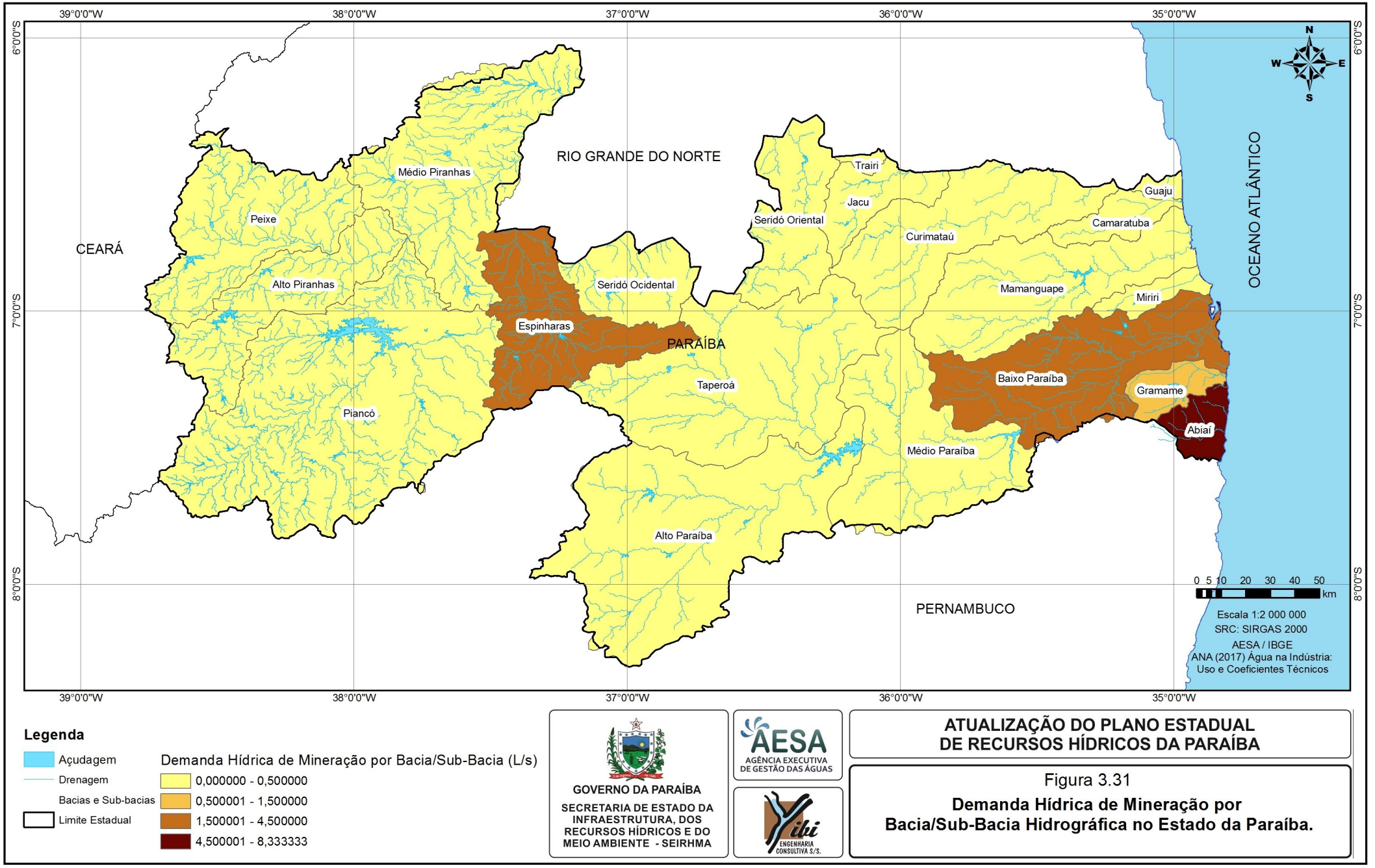
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 3.30

Demanda Hídrica de Mineração por Município no Estado da Paraíba



Legenda

- Açudagem
- Drenagem
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

Demanda Hídrica de Mineração por Bacia/Sub-Bacia (L/s)

- 0,000000 - 0,500000
- 0,500001 - 1,500000
- 1,500001 - 4,500000
- 4,500001 - 8,333333

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 3.31

Demanda Hídrica de Mineração por Bacia/Sub-Bacia Hidrográfica no Estado da Paraíba.

3.8 DEMANDA HÍDRICA DA AQUICULTURA

A aquicultura é uma atividade realizada no Estado da Paraíba, basicamente de três formas: criação dos animais no reservatório (criação artesanal), em tanques-rede e em tanques escavados. Entretanto, a criação em tanques-rede e em tanques escavados são passíveis de outorgas.

Nos tanques-rede, a água utilizada para a manutenção dos peixes ou dos camarões é a mesma presente no corpo hídrico (na maioria das vezes açudes/reservatórios). a água circula entre e dentro dos tanques rede e tem sua qualidade afetada pelo metabolismo da ração, fornecida aos animais, podendo interferir na qualidade da água utilizada para outros fins (por exemplo, o consumo humano). A estimativa da demanda hídrica para esse modo de produção é complexa, pois envolve a capacidade de suporte dos açudes, baseada nos níveis de fósforo e nitrogênio. Tal metodologia não está consolidada entre os órgãos gestores, ou seja, cada órgão gestor possui uma metodologia de cálculo diferente.

Nesse tipo de exploração aquícola, não há avaliação de demanda hídrica.

Nos tanques ou viveiros escavados, a água utilizada para a manutenção dos peixes ou dos camarões é captada de um manancial próximo e aduzida para "piscinas" escavadas no solo. Periodicamente, têm-se as despescas (retirada de toda a água dos viveiros, para facilitar a coleta do pescado), na qual a água presente nos viveiros é lançada em um corpo hídrico a jusante. A estimativa da demanda hídrica, para esse modo de produção, é mais simples, pois pode se calcular pela vazão de bombeamento ou pelo volume dos viveiros (descontadas as perdas por infiltração e evaporação).

Segundo o IBGE, na pesquisa de produção da aquicultura por tipo de produto, observa-se a produção do Estado, conforme apresentado na **Tabela 3.30**. Atenta-se para a produção de tilápia e camarão.

Tabela 3.30 - Produção da aquicultura no Estado da Paraíba (ano base 2017)

Espécie	Produção (Quilogramas)
Curimatã, curimbatá (Quilogramas)	10.850
Piau, piapara, piauçu, piava (Quilogramas)	7.850
Pirarucu (Quilogramas)	200
Tambaqui (Quilogramas)	16.256
Tilápia (Quilogramas)	2.338.171
Traíra e trairão (Quilogramas)	10.000
Tucunaré (Quilogramas)	5.700
Outros peixes (Quilogramas)	4.950
Alevinos (Milheiros)	5.450
Camarão (Quilogramas)	2.598.580
Larvas e pós-larvas de camarão (Milheiros)	50.000

As demandas hídricas de aquicultura foram extraídas do banco de dados de outorgas da AESA, o qual inclui as outorgas em corpos hídricos de domínio do Estado da Paraíba. Em relação às outorgas para aquicultura no âmbito de rios de domínio da União, não foram observados registros no painel de outorgas da ANA. De posse dos cadastros e outorgas dos órgãos gestores, observa-se que não há diferenciação, pelo menos nas planilhas enviadas, entre o método de criação dos animais, isto é, se em tanques-rede ou em viveiros escavados.

A distribuição da demanda hídrica de aquicultura está apresentada na **Tabela 3.31**.

Tabela 3.31 - Demandas hídricas de aquicultura (L/s) por município no Estado da Paraíba

Município	Demanda hídrica de aquicultura (L/s)
	Captação
Aguiar	10,33
Alagoa Grande	1,64
Alagoinha	1,12
Aparecida	1,35
Araçagi	1,96
Areia	2,23
Aroeiras	0,33
Baía da Traição	0,35
Bananeiras	23,14
Barra de São Miguel	0,01
Borborema	2,88
Caaporã	2,86
Cajazeirinhas	1,70
Campina Grande	3,32
Conceição	0,40
Coremas	37,44
Cruz do Espírito Santo	10,94
Diamante	0,36
Dona Inês	0,48
Guarabira	1,15
Ibiara	1,88
Itaporanga	22,41
Itapororoca	1,94
Itatuba	15,40
Jericó	2,57
João Pessoa	0,54
Joca Claudino	2,13
Lucena	1,62
Mamanguape	4,91
Mari	14,82
Massaranduba	0,33
Mogeiro	3,85
Monteiro	0,63
Passagem	4,16
Picuí	0,08
Pilar	38,92
Riachão	2,96
Riachão do Poço	22,34
Rio Tinto	35,02
Santa Rita	12,53
Santana de Mangueira	0,10
São Miguel de Taipu	4,63
São Domingos de Pombal	1,70
São Mamede	0,93
Sapé	5,69
Solânea	3,02
Uiraúna	1,00
Total	**310,12**

*Os municípios que não possuem demanda hídrica cadastrada/outorgada para aquicultura foram suprimidos da tabela.

Em termos de demandas hídricas municipais, destacam-se os municípios de Pilar, Coremas, Rio Tinto, Bananeiras, Itaporanga, Riachão do Poço, Itatuba, Mari, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo e Aguiar, com demandas hídricas superiores a 10 L/s.

Apresentam-se, na **Tabela 3.32,** os valores da demanda hídrica da aquicultura por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

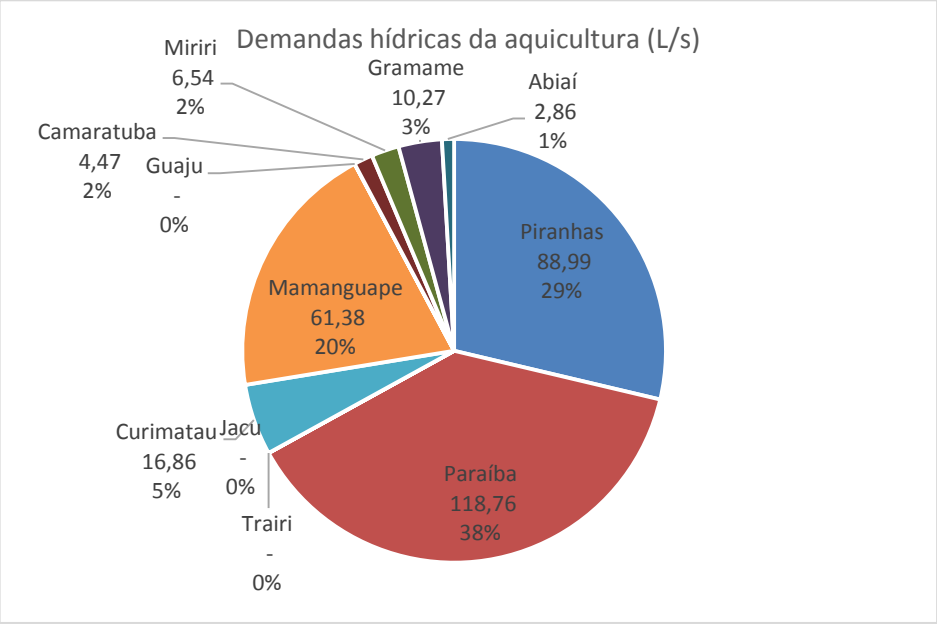
Tabela 3.32 - Demanda hídrica da aquicultura por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Demanda hídrica da aquicultura (L/s)
	Captação
SBH do Rio do Peixe	4,93
SBH do Alto Rio Piranhas	1,70
SBH do Rio Piancó	74,62
SBH do Médio Rio Piranhas	2,57
SBH do Rio Espinharas	4,16
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	1,01
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	-
SBH do Rio Taperoá	0,64
SBH do Alto Rio Paraíba	6,54
SBH do Médio Rio Paraíba	111,58
SBH do Baixo Rio Paraíba	-
BH do Rio Trairi	-
BH do Rio Jacu	16,86
BH do Rio Curimataú	61,38
BH do Rio Mamanguape	-
BH do Rio Camaratuba	4,47
BH do Rio Guaju	6,54
BH do Rio Miriri	10,27
BH do Rio Gramame	2,86
Total	**310,12**

A sub-bacia hidrográfica do baixo do Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante dos recursos hídricos para a aquicultura, com demanda hídrica de captação de 111,58 L/s.

Agregando-se as sub-bacias em bacias hidrográficas, tem-se a seguinte distribuição (**Figura 3.32**):

Figura 3.32 - Demandas hídricas da aquicultura por bacias hidrográficas



A bacia hidrográfica do Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante de água para a aquicultura, com 38% do total (o que corresponde a 118,76 L/s), seguida pela bacia hidrográfica do Rio Piranhas, com 29% do total (o que corresponde a 88,99 L/s).

Os valores das demandas hídricas da aquicultura, por mesorregiões do Estado da Paraíba ,são apresentados na **Tabela 3.33**.

Tabela 3.33 - Demanda hídrica da aquicultura por mesorregião no Estado da Paraíba

Mesorregiões	Demanda Hídrica da Aquicultura (L/s)
	Captação
Borborema	7,34
Agreste Paraibano	63,82
Sertão Paraibano	87,54
Mata Paraibana	151,42
Total	**310,12**

A representação gráfica da distribuição da demanda hídrica da aquicultura, por mesorregiões, pode ser visualizada na **Figura 3.33**.

Os valores das demandas hídricas da aquicultura, por microrregiões do Estado da Paraíba, são presentados na **Tabela 3.34**.

Figura 3.33 - Distribuição da demanda hídrica da aquicultura por mesorregião no Estado da Paraíba

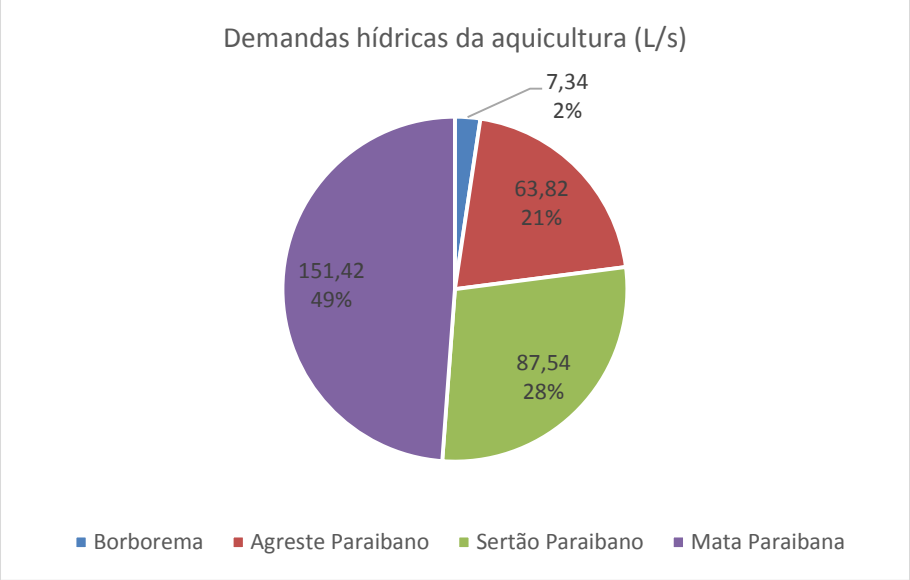


Tabela 3.34 - Demanda hídrica da aquicultura por microrregião, no Estado da Paraíba

Microrregiões	Demanda Hídrica da Aquicultura (L/s)
	Captação
Brejo Paraibano	29,89
Cajazeiras	3,14
Campina Grande	3,65
Cariri Ocidental	0,63
Cariri Oriental	0,01
Catolé do Rocha	2,57
Curimataú Ocidental	0,00
Curimataú Oriental	6,46
Esperança	0,00
Guarabira	4,23
Itabaiana	19,25
Itaporanga	25,14
João Pessoa	14,69
Litoral Norte	42,23
Litoral Sul	2,86
Patos	4,16
Piancó	47,78
Sapé	91,65
Seridó Ocidental Paraibano	0,93
Seridó Oriental Paraibano	5,77
Serra do Teixeira	0,00
Sousa	4,76
Umbuzeiro	0,33
Total	**310,12**

Na **Figura 3.34** e **3.35**, apresenta-se a distribuição espacial das demandas hídricas de captação da aquicultura dos municípios e BH/SBH do Estado da Paraíba.

A formulação matemática utilizada para cálculo da vazão de diluição apresenta-se, a seguir, na equação (3):

$$Q_{diluição} = Q_{efluente} \frac{(C_{efluente} - C_{meta})}{C_{meta}} Q_{diluição} = Q_{efluente} \frac{(C_{efluente} - C_{meta})}{C_{meta}} Q_{diluição} = Q_{efluente} \frac{(C_{efluente} - C_{meta})}{C_{meta}} \quad (3)$$

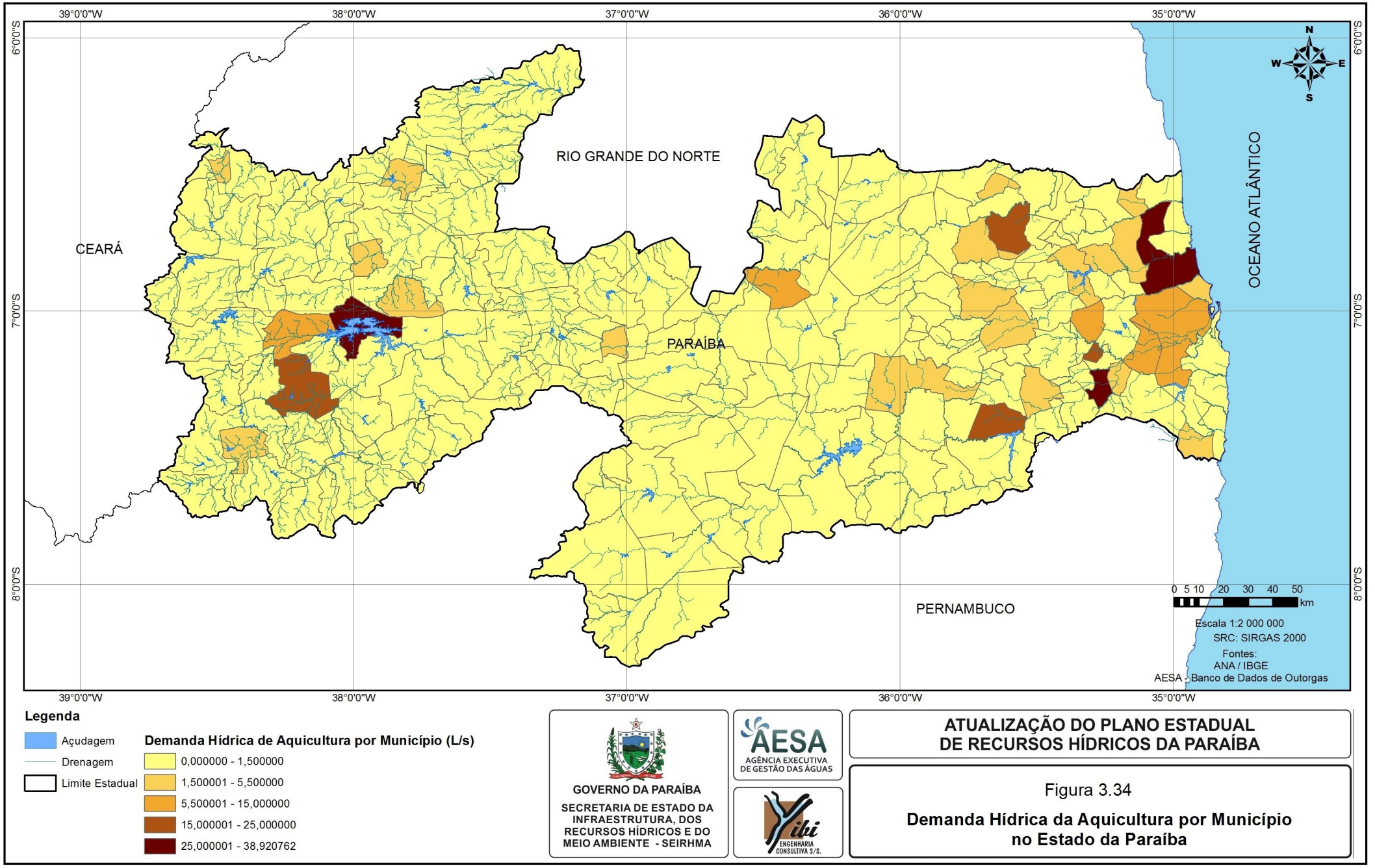
Sendo:

$Q_{diluição}$ = vazão de diluição (l/s);

$Q_{efluente}$ = vazão do efluente (l/s)

$C_{efluente}$ = concentração de DBO do efluente (mg/l);

C_{meta} = concentração de DBO permitida no enquadramento do corpo receptor (mg/l).



GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

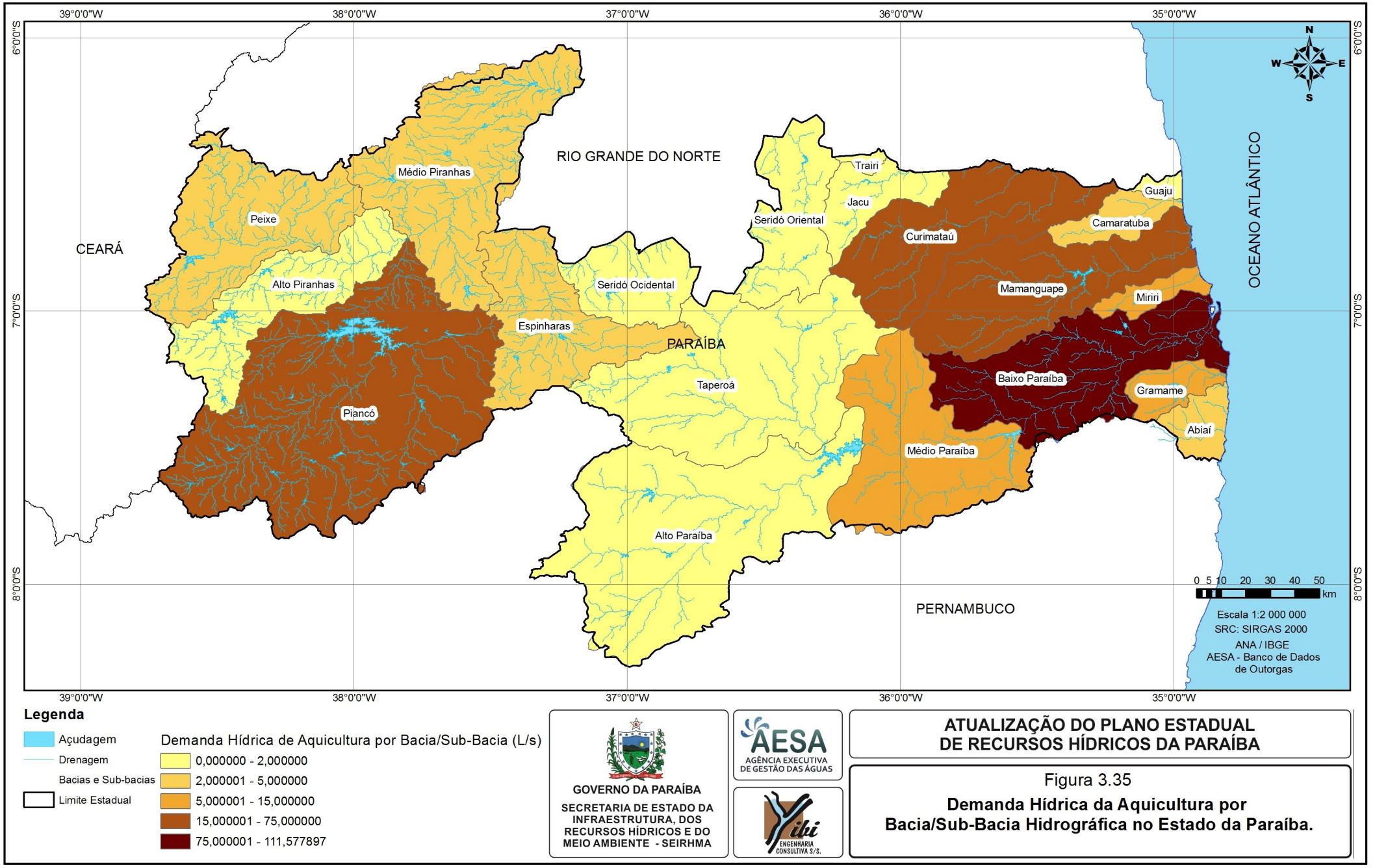
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 3.34

Demanda Hídrica da Aquicultura por Município no Estado da Paraíba


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Taperoá
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2 000 000
SRC: SIRGAS 2000
ANA / IBGE
AESA - Banco de Dados de Outorgas
Legenda
Açudagem
Drenagem
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
Demanda Hídrica de Aquicultura por Bacia/Sub-Bacia (L/s)
0,000000 - 2,000000
2,000001 - 5,000000
5,000001 - 15,000000
15,000001 - 75,000000
75,000001 - 111,577897
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 3.35
Demanda Hídrica da Aquicultura por Bacia/Sub-Bacia Hidrográfica no Estado da Paraíba.

Nesse caso, admite-se que há uma diluição instantânea, logo após o lançamento do efluente. Assim, a vazão de diluição deveria estar disponível na seção de lançamento.

A concentração de DBO do efluente ($C_{efluente}$) foi obtida, considerando-se a remoção dos nutrientes, seja pelo processo natural ou pelos sistemas de tratamento empregado, em caso de existir uma ETE no município.

A concentração de DBO (mg/L) permitida no enquadramento do corpo receptor (C_{meta}), considerada para todos os corpos hídricos da Paraíba, foi aquela relativa à Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/05, ou seja, 5 mg/l de O_2.

Na **Tabela 3.35**, estão apresentados os valores da vazão de diluição por município, conforme metodologia apresentada anteriormente.

Tabela 3.35 - Vazão efluente, Carga Poluidora, Concentração de DBO e Vazão de diluição por município

Município	Vazão de efluente[12] (L/s)	Carga[1] (Kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Vazão de diluição (L/s)
Água Branca	4,7	229,2	564,42	525,86
Aguiar	3,8	147,3	448,65	337,17
Alagoa Grande	16,4	452,5	319,35	1.031,05
Alagoa Nova	8,3	318,3	443,86	728,51
Alagoinha	8,5	486,1	661,90	1.116,73
Alcantil	2,4	114,7	553,14	263,11
Algodão de Jandaíra	1,0	51,8	599,54	118,91
Alhandra	18,4	589,7	370,94	1.346,65
Amparo	0,8	59,8	865,16	137,63
Aparecida	5,0	205,6	475,93	470,93
Araçagi	6,5	365,6	651,00	839,80
Arara	7,5	499,3	770,52	1.148,29
Araruna	7,2	505,7	812,92	1.163,40
Areia	14,6	388,1	307,66	883,78
Areia de Baraúnas	0,7	54,1	894,51	124,53
Areial	3,8	255,5	778,20	587,64
Aroeiras	7,1	504,6	822,57	1.160,96
Assunção	3,5	160,5	530,75	368,03
Baía da Traição	2,9	168,7	673,29	387,61
Bananeiras	12,1	372,3	356,12	849,71
Baraúna	4,0	171,2	495,37	392,30
Barra de Santa Rosa	9,9	449,0	524,93	1.029,45
Barra de Santana	0,9	40,0	514,40	91,69
Barra de São Miguel	3,5	130,3	430,89	298,12
Bayeux	143,6	4224,9	340,52	9.636,26
Belém	13,0	776,9	691,68	1.785,38
Belém do Brejo do Cruz	5,9	277,5	544,37	636,46
Bernardino Batista	0,7	49,1	811,84	112,96
Boa Ventura	5,1	175,1	397,38	400,22
Boa Vista	3,6	184,1	591,89	422,56
Bom Jesus	1,0	55,5	642,36	127,47
Bom Sucesso	2,2	109,4	575,55	251,04
Bonito de Santa Fé	8,9	420,9	547,36	965,41

[12] Vazão de efluente advinda do Atlas Esgotos (ANA, 2017).

Município	Vazão de efluente[12] (L/s)	Carga[1] (Kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Vazão de diluição (L/s)
Boqueirão	19,6	666,9	393,81	1.524,15
Borborema	4,4	208,2	547,66	477,54
Brejo do Cruz	12,6	543,7	499,43	1.245,96
Brejo dos Santos	4,8	255,1	615,11	585,71
Caaporã	25,2	930,0	427,14	2.127,58
Cabaceiras	3,5	126,5	418,32	289,32
Cabedelo	124,0	2242,0	209,27	5.065,81
Cachoeira dos Índios	3,6	165,1	530,80	378,58
Cacimba de Areia	1,4	93,2	770,50	214,34
Cacimba de Dentro	7,8	495,0	734,51	1.138,03
Cacimbas	2,3	88,9	447,36	203,49
Caiçara	4,8	283,5	683,59	651,45
Cajazeiras	67,9	1595,0	271,88	3.624,23
Cajazeirinhas	1,6	43,0	311,05	97,94
Caldas Brandão	5,0	179,6	415,74	410,74
Camalaú	2,8	160,0	661,38	367,57
Campina Grande	784,5	9742,2	143,73	21.766,89
Capim	3,8	240,3	731,91	552,45
Caraúbas	1,3	52,9	470,98	121,15
Carrapateira	1,5	97,6	753,09	224,43
Casserengue	2,7	191,8	822,19	441,28
Catingueira	4,7	158,7	390,81	362,66
Catolé do Rocha	28,8	767,5	308,44	1.747,82
Caturité	1,7	57,3	390,11	130,94
Conceição	17,6	623,3	409,89	1.425,22
Condado	6,2	248,4	463,71	568,80
Conde	33,0	736,2	258,21	1.671,17
Congo	4,4	153,1	402,73	350,00
Coremas	13,3	616,0	536,06	1.412,63
Coxixola	0,9	44,3	569,70	101,65
Cruz do Espírito Santo	8,5	412,5	561,68	946,36
Cubati	4,1	206,6	583,22	474,14
Cuité	11,4	720,9	731,91	1.657,35
Cuité de Mamanguape	2,6	113,4	504,81	259,90
Cuitegi	4,3	302,1	813,15	695,01
Curral de Cima	0,4	25,7	743,63	59,09
Curral Velho	3,2	61,3	221,72	138,70
Damião	1,8	127,3	818,54	292,88
Desterro	6,4	269,9	488,10	618,37
Diamante	4,4	205,6	540,82	471,53
Dona Inês	3,5	238,7	789,35	549,05
Duas Estradas	3,4	148,6	505,86	340,58
Emas	2,2	119,3	627,63	273,96
Esperança	19,2	1134,6	683,96	2.607,19
Fagundes	6,3	290,6	533,88	666,39
Frei Martinho	2,0	29,5	170,72	66,29
Gado Bravo	0,8	49,6	717,59	114,01
Guarabira	55,8	1467,6	304,41	3.341,42
Gurinhém	4,4	310,8	817,55	715,04
Gurjão	2,1	111,5	614,53	256,00
Ibiara	4,8	198,7	479,12	455,15

Município	Vazão de efluente[12] (L/s)	Carga[1] (Kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Vazão de diluição (L/s)
Igaracy	5,9	215,8	423,34	493,64
Imaculada	5,0	280,3	648,84	643,84
Ingá	20,5	612,0	345,53	1.396,17
Itabaiana	43,3	1021,0	272,91	2.320,13
Itaporanga	23,8	399,8	194,42	901,66
Itapororoca	8,5	617,4	840,69	1.420,67
Itatuba	5,6	331,6	685,35	761,99
Jacaraú	9,7	431,2	514,51	988,45
Jericó	4,4	245,3	645,25	563,42
João Pessoa	1.106,0	8390,8	87,81	18.317,15
Joca Claudino	0,7	46,3	765,54	106,48
Juarez Távora	5,5	325,0	683,92	746,81
Juazeirinho	7,4	509,5	796,89	1.172,00
Junco do Seridó	5,2	236,0	525,28	541,10
Juripiranga	14,1	529,2	434,40	1.210,90
Juru	5,1	225,7	512,21	517,35
Lagoa	1,8	124,5	800,54	286,39
Lagoa de Dentro	5,5	220,3	463,59	504,45
Lagoa Seca	16,9	226,3	154,98	506,94
Lastro	1,8	70,8	455,25	162,09
Livramento	3,4	179,0	609,34	410,95
Logradouro	1,7	96,9	659,72	222,61
Lucena	23,0	487,3	245,22	1.105,01
Mãe d'Água	3,5	85,3	282,08	193,95
Malta	7,0	265,8	439,48	608,28
Mamanguape	37,5	1782,6	550,19	4.088,89
Manaíra	5,5	332,3	699,28	763,71
Marcação	3,5	136,4	451,06	312,24
Mari	13,5	956,5	820,04	2.200,62
Marizópolis	8,1	296,5	423,67	678,24
Massaranduba	4,1	247,6	698,96	569,05
Mataraca	5,2	376,8	838,68	867,02
Matinhas	0,6	37,7	727,24	86,67
Mato Grosso	1,0	64,7	748,84	148,77
Maturéia	5,3	219,7	479,78	503,26
Mogeiro	11,9	305,2	296,84	694,58
Montadas	2,5	182,5	844,91	419,95
Monte Horebe	2,0	140,3	811,92	322,77
Monteiro	18,2	559,1	355,55	1.276,01
Mulungu	4,3	242,7	653,26	557,51
Natuba	3,3	164,0	575,20	376,33
Nazarezinho	3,1	168,3	628,36	386,48
Nova Floresta	6,3	428,1	786,49	984,67
Nova Olinda	3,8	159,2	484,89	364,72
Nova Palmeira	2,7	146,5	628,00	336,42
Olho d'Água	4,9	202,1	477,37	462,92
Olivedos	1,6	101,0	730,61	232,20
Ouro Velho	2,1	113,0	622,80	259,47
Parari	1,0	32,7	378,47	74,69
Passagem	1,2	62,1	598,96	142,55
Patos	130,2	5095,9	453,00	11.665,86

Município	Vazão de efluente[12] (L/s)	Carga[1] (Kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Vazão de diluição (L/s)
Paulista	8,1	285,1	407,38	651,85
Pedra Branca	2,3	73,5	369,87	167,84
Pedra Lavrada	2,7	172,9	741,17	397,53
Pedras de Fogo	24,5	715,4	337,96	1.631,52
Pedro Régis	2,2	119,4	628,16	274,19
Piancó	15,4	594,9	447,10	1.361,68
Picuí	10,7	664,1	718,35	1.526,57
Pilar	9,5	404,1	492,32	925,92
Pilões	2,7	171,9	736,88	395,22
Pilõezinhos	2,1	131,7	725,86	302,76
Pirpirituba	7,8	432,1	641,17	992,43
Pitimbu	16,2	535,7	382,73	1.223,85
Pocinhos	7,7	534,7	803,72	1.230,03
Poço Dantas	1,2	47,2	455,25	108,06
Poço de José de Moura	1,2	80,1	772,57	184,22
Pombal	34,7	1353,9	451,59	3.099,33
Prata	2,3	137,7	692,93	316,45
Princesa Isabel	18,4	809,6	509,26	1.855,67
Puxinanã	3,9	149,5	443,67	342,16
Queimadas	27,7	692,7	289,44	1.575,77
Quixabá	0,7	36,8	608,47	84,49
Remígio	11,1	741,8	773,48	1.706,03
Riachão	1,7	114,8	781,59	264,04
Riachão do Bacamarte	3,2	120,9	437,28	276,66
Riachão do Poço	1,5	65,7	506,94	150,58
Riacho de Santo Antônio	1,4	68,9	569,61	158,09
Riacho dos Cavalos	6,5	208,8	371,79	476,83
Rio Tinto	14,6	684,3	542,48	1.569,43
Salgadinho	1,1	68,7	722,85	157,93
Salgado de São Félix	5,8	286,2	571,12	656,70
Santa Cecília	2,1	99,6	548,94	228,46
Santa Cruz	2,8	163,5	675,84	375,67
Santa Helena	3,1	160,5	599,24	368,43
Santa Inês	1,9	78,0	475,15	178,66
Santa Luzia	23,3	533,3	264,91	1.211,19
Santa Rita	143,6	5625,6	453,42	12.878,62
Santa Teresinha	1,7	117,4	799,29	270,06
Santana de Mangueira	1,9	119,4	727,34	274,49
Santana dos Garrotes	5,7	198,1	402,25	452,86
Santo André	1,0	39,8	460,65	91,13
São Bentinho	4,3	161,3	434,16	369,08
São Bento	32,7	1423,7	503,91	3.262,90
São Domingos	1,2	56,4	543,98	129,36
São Domingos do Cariri	1,3	58,0	516,38	132,96
São Francisco	1,8	74,1	476,47	169,73
São João do Cariri	2,2	126,7	666,56	291,09
São João do Rio do Peixe	7,0	351,1	580,52	805,73
São João do Tigre	1,6	83,4	603,30	191,46
São José da Lagoa Tapada	3,2	181,5	656,47	416,94
São José de Caiana	2,2	150,7	792,82	346,64
São José de Espinharas	2,3	82,6	415,66	188,90

Município	Vazão de efluente[12] (L/s)	Carga[1] (Kg/dia)	Concentração de DBO (mg/L)	Vazão de diluição (L/s)
São José de Piranhas	10,5	600,5	661,93	1.379,55
São José de Princesa	0,8	36,1	522,28	82,76
São José do Bonfim	1,7	66,4	452,07	152,00
São José do Brejo do Cruz	2,2	44,3	233,06	100,35
São José do Sabugi	2,3	141,9	714,07	326,17
São José dos Cordeiros	1,3	81,0	721,15	186,20
São José dos Ramos	2,8	127,1	525,38	291,41
São Mamede	8,9	320,3	416,54	732,54
São Miguel de Taipu	3,3	165,3	579,76	379,34
São Sebastião de Lagoa de Roça	3,9	257,1	763,00	591,24
São Sebastião do Umbuzeiro	2,8	118,3	489,00	271,04
São Vicente do Seridó	6,6	259,4	454,90	593,86
Sapé	29,3	1663,9	657,27	3.822,32
Serra Branca	7,9	450,8	660,45	1.035,62
Serra da Raiz	2,4	109,9	530,00	252,00
Serra Grande	1,5	97,7	753,86	224,66
Serra Redonda	3,4	180,7	615,13	414,89
Serraria	3,3	160,2	561,87	367,53
Sertãozinho	3,1	169,5	632,84	389,26
Sobrado	0,8	49,3	713,25	113,32
Solânea	17,9	868,3	561,44	1.992,05
Soledade	9,4	577,6	711,19	1.327,64
Sossêgo	1,9	90,7	552,51	208,05
Sousa	91,0	2045,1	260,11	4.643,03
Sumé	13,3	680,3	592,02	1.561,47
Tacima	3,4	241,9	823,46	556,55
Taperoá	13,1	485,7	429,12	1.111,21
Tavares	8,5	365,9	498,23	838,49
Teixeira	8,9	538,2	699,91	1.236,93
Tenório	2,1	93,0	512,57	213,18
Triunfo	4,0	234,9	679,69	539,75
Uiraúna	10,9	571,5	606,84	1.312,02
Umbuzeiro	5,5	227,2	478,11	520,43
Várzea	1,9	105,1	640,23	241,39
Vieirópolis	1,0	55,7	644,68	127,94
Vista Serrana	2,0	89,6	518,52	205,41
Zabelê	1,8	83,1	534,34	190,56

É importante destacar que os valores obtidos para a vazão de diluição de efluentes sanitários são considerados altos, principalmente, em função da baixa disponibilidade hídrica no Estado.

Segundo o Atlas Esgotos (ANA, 2017), a Paraíba possui apenas 10 municípios (1 milhão de habitantes) com capacidade de diluição ilimitada (aqueles municípios litorâneos, que "podem" lançar seus efluentes no mar); 6 municípios (57 mil habitantes) com capacidade de diluição ótima/boa/regular; 63 municípios (547 mil habitantes) com capacidade de diluição ruim/péssima; e 144 municípios (1 milhão e 200 mil habitantes) com capacidade de diluição nula.

O Atlas Esgotos (ANA, 2017) apresenta os investimentos requeridos pelos Estados para o alcance das metas até o ano de 2035. A Paraíba necessitaria de R$ 1,92 bilhões, para investimento em coleta de efluentes sanitários, e R$ 987 milhões para tratamento de efluentes, totalizando R$ 2,907 bilhões até o ano 2035.

Apresentam-se na, **Tabela 3.36**, os valores da vazão de diluição por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

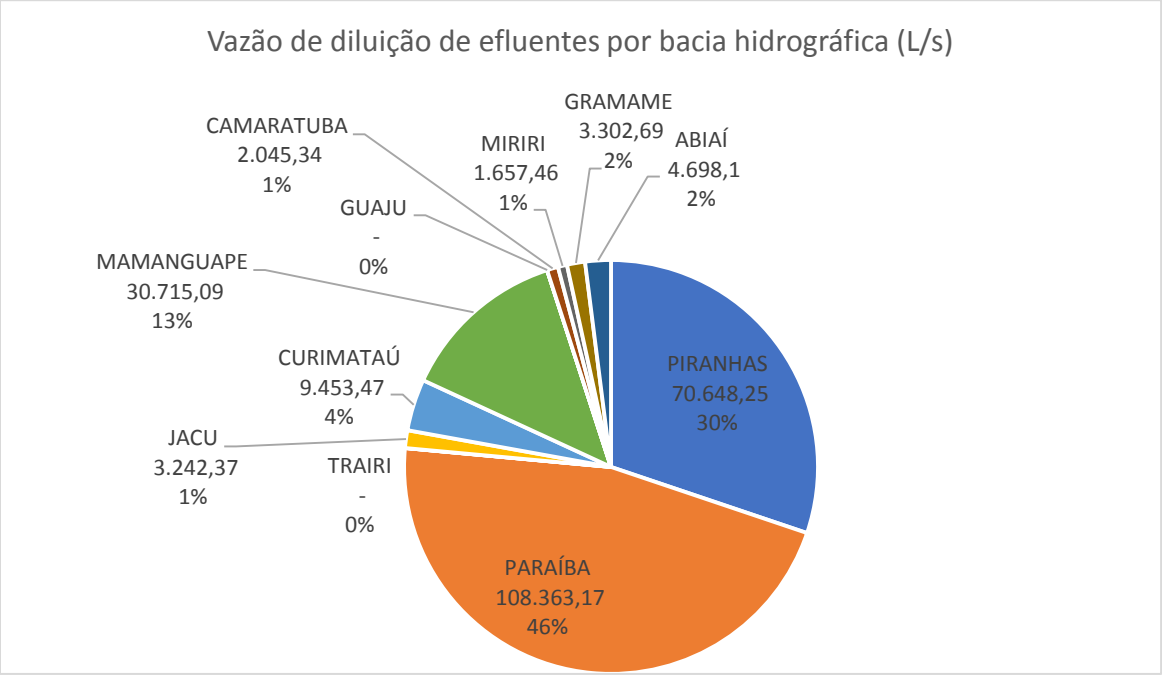
Tabela 3.36 - Vazão de diluição de efluentes por bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Vazão de diluição de efluentes (L/s)
SBH do Rio Peixe	15.341,35
SBH do Alto Rio Piranhas	3.824,92
SBH do Rio Piancó	19.301,06
SBH do Médio do Rio Piranhas	11.340,00
SBH do Rio Espinharas	14.934,82
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	2.511,29
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	3.394,81
SBH do Rio Taperoá	9.028,98
SBH do Alto Rio Paraíba	5.575,54
SBH do Médio Rio Paraíba	28.252,99
SBH do Baixo Rio Paraíba	65.505,66
BH do Rio Trairi	-
BH do Rio Jacu	3.242,37
BH do Rio Curimataú	9.453,47
BH do Rio Mamanguape	30.715,09
BH do Rio Camaratuba	-
BH do Rio Guaju	2.045,34
BH do Rio Miriri	1.657,46
BH do Rio Gramame	3.302,69
BH do Rio Abiaí	4.698,07
Total	**234125,90**

A SBH do baixo Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante de recursos hídricos para a diluição de efluentes, com demanda hídrica de captação de 65.505,66 L/s, em função da presença de sedes de municípios populosos, como Bayeux, Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita, entre outros.

Agregando-se as sub-bacias em bacias hidrográficas, tem-se a seguinte distribuição (**Figura 3.36**):

Figura 3.36 - Vazão de diluição de efluentes por bacias hidrográficas, no Estado da Paraíba



A bacia hidrográfica do Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante de água para a diluição de efluentes, com 46% do total (o que corresponde a 108.363,17 L/s), seguida pela bacia hidrográfica do Rio Piranhas, com 30% do total (o que corresponde a 70.648,25 L/s).

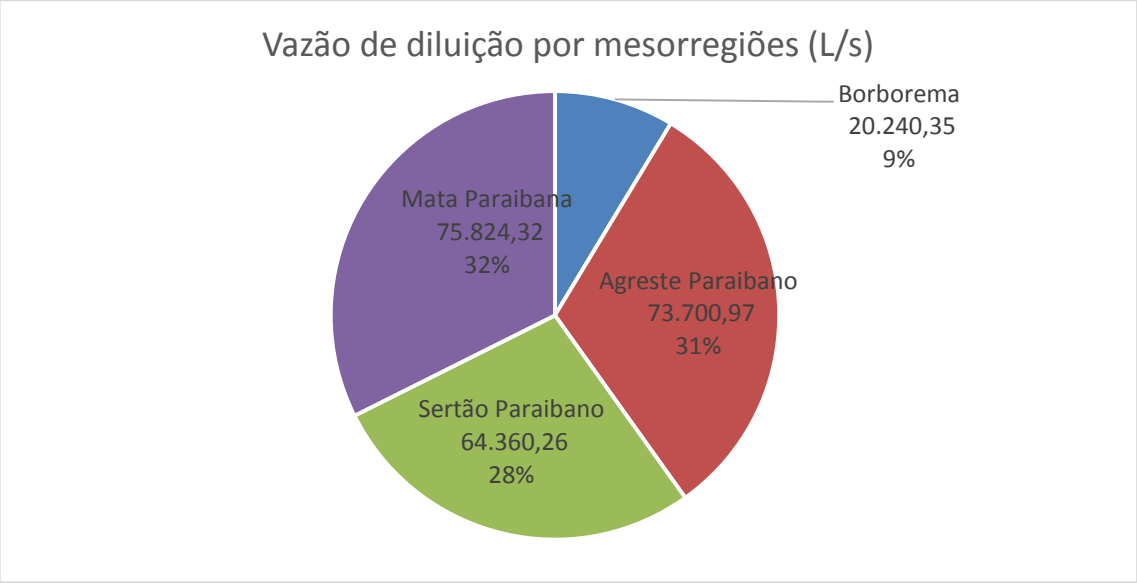
Os valores das vazões de diluição de efluentes, por mesorregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.37**.

Tabela 3.37 - Vazão de diluição de efluentes por mesorregião no Estado da Paraíba

Mesorregiões	Vazão de diluição de efluentes (L/s)
Borborema	20.240,35
Agreste Paraibano	73.700,97
Sertão Paraibano	64.360,26
Mata Paraibana	75.824,32
Total	**234.125,90**

A representação gráfica da distribuição da vazão de diluição de efluentes por mesorregiões pode ser visualizada na **Figura 3.37**.

Figura 3.37 - Distribuição da vazão de diluição de efluentes por mesorregião, no Estado da Paraíba



Os valores das vazões de diluição por microrregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.38**.

Tabela 3.38 - Vazão de diluição de efluentes por microrregião no Estado da Paraíba

Microrregiões	Vazão de diluição de efluentes (L/s)
Brejo Paraibano	4.820,01
Cajazeiras	10.560,06
Campina Grande	26.264,65
Cariri Ocidental	8.210,00
Cariri Oriental	3.647,76
Catolé do Rocha	9.305,66
Curimataú Ocidental	9.935,49
Curimataú Oriental	6.104,41
Esperança	4.206,02
Guarabira	11.991,38
Itabaiana	7.978,83
Itaporanga	4.984,77
João Pessoa	48.674,02
Litoral Norte	10.779,93
Litoral Sul	6.329,59
Patos	13.036,69
Piancó	5.522,24
Sapé	10.040,77
Seridó Ocidental Paraibano	3.210,31
Seridó Oriental Paraibano	5.172,28
Serra do Teixeira	7.789,75
Sousa	13.161,08
Umbuzeiro	2.400,18
Total	**234.125,90**

3.10 ENERGIA HIDRELÉTRICA

O uso da água para geração de energia elétrica não gera consumo, uma vez que a demanda requerida, para os geradores funcionarem, é toda devolvida ao rio e será consumida por outros usuários. Contudo, a operação do reservatório deve atender aos níveis do reservatório exigidos para a geração da energia.

O potencial de geração de energia hidrelétrica no Estado é baixo, principalmente, por não contar com grandes quedas de água. No entanto, no Estado da Paraíba, existe um único sistema com aproveitamento hidrelétrico, o Sistema Curemas (**Figura 3.38**), localizado na cidade de Coremas.

Figura 3.38 - Sistema Hidrelétrico Curemas.



Fonte: CHESF, sd.

As informações técnicas posteriores são de autoria da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF):

A Usina Curemas é suprida pelos açudes públicos de Curema (Estevam Marinho e Mãe D'água), no Rio Piancó, e o de Mãe D'água, no Rio Aguiar, interligados por um canal cujo fundo se encontra na cota 237,00 m e tem uma capacidade máxima de 12 m³/s.

São partes constituintes do aproveitamento uma barragem de terra e enrocamento, com comprimento total da crista de 2.670 m, tendo volume útil da ordem de 1.300 x 10^6 m³ e área, na cota normal da ordem de 97,94 km^2, com altura máxima de 42 m e queda líquida de 32,00 m.

Existe um vertedouro de superfície, com descarga livre com capacidade total de descarga da ordem de 500 m^3/s. Essa usina possui uma característica múltipla de geração de energia e de irrigação, na própria bacia e no alto Piranhas, por meio da de transposição.

A usina é constituída por 2 unidades geradoras de 1.760 kW, perfazendo um total de 3.520 kW. A tomada d'água é efetuada por meio de dois condutos forçados, ligando o reservatório às turbinas. A casa de força, construída em edifício de concreto armado, está instalada imediatamente a jusante da barragem.

Quadro 3.1 - Principais dados técnicos da Usina Curemas.

Usina		
Proprietário	CHESF	
Início Obras	1939	
Início Operação	01/1957	
Rio	Piancó	
Longitude	37° 58' Oeste	
Latitude	7°1' Sul	
Município / Estado	Coremas - PB	
Tipo da Construção	Externa	
Potência instalada	3.520 kW	
Comprimento da Casa de Força	20,90 m	
Altura da Casa de Força	13,00m	
Largura da Casa de Força	8,50 m	
Início de Operação		
Gerador 06G1	07/01/57	
Gerador 06G2	11/59	
Gerador		
Tipo	Síncrono Vertical	
Quantidade	2	
Potência nominal de cada unidade	1.760 kW	
Frequência	60 Hz	
Corrente nominal	530 A	
Fator de potência	0,8	
Tensão nominal	2.400 V	
Rotação nominal	514 rpm	
Isolamento G1	Classe B	
Isolamento G2	Classe B	
Turbina		
Tipo	Francis	
Quantidade	2	
Velocidade nominal	514 rpm	
Velocidade de disparo	1.050 rpm	
Diâmetro do rotor	1,10 m	
Rendimento	88 %	
Principais Características		
	Nominal	**Máxima**
H - Queda útil (m)	32,5	41,0
Q - Vazão (m3/s)	6,7	7,3
Potência (CV)	2.500	3.400
Reservatório Mãe D'água		
Área do reservatório	47,50 Km^2	
Volume total do reservatório	638 x 10^6 m^3	
Vazão regularizada	4,00 m^3/s	
Nível máximo maximorum	249,00 m	
Nível máximo operativo normal	245,50 m	
Nível mínimo operativo normal	221,00 m	
Reservatório Estevam Marinho		
Área do reservatório	50,44 km^2	
Volume total do reservatório	720 x 10^6 m^3	
Precipitação média anual	860 mm	
Vazão regularizada	4,00 m^3/s	
Nível máximo maximorum	249,00 m	
Nível máximo operativo normal	245,50 m	
Nível mínimo operativo normal	221,00 m	

Fonte: CHESF, sd.

A energia gerada é transmitida por uma subestação elevadora, com 02 transformadores de 2,0 MVA e 2,2 MVA, os quais elevam a tensão de 2,4 kV para 69 kV. A partir desse ponto, é feita a conexão com o sistema de transmissão da CHESF, mediante a Subestação de Coremas – 69 kV, que se interliga a SE-Milagres – 69/230 kV, exercendo um importante papel de reforço àquele sistema regional, do interior do Estado da Paraíba.

Os serviços internos são supridos por 01 transformador de serviço auxiliar de 760 kVA.

Apesar de funcionar desde 1957, com algumas interrupções, esse uso não possui outorga de direito de uso da água, cadastrado no CNARH. Assim, a demanda hídrica não foi considerada, por ser uso não consuntivo.

3.11 SÍNTESE DAS DEMANDAS HÍDRICAS

A segui,r encontra-se um resumo das demandas hídricas consuntivas, estimadas para o Estado da Paraíba, por município, por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH), mesorregiões e microrregiões

A **Tabela 3.39** apresenta um resumo das demandas hídricas totais por município. A **Tabela 3.40** mostra as demandas totais, por bacia e sub-bacia hidrográfica do Estado da Paraíba.

Em termos de demandas hídricas municipais totais, destacam-se os municípios de Pedras de Fogo, Santa Rita, Rio Tinto, Mamanguape, Sapé e João Pessoa, com demandas hídricas superiores a 2.700 L/s.

Tabela 3.39 - Síntese das demandas hídricas totais por município, no Estado da Paraíba

Município	Demanda Hídrica (L/s)						
	Abastecimento Humano	Dessedentação animal	Indústria	Agricultura	Aquicultura	Mineração	Total (L/s)
Água Branca	18,36	3,86	0,04	5,77	0,00	0,04	28,07
Aguiar	10,61	4,32	0,01	9,49	10,33	0,00	34,76
Alagoa Grande	61,28	9,74	0,83	559,95	1,64	0,07	633,52
Alagoa Nova	40,95	2,87	16,82	1052,87	0,00	0,00	1113,51
Alagoinha	32,90	4,77	0,54	160,80	1,12	0,00	200,13
Alcantil	9,57	3,04	0,15	2,13	0,00	0,00	14,89
Algodão de Jandaíra	4,95	1,67	0,00	0,00	0,00	0,05	6,67
Alhandra	42,73	2,29	3,93	216,13	0,00	9,23	274,31
Amparo	4,50	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	6,35
Aparecida	16,05	2,70	0,30	93,13	1,35	0,00	113,54
Araçagi	31,12	10,07	0,01	233,59	1,96	0,00	276,77
Arara	31,27	2,66	0,02	6,04	0,00	0,00	39,99
Araruna	40,71	5,74	0,57	63,62	0,00	0,00	110,64
Areia	50,42	6,96	1,41	725,21	2,23	0,00	786,23
Areia de Baraúnas	3,68	0,85	0,00	4,35	0,00	0,00	8,87
Areial	16,15	1,03	0,01	8,57	0,00	0,03	25,80
Aroeiras	40,21	6,04	0,02	11,14	0,33	0,00	57,75
Assunção	9,21	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	10,65
Baía da Traição	14,95	0,69	0,00	684,96	0,35	0,00	700,96
Bananeiras	40,39	10,00	2,34	656,28	23,14	0,00	732,15
Baraúna	11,39	0,75	0,00	2,72	0,00	0,00	14,86
Barra de Santa Rosa	31,21	6,63	0,03	0,00	0,00	0,00	37,87
Barra de Santana	10,57	7,52	0,12	9,33	0,00	0,00	27,55
Barra de São Miguel	10,46	4,16	0,00	26,82	0,01	0,03	41,47
Bayeux	324,73	0,32	25,40	2,41	0,00	0,88	353,75
Belém	43,78	6,62	0,96	40,17	0,00	0,13	91,66
Belém do Brejo do Cruz	17,64	5,66	0,01	1,53	0,00	0,02	24,86
Bernardino Batista	5,67	0,90	0,00	0,38	0,00	0,00	6,95
Boa Ventura	11,01	2,41	0,00	14,37	0,00	0,04	27,84

Município	Demanda Hídrica (L/s)						
	Abastecimento Humano	Dessedentação animal	Indústria	Agricultura	Aquicultura	Mineração	Total (L/s)
Boa Vista	13,60	4,72	0,02	0,00	0,00	3,49	21,83
Bom Jesus	4,50	1,15	0,00	2,20	0,00	0,07	7,92
Bom Sucesso	8,95	3,60	0,00	1,89	0,00	0,00	14,44
Bonito de Santa Fé	28,23	3,94	0,00	25,24	0,00	0,00	57,41
Boqueirão	40,53	7,50	0,26	29,65	0,00	0,03	77,97
Borborema	12,15	1,34	0,00	280,88	2,88	0,00	297,25
Brejo do Cruz	34,02	4,66	0,01	1,52	0,00	0,20	40,41
Brejo dos Santos	15,42	2,04	0,01	1,38	0,00	0,00	18,86
Caaporã	59,25	1,34	411,87	413,99	2,86	6,51	895,81
Cabaceiras	9,97	3,55	0,12	18,07	0,00	0,00	31,72
Cabedelo	209,65	0,15	30,86	0,00	0,00	4,17	244,83
Cachoeira dos Índios	17,88	4,03	0,00	3,45	0,00	0,10	25,47
Cacimba de Areia	6,83	2,15	0,00	5,78	0,00	0,00	14,77
Cacimba de Dentro	35,75	3,49	0,04	16,77	0,00	0,01	56,06
Cacimbas	10,21	1,10	0,00	2,99	0,00	0,00	14,30
Caiçara	17,16	4,71	0,20	20,77	0,00	0,00	42,85
Cajazeiras	169,00	11,52	7,50	12,53	0,00	0,16	200,71
Cajazeirinhas	5,32	4,20	0,00	3,29	1,70	0,00	14,51
Caldas Brandão	11,96	2,05	0,00	12,60	0,00	0,20	26,82
Camalaú	11,42	4,32	0,01	2,12	0,00	0,00	17,86
Campina Grande	1196,28	10,23	263,49	34,78	3,32	5,95	1514,04
Capim	13,82	1,15	0,01	611,94	0,00	0,00	626,93
Caraúbas	7,47	3,55	0,00	6,02	0,00	0,00	17,04
Carrapateira	5,58	1,26	0,00	3,57	0,00	0,00	10,41
Casserengue	14,29	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	16,74
Catingueira	10,03	4,42	0,01	14,24	0,00	0,16	28,85
Catolé do Rocha	72,35	7,88	7,32	2,71	0,00	0,09	90,35
Caturité	7,20	4,11	3,85	3,54	0,00	0,00	18,70
Conceição	41,18	7,61	0,06	72,66	0,40	0,01	121,91
Condado	14,56	4,74	0,00	0,00	0,00	0,00	19,30
Conde	56,42	1,72	3,30	302,62	0,00	1,02	365,08
Congo	10,38	2,44	0,01	16,46	0,00	0,06	29,35
Coremas	36,78	8,04	0,38	21,37	37,44	0,10	104,11
Coxixola	3,61	1,70	0,00	3,05	0,00	0,00	8,36
Cruz do Espírito Santo	34,11	1,69	8,52	1701,90	10,94	0,07	1757,22
Cubati	16,76	2,26	0,03	0,00	0,00	0,00	19,05
Cuité	46,24	6,24	0,21	18,11	0,00	0,01	70,82
Cuité de Mamanguape	10,69	2,61	0,00	235,99	0,00	0,00	249,29
Cuitegi	16,61	1,85	0,00	76,99	0,00	0,20	95,65
Curral de Cima	6,64	4,22	0,00	152,40	0,00	0,00	163,26
Curral Velho	4,91	2,37	0,00	10,05	0,00	0,00	17,33
Damião	10,67	2,73	0,00	0,00	0,00	0,00	13,40
Desterro	18,11	2,42	0,00	8,45	0,00	0,00	28,97
Diamante	13,06	2,85	0,09	22,00	0,36	0,00	38,36
Dona Inês	20,59	3,38	0,00	11,34	0,48	0,00	35,80
Duas Estradas	8,16	2,17	0,93	22,43	0,00	0,00	33,69
Emas	7,63	3,29	0,00	9,08	0,00	0,00	20,00
Esperança	76,31	4,05	1,05	20,08	0,00	1,02	102,51
Fagundes	22,13	3,77	0,00	22,94	0,00	0,00	48,84
Frei Martinho	6,30	2,09	0,18	2,64	0,00	0,03	11,24
Gado Bravo	11,11	5,88	0,00	0,00	0,00	0,00	16,99
Guarabira	167,45	9,22	47,12	70,67	1,15	0,83	296,44
Gurinhém	26,16	11,68	0,15	23,80	0,00	0,38	62,17
Gurjão	7,37	2,61	0,00	0,26	0,00	0,02	10,27
Ibiara	12,05	2,81	0,00	46,85	1,88	0,00	63,59
Igaracy	13,39	4,32	0,14	5,26	0,00	0,00	23,12
Imaculada	22,03	3,40	0,00	5,57	0,00	0,00	31,00
Ingá	41,23	6,91	7,61	23,48	0,00	0,00	79,23
Itabaiana	59,35	7,00	0,61	103,63	0,00	0,01	170,59
Itaporanga	59,89	7,28	12,24	66,95	22,41	0,24	169,00
Itapororoca	41,77	4,74	0,01	1132,07	1,94	0,00	1180,53

Município	Demanda Hídrica (L/s)						
	Abastecimento Humano	Dessedentação animal	Indústria	Agricultura	Aquicultura	Mineração	Total (L/s)
Itatuba	23,04	8,58	0,29	12,03	15,40	0,00	59,35
Jacaraú	29,87	4,33	0,04	670,40	0,00	0,04	704,69
Jericó	16,98	4,26	0,00	2,92	2,57	0,00	26,72
João Pessoa	2443,60	3,87	233,02	84,17	0,54	10,21	2775,42
Joca Claudino	4,44	0,95	0,00	0,00	2,13	0,00	7,52
Juarez Távora	18,99	1,41	0,00	12,03	0,00	0,02	32,45
Juazeirinho	37,12	4,20	0,38	3,48	0,00	0,15	45,33
Junco do Seridó	15,24	1,45	0,00	2,96	0,00	0,05	19,71
Juripiranga	28,68	1,38	0,03	1544,96	0,00	0,00	1575,05
Juru	17,84	4,52	0,00	28,26	0,00	0,00	50,62
Lagoa	9,08	1,68	0,00	1,18	0,00	0,00	11,94
Lagoa de Dentro	14,97	4,90	0,00	17,66	0,00	0,05	37,58
Lagoa Seca	50,93	3,31	0,99	129,56	0,00	0,01	184,81
Lastro	5,20	2,25	0,02	0,00	0,00	0,00	7,47
Livramento	13,72	3,01	0,00	5,60	0,00	0,00	22,33
Logradouro	7,61	2,50	0,00	10,04	0,00	0,00	20,16
Lucena	33,68	0,34	27,17	1358,32	1,62	0,03	1421,16
Mãe d'Água	7,56	1,00	0,00	4,61	0,00	0,00	13,17
Malta	14,50	2,62	0,11	2,84	0,00	0,06	20,14
Mamanguape	122,00	3,38	416,79	3107,11	4,91	0,63	3654,83
Manaíra	23,66	4,31	0,00	1,77	0,00	0,00	29,73
Marcação	13,83	0,36	0,00	1052,69	0,00	0,00	1066,89
Mari	52,95	6,75	0,19	954,78	14,82	0,01	1029,50
Marizópolis	16,70	0,97	0,00	21,16	0,00	0,00	38,82
Massaranduba	24,11	4,82	1,36	13,72	0,33	0,00	44,34
Mataraca	22,42	0,87	0,18	1168,60	0,00	0,00	1192,07
Matinhas	6,22	0,69	0,00	72,23	0,00	0,00	79,13
Mato Grosso	5,34	1,36	0,01	4,31	0,00	0,00	11,03
Maturéia	14,36	1,55	0,00	2,52	0,00	0,00	18,43
Mogeiro	23,98	6,95	6,98	9,60	3,85	0,00	51,35
Montadas	12,16	1,36	0,69	15,11	0,00	0,00	29,31
Monte Horebe	9,39	1,07	0,01	4,87	0,00	0,00	15,35
Monteiro	74,51	15,76	0,35	24,69	0,63	0,11	116,06
Mulungu	17,97	10,90	0,01	22,39	0,00	0,37	51,65
Natuba	17,83	2,72	0,00	220,63	0,00	0,00	241,19
Nazarezinho	13,37	5,06	0,01	20,36	0,00	0,00	38,80
Nova Floresta	25,19	0,78	0,16	23,56	0,00	0,00	49,69
Nova Olinda	11,34	1,61	0,00	24,19	0,00	0,00	37,14
Nova Palmeira	9,74	1,26	0,00	2,86	0,00	0,22	14,08
Olho d'Água	13,15	5,98	0,00	48,47	0,00	0,00	67,60
Olivedos	7,74	2,96	0,00	0,00	0,00	0,00	10,70
Ouro Velho	6,50	2,31	0,00	5,59	0,00	0,00	14,39
Parari	2,64	2,10	0,00	1,90	0,00	0,00	6,64
Passagem	4,62	0,99	0,01	1,28	4,16	0,00	11,05
Patos	317,92	7,66	22,13	17,68	0,00	0,62	366,02
Paulista	24,60	12,87	0,48	26,66	0,00	0,00	64,61
Pedra Branca	8,04	2,04	0,20	68,91	0,00	0,00	79,18
Pedra Lavrada	14,26	1,48	0,02	2,79	0,00	0,19	18,73
Pedras de Fogo	61,07	4,84	306,45	6980,01	0,00	0,10	7352,48
Pedro Régis	11,13	1,74	0,00	59,41	0,00	0,00	72,28
Piancó	37,77	10,18	1,05	3,60	0,00	0,01	52,62
Picuí	42,34	5,57	0,10	47,23	0,08	0,21	95,52
Pilar	26,72	2,85	0,07	60,85	38,92	0,00	129,42
Pilões	12,66	0,90	0,08	441,93	0,00	0,02	455,59
Pilõezinhos	10,06	1,44	0,22	118,10	0,00	0,00	129,82
Pirpirituba	25,12	2,75	0,01	80,54	0,00	0,12	108,53
Pitimbu	41,43	0,43	0,01	796,48	0,00	6,97	845,32
Pocinhos	39,03	8,94	0,30	3,41	0,00	0,96	52,63
Poço Dantas	5,91	0,97	0,01	1,87	0,00	0,00	8,75
Poço de José de Moura	7,38	2,89	0,00	19,81	0,00	0,00	30,08
Pombal	80,90	17,21	3,06	24,24	0,00	0,07	125,48

Município	Demanda Hídrica (L/s)						
	Abastecimento Humano	Dessedentação animal	Indústria	Agricultura	Aquicultura	Mineração	Total (L/s)
Prata	8,46	2,71	0,22	20,49	0,00	0,02	31,91
Princesa Isabel	53,67	7,60	0,18	9,14	0,00	0,00	70,59
Puxinanã	22,66	3,21	0,09	14,45	0,00	0,00	40,41
Queimadas	92,66	10,67	6,44	6,46	0,00	2,39	118,61
Quixabá	3,29	0,84	0,00	2,61	0,00	0,01	6,75
Remígio	46,16	2,61	0,27	33,06	0,00	0,00	82,10
Riachão	7,33	1,72	0,00	2,84	2,96	0,00	14,85
Riachão do Bacamarte	9,15	1,25	0,00	1,85	0,00	0,00	12,24
Riachão do Poço	7,41	1,52	0,00	37,82	22,34	0,00	69,09
Riacho de Santo Antônio	4,31	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	6,01
Riacho dos Cavalos	16,64	4,91	0,14	5,05	0,00	0,00	26,74
Rio Tinto	47,81	1,57	111,01	3484,00	35,02	0,39	3679,81
Salgadinho	6,96	0,80	0,00	0,00	0,00	0,06	7,81
Salgado de São Félix	22,58	3,43	0,00	28,49	0,00	0,00	54,49
Santa Cecília	10,83	3,24	0,00	3,42	0,00	0,06	17,55
Santa Cruz	11,95	3,23	0,01	2,75	0,00	0,05	17,98
Santa Helena	9,46	6,65	0,00	25,86	0,00	0,00	41,97
Santa Inês	6,47	2,66	0,03	6,47	0,00	0,00	15,63
Santa Luzia	40,29	4,23	1,27	3,83	0,00	0,54	50,17
Santa Rita	341,63	3,65	1017,55	5489,00	12,53	1,07	6865,43
Santa Teresinha	8,88	4,58	0,09	18,96	0,00	0,00	32,51
Santana de Mangueira	9,34	3,13	0,00	9,64	0,10	0,00	22,22
Santana dos Garrotes	13,28	4,91	0,22	80,43	0,00	0,00	98,84
Santo André	4,40	2,44	0,00	2,78	0,00	0,00	9,62
São Bentinho	9,82	3,14	0,00	2,81	0,00	0,00	15,77
São Bento	84,64	6,22	3,99	9,73	0,00	0,04	104,63
São Domingos	5,07	3,49	0,00	6,34	1,70	0,01	16,61
São Domingos do Cariri	4,68	1,72	0,00	9,71	0,00	0,00	16,12
São Francisco	6,04	2,23	0,06	4,61	0,00	0,00	12,95
São João do Cariri	8,40	4,41	0,06	2,00	0,00	0,00	14,87
São João do Rio do Peixe	33,41	10,23	0,15	33,96	0,00	0,09	77,84
São João do Tigre	7,46	4,43	0,00	0,26	0,00	0,00	12,15
São José da Lagoa Tapada	14,06	5,16	0,00	9,12	0,00	0,14	28,48
São José de Caiana	11,67	2,42	0,05	5,16	0,00	0,00	19,31
São José de Espinharas	7,66	9,07	0,00	55,52	0,00	0,00	72,26
São José de Piranhas	43,25	10,13	0,21	18,54	0,00	0,06	72,20
São José de Princesa	5,52	3,38	0,00	8,59	0,00	0,00	17,48
São José do Bonfim	6,35	1,54	0,00	5,67	0,00	0,00	13,56
São José do Brejo do Cruz	3,65	3,21	0,00	2,53	0,00	0,00	9,40
São José do Sabugi	8,72	3,03	0,05	2,05	0,00	0,11	13,95
São José dos Cordeiros	7,14	3,19	0,00	0,36	0,00	0,00	10,68
São José dos Ramos	11,00	2,84	0,01	49,79	0,00	0,00	63,63
São Mamede	18,66	4,21	0,00	5,32	0,93	0,01	29,12
São Miguel de Taipu	12,66	2,84	0,02	50,15	4,63	0,00	70,30
São Sebastião de Lagoa de Roça	21,99	1,80	0,08	61,40	0,00	0,00	85,26
São Sebastião do Umbuzeiro	7,25	4,34	0,00	1,94	0,00	0,00	13,53
São Vicente do Seridó	21,31	2,39	0,87	1,16	5,69	0,04	31,47
Sapé	136,91	5,16	0,01	3612,74	0,00	0,00	3754,82
Serra Branca	29,57	6,09	0,00	2,65	0,00	0,00	38,31
Serra da Raiz	6,47	1,50	0,00	32,54	0,00	0,00	40,51
Serra Grande	6,34	1,15	0,00	4,40	0,00	0,00	11,90
Serra Redonda	13,52	1,96	4,14	18,97	0,00	0,00	38,59
Serraria	12,07	2,71	0,38	298,84	0,00	0,00	314,00
Sertãozinho	11,42	1,71	0,00	9,07	0,00	0,00	22,20
Sobrado	10,45	1,99	0,13	185,26	0,00	0,00	197,82
Solânea	60,44	6,84	0,10	43,81	3,02	0,01	114,23
Soledade	35,52	8,00	0,05	0,00	0,00	1,02	44,59
Sossêgo	6,59	1,44	0,00	0,00	0,00	0,00	8,03
Sousa	185,68	16,10	19,59	230,20	0,00	0,64	452,22
Sumé	40,47	8,09	0,21	21,82	0,00	0,10	70,70

Município	Demanda Hídrica (L/s)						
	Abastecimento Humano	Dessedentação animal	Indústria	Agricultura	Aquicultura	Mineração	Total (L/s)
Tacima	19,36	8,99	0,00	29,97	0,00	0,00	58,32
Taperoá	33,98	7,41	0,13	6,93	0,00	0,09	48,54
Tavares	29,06	5,59	0,01	17,75	0,00	0,00	52,40
Teixeira	35,35	1,50	0,02	6,79	0,00	0,03	43,69
Tenório	6,26	1,17	0,00	1,38	0,00	0,02	8,83
Triunfo	17,44	4,61	0,06	1,56	0,00	0,00	23,68
Uiraúna	35,69	5,39	0,30	0,55	1,00	0,00	42,94
Umbuzeiro	16,86	3,70	0,00	5,83	0,00	0,00	26,40
Várzea	6,25	2,66	0,00	0,00	0,00	0,93	9,84
Vieirópolis	7,62	2,92	0,00	4,05	0,00	0,00	14,59
Vista Serrana	6,96	0,79	0,00	0,57	0,00	0,00	8,33
Zabelê	4,93	2,54	0,02	1,29	0,00	0,00	8,77
Total	**10.031,27**	**881,15**	**3.052,98**	**43.974,84**	**310,12**	**64,86**	**58.315,23**

Apresentam-se, na **Tabela 3.40**, os valores das demandas hídricas totais por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

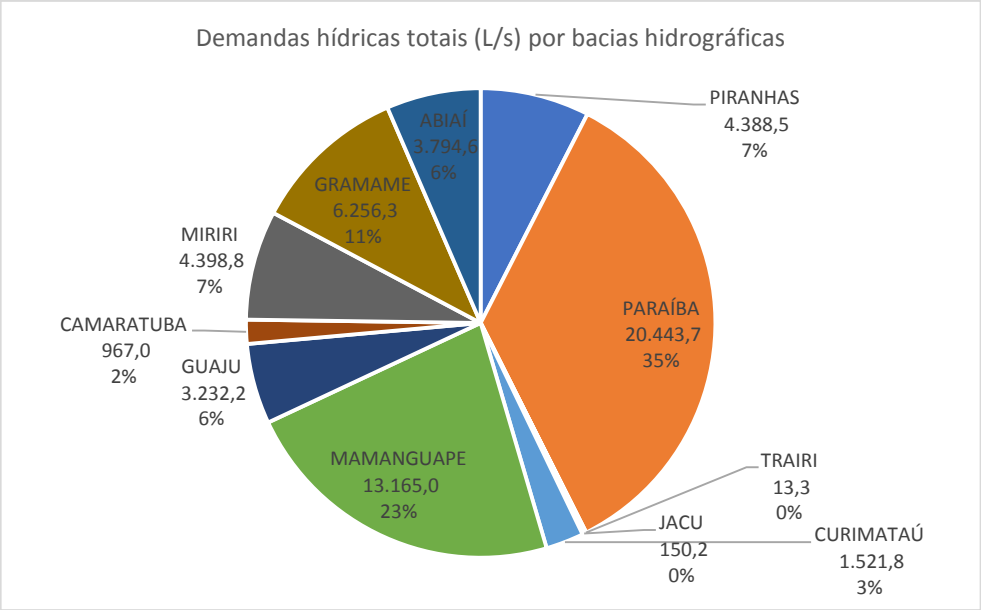
Tabela 3.40 - Demandas hídricas totais por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

Bacias hidrográficas/sub-bacias/regiões	Demanda Hídrica (L/s)						
	Abastecimento humano	Dessedentação Animal	Industrial	Agricultura	Aquicultura	Mineração	Total
SBH do Rio do Peixe	579,9	75,83	20,96	290,82	4,93	1,84	974,3
SBH do Alto Rio Piranhas	130,9	44,29	8,73	243,46	1,70	0,45	429,5
SBH do Rio Piancó	600,8	130,47	15,67	642,08	74,62	0,66	1.464,3
SBH do Médio Rio Piranhas	347,9	73,20	13,05	73,95	2,57	0,44	511,1
SBH do Rio Espinharas	425,2	32,45	22,36	119,31	4,16	0,77	604,2
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	75,0	14,66	1,20	14,05	-	1,55	106,5
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	224,6	15,02	1,09	52,86	1,01	0,66	295,2
SBH do Rio Taperoá	268,9	54,99	0,79	58,98	-	3,26	387,0
SBH do Alto Rio Paraíba	208,0	67,81	1,01	156,59	0,64	0,33	434,4
SBH do Médio Rio Paraíba	1.476,4	70,45	209,43	315,59	6,54	8,29	2.086,7
SBH do Baixo Rio Paraíba	3.839,7	90,28	1.095,32	12.379,42	111,58	15,83	17.532,2
BH do Rio Trairi	2,3	1,17	0,08	9,76	-	0,00	13,3
BH do Rio Jacu	90,8	10,10	0,38	48,96	-	0,05	150,2
BH do Rio Curimataú	304,4	66,76	3,77	1.129,45	16,86	0,56	1.521,8
BH do Rio Mamanguape	1.066,2	100,64	338,84	11.595,02	61,38	2,85	13.165,0
BH do Rio Guaju	22,0	15,67	234,50	2.959,56	-	0,44	3.232,2
BH do Rio Camaratuba	49,0	0,68	0,14	912,67	4,47	0,00	967,0
BH do Rio Miriri	54,8	4,97	189,17	4.143,03	6,54	0,27	4.398,8
BH do Rio Gramame	117,0	6,49	407,84	5.707,04	10,27	6,65	6.255,3
BH do Rio Abiaí	147,4	5,21	488,64	3.122,21	2,86	19,97	3.786,3
Total	**10.031,27**	**881,15**	**3.052,98**	**43.974,84**	**310,12**	**64,86**	**58.315,2**

A SBH do baixo Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante dos recursos hídricos, com demanda hídrica de captação de 17.532,2 L/s.

Agregando-se as sub-bacias em bacias hidrográficas, tem-se a seguinte distribuição.

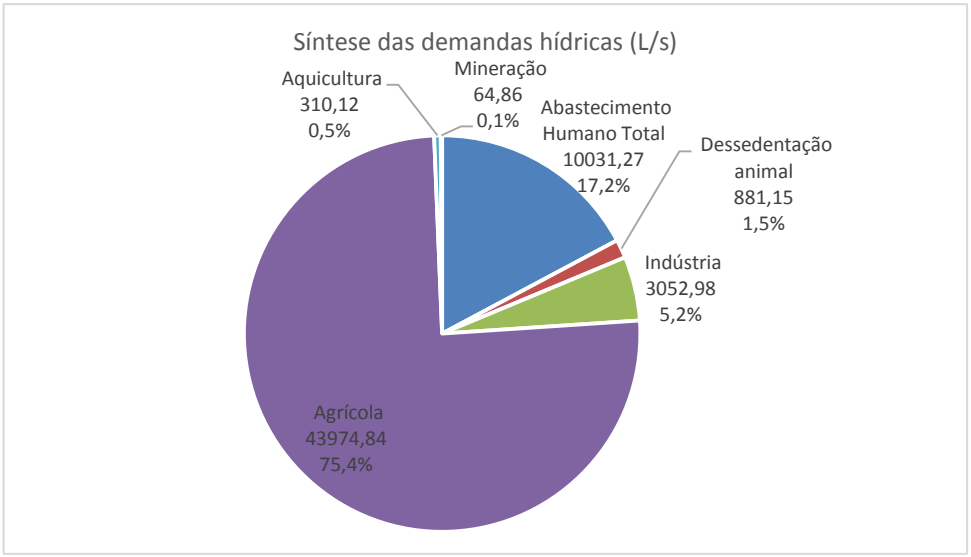
Figura 3.39 - Demandas hídricas totais por bacias hidrográficas



A bacia hidrográfica do Rio Paraíba apresenta-se como a maior demandante de água, com 35% do total (o que corresponde a 20.440,20 L/s), seguida pela bacia hidrográfica do Rio Mamanguape, com 23% do total (o que corresponde a 13.165,0 L/s).

Na **Figura 3.40**, apresentam-se as demandas hídricas totais por tipo de uso.

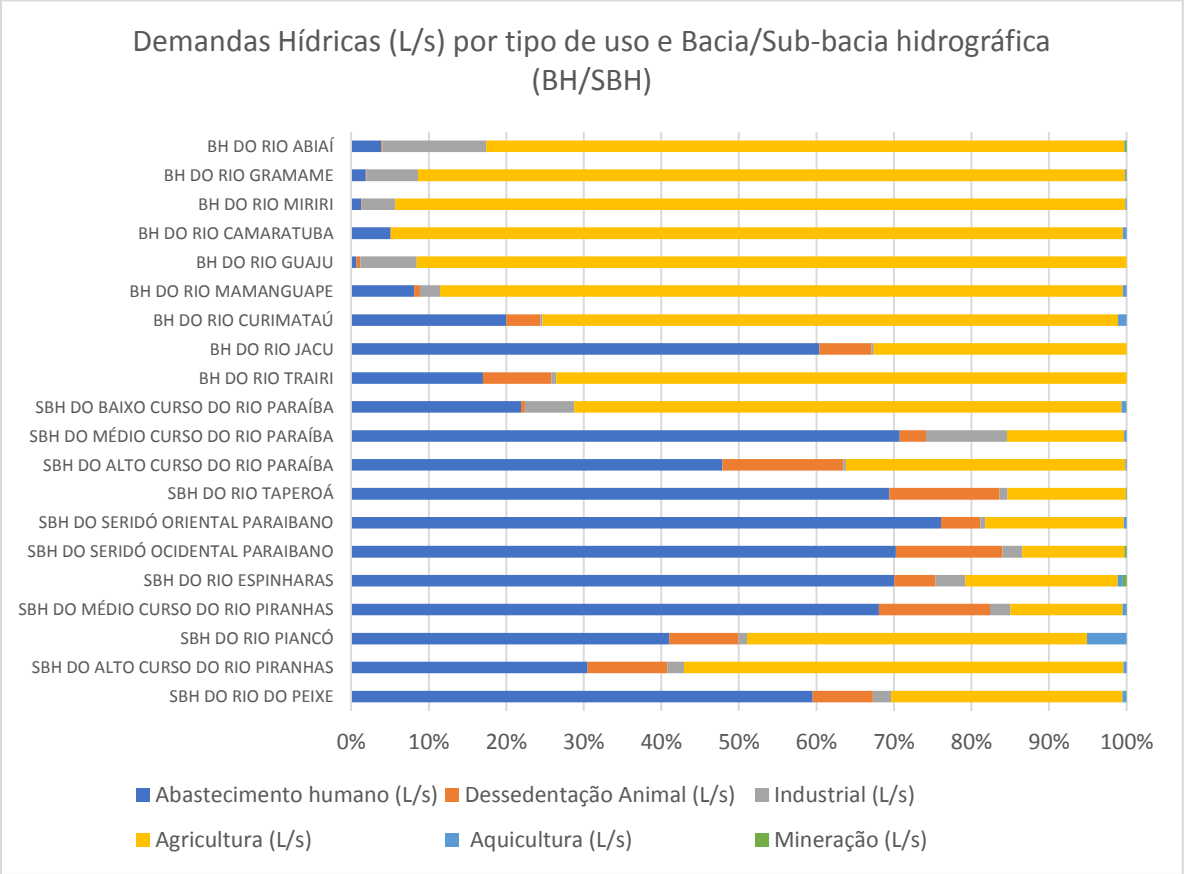
Figura 3.40 - Demandas hídricas totais por tipo de uso



Constata-se que o uso da água para a agricultura representa 75,4% da demanda hídrica total, o que corresponde a 43.974,84 L/s, seguido pelo o uso da água para abastecimento humano, com 17,2% da demanda hídrica total, o que corresponde a 10.031,27 L/s. A demanda hídrica para a indústria alcançou apenas 5,2% (o que corresponde a 3.052,98 L/s), a dessedentação animal, 1,5% (o que corresponde a 881,15 L/s), a aquicultura, com 0,5% (o que corresponde a 310,12 L/s) e a mineração, com 0,1% (o que corresponde a 64,86 L/s).

Na **Figura 3.41**, observa-se a distribuição das demandas hídricas totais, por setor usuário e por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). Contata-se que o uso para abastecimento humano e agricultura se alternam como usos preponderantes nas bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

Figura 3.41 - Demandas hídricas totais por setor usuário e por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).



Agregando o uso urbano (abastecimento humano urbano e industrial) e o rural (abastecimento humano rural, agropecuário, mineração e aquicultura) (**Tabela 3.41** e **Figura 3.42**), pode-se observar que, no Estado, há uma predominância do uso rural, mas, em algumas bacias, a predominância é para uso urbano, como nas bacias dos Rios Paraíba e Jacu (**Figura 3.43**).

Tabela 3.41 - Demandas Hídricas (L/s), por uso urbano e rural e bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

Bacia/sub-bacia hidrográficas	Uso Urbano (L/s)	Uso Rural (L/s)	Total
SBH do Rio do Peixe	519,6	454,88	974,5
SBH do Alto Rio Piranhas	101,6	327,97	429,5
SBH do Rio Piancó	511,3	953,00	1.464,3
SBH do Médio Rio Piranhas	311,6	199,53	511,1
SBH do Rio Espinharas	416,6	190,44	607,1
SBH do Rio Seridó Ocidental Paraibano	71,6	35,13	106,7
SBH do Rio Seridó Oriental Paraibano	197,0	98,19	295,2
SBH do Rio Taperoá	219,7	167,67	387,3
SBH do Alto Rio Paraíba	164,4	270,02	434,4
SBH do Médio Rio Paraíba	1.587,9	498,74	2.086,7
SBH do Baixo Rio Paraíba	4.812,3	12723,05	17.535,3
BH do Rio Trairi	0,1	13,19	13,3
BH do Rio Jacu	75,9	74,31	150,2
BH do Rio Curimataú	229,9	1291,92	1.521,8
BH do Rio Mamanguape	1.245,5	11919,45	13.165,0
BH do Rio Guaju	234,9	2997,22	3.232,2
BH do Rio Camaratuba	48,3	918,71	967,0
BH do Rio Miriri	232,7	4166,04	4.398,8
BH do Rio Gramame	512,0	5744,34	6.256,3
BH do Rio Abiaí	635,6	3159,04	3.794,6
Total	**12.128,58**	**46.202,83**	**58.331,4**

Figura 3.42 - Distribuição da demanda hídrica por uso urbano e rural

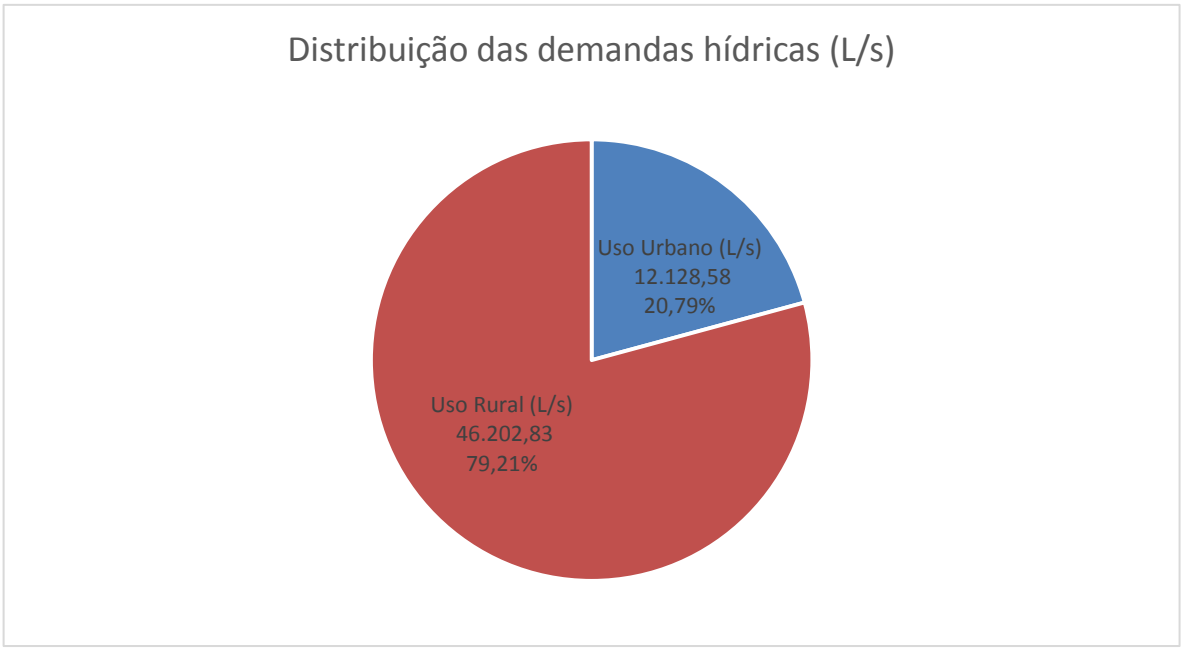
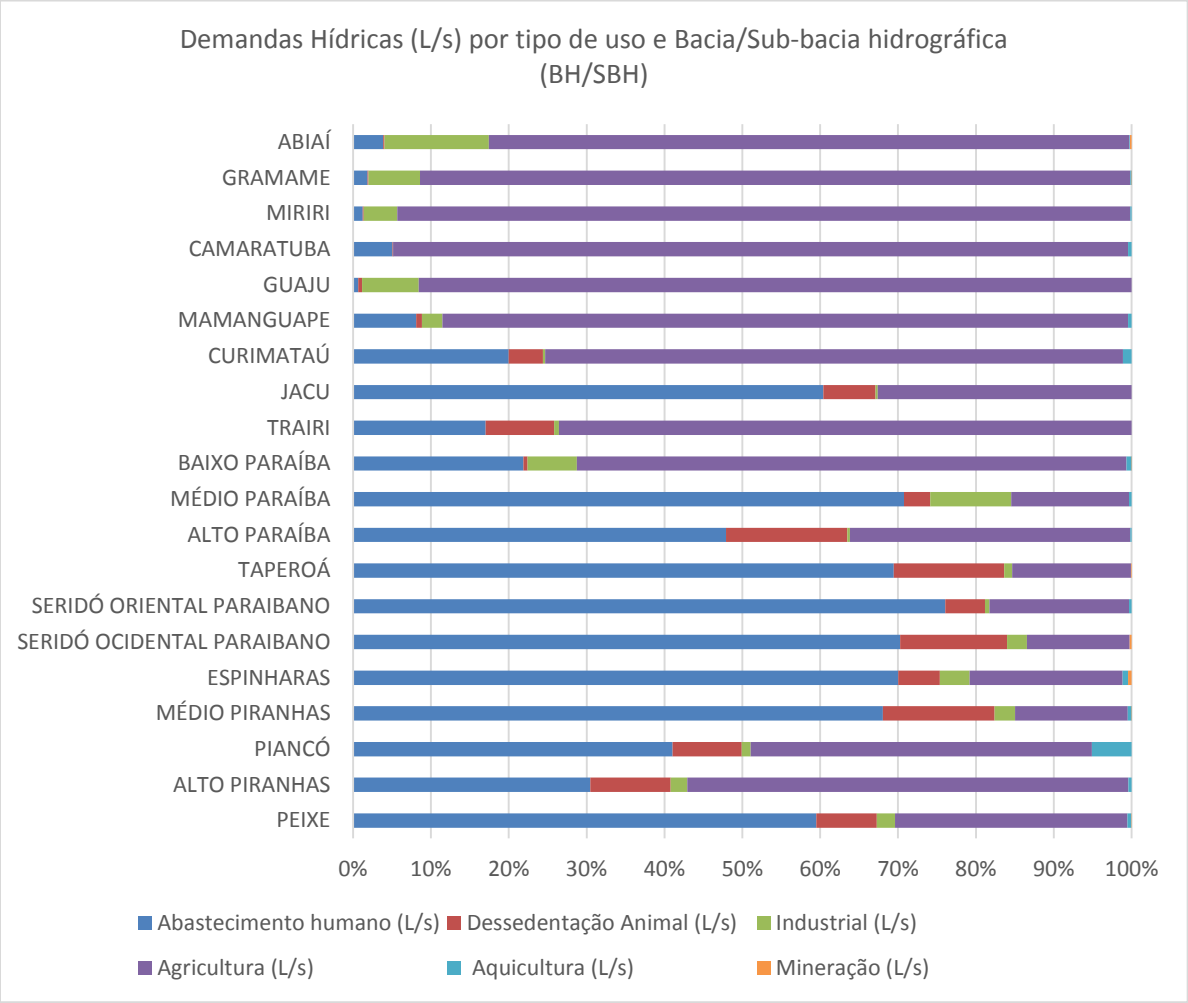


Figura 3.43 - Demandas Hídricas (L/s), uso urbano e rural e bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

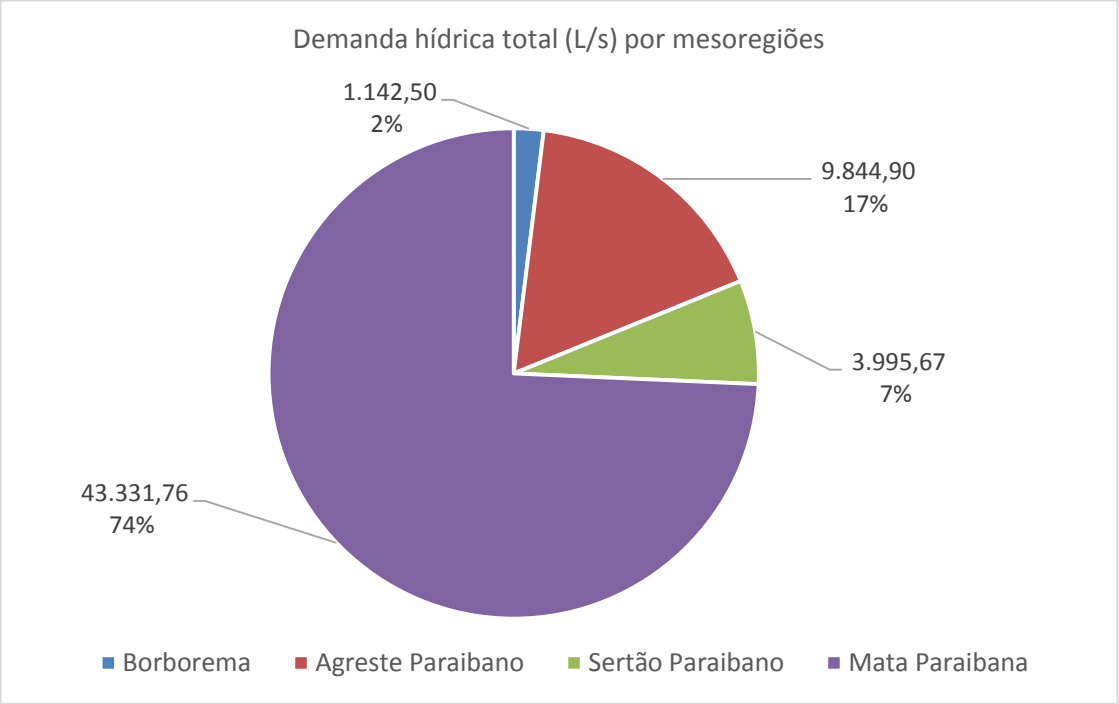


Os valores das demandas hídricas totais, por mesorregiões do Estado da Paraíba são apresentados na **Tabela 3.42** e na **Figura 3.44**.

Tabela 3.42 - Demanda hídrica total por mesorregião, no Estado da Paraíba

Mesorregiões	Demanda hídrica total (L/s)
Borborema	1.142,50
Agreste Paraibano	9.844,90
Sertão Paraibano	3.995,67
Mata Paraibana	43.331,76
Total	**58.314,82**

Figura 3.44 - Distribuição da demanda hídrica total por mesorregião, no Estado da Paraíba

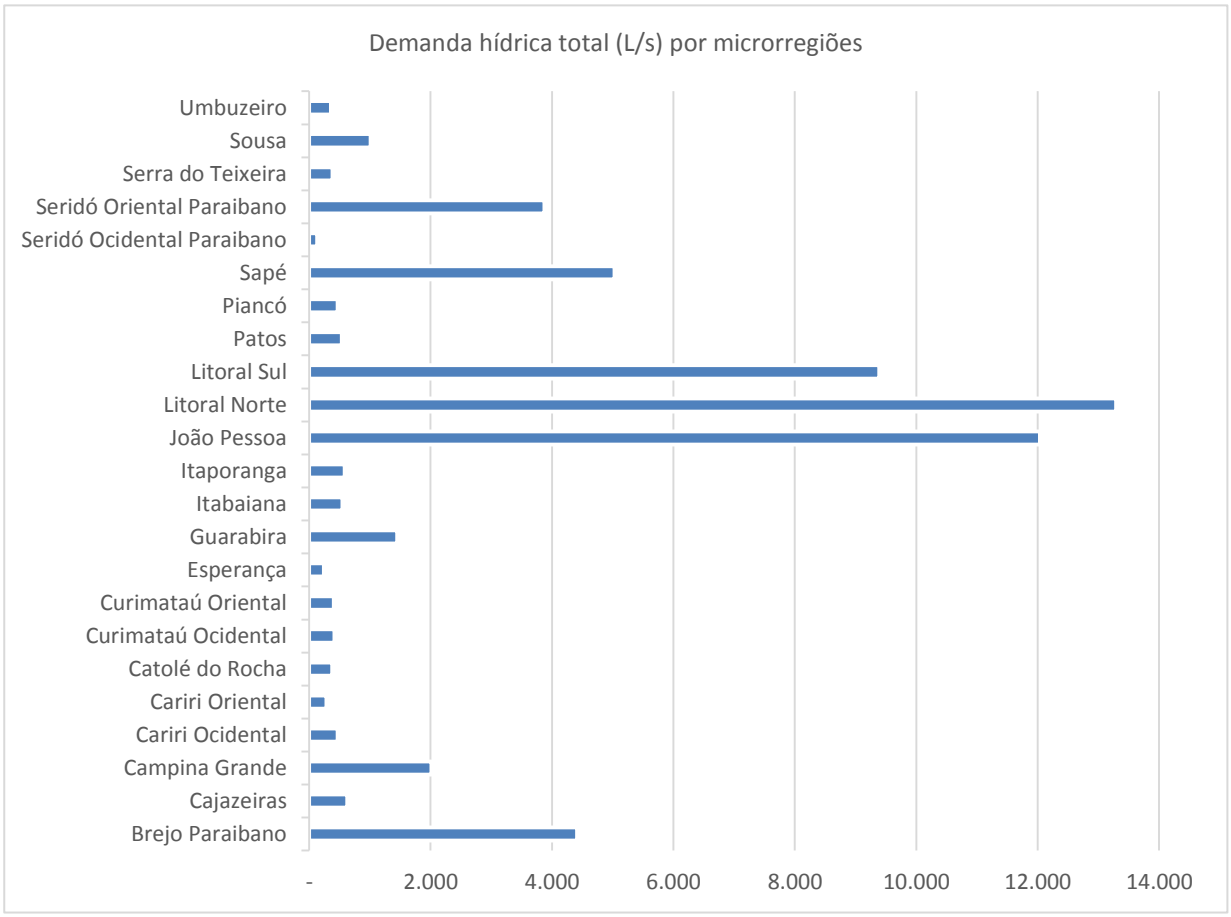


Os valores das demandas hídricas totais, por microrregiões do Estado da Paraíba, são apresentados na **Tabela 3.43** e na **Figura 3.45**.

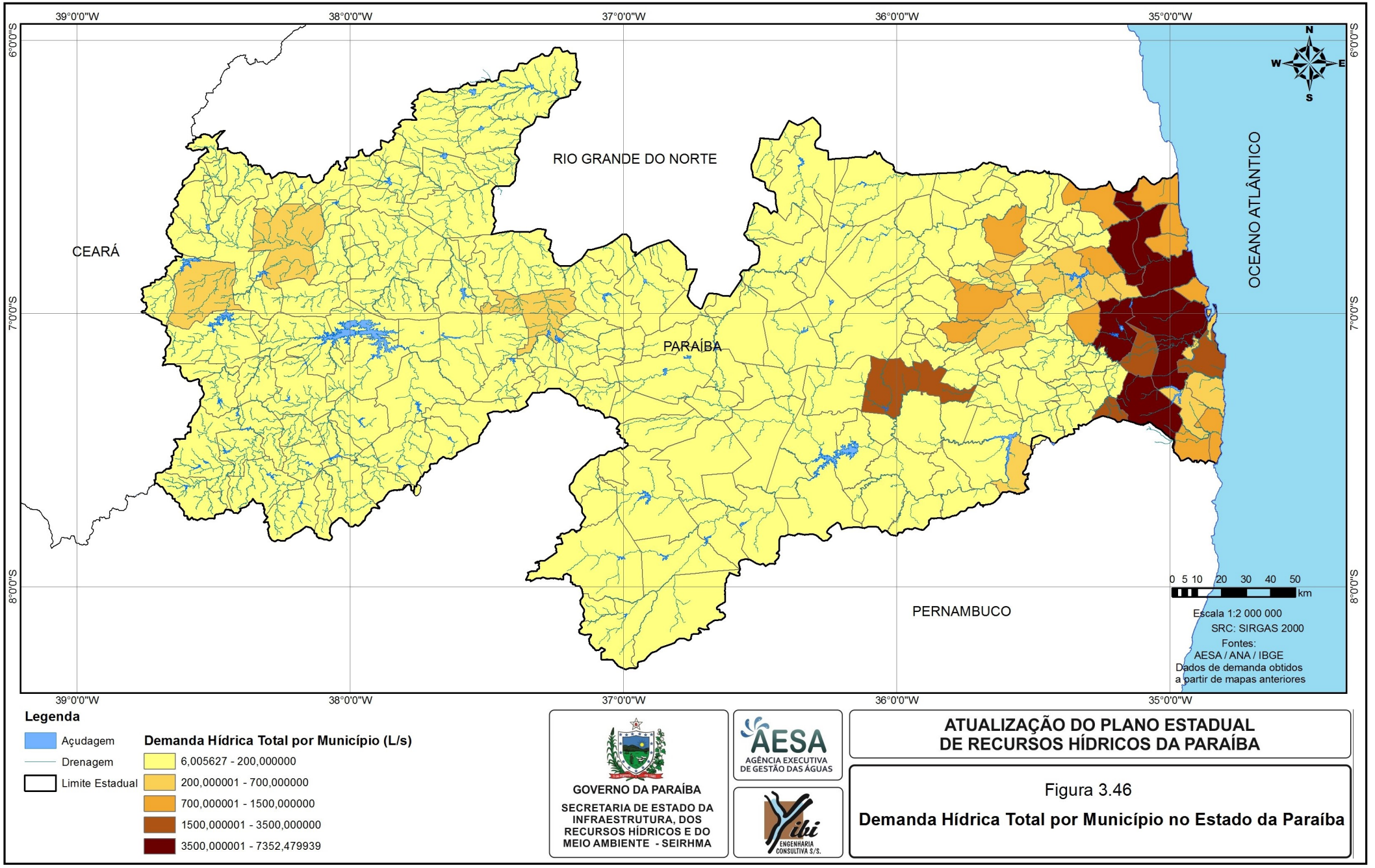
Tabela 3.43 - Demanda hídrica total por microrregião

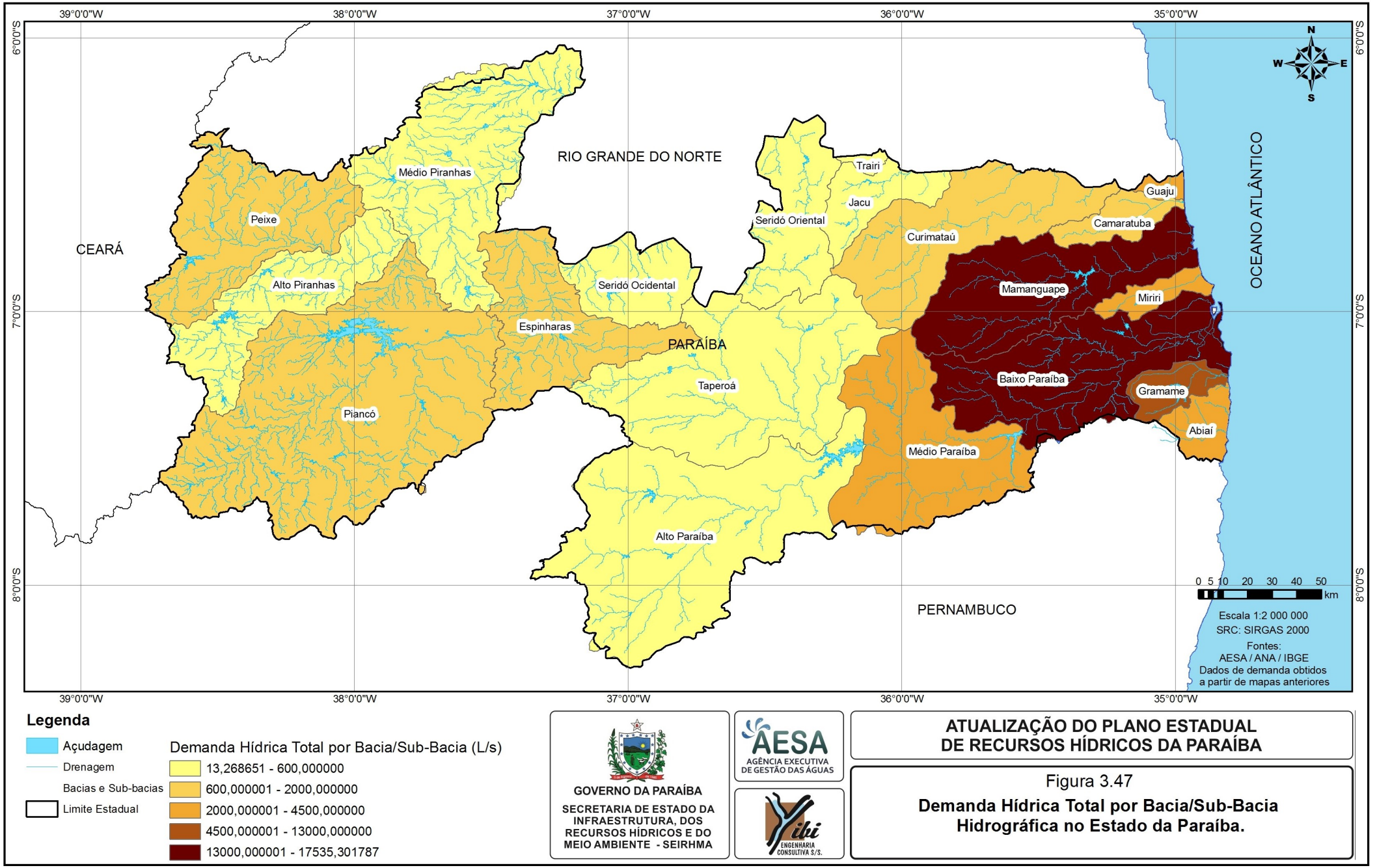
Microrregiões	Demandas hídricas totais (L/s)
Brejo Paraibano	4.411,36
Cajazeiras	629,15
Campina Grande	2.011,45
Cariri Ocidental	466,59
Cariri Oriental	286,21
Catolé do Rocha	379,39
Curimataú Ocidental	416,46
Curimataú Oriental	406,58
Esperança	242,85
Guarabira	1.447,63
Itabaiana	548,68
Itaporanga	586,25
João Pessoa	12.025,62
Litoral Norte	13.291,47
Litoral Sul	9.367,85
Patos	538,97
Piancó	467,03
Sapé	8.646,82
Seridó Ocidental Paraibano	130,60
Seridó Oriental Paraibano	259,10
Serra do Teixeira	385,27
Sousa	1.009,60
Umbuzeiro	359,88
Total	**58.314,82**

Figura 3.45 - Demanda hídrica total por microrregião, no Estado da Paraíba



Nas **Figuras 3.46** e **3.47**, apresenta-se a distribuição espacial das demandas hídricas totais municípios e BH/SBH do Estado da Paraíba.


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
N
W
E
S
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2 000 000
SRC: SIRGAS 2000
Fontes:
AESA / ANA / IBGE
Dados de demanda obtidos
a partir de mapas anteriores
Legenda
Açudagem
Drenagem
Limite Estadual
Demanda Hídrica Total por Município (L/s)
6,005627 - 200,000000
200,000001 - 700,000000
700,000001 - 1500,000000
1500,000001 - 3500,000000
3500,000001 - 7352,479939
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 3.46
Demanda Hídrica Total por Município no Estado da Paraíba



Legenda

- Açudagem
- Drenagem
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

Demanda Hídrica Total por Bacia/Sub-Bacia (L/s)

- 13,268651 - 600,000000
- 600,000001 - 2000,000000
- 2000,000001 - 4500,000000
- 4500,000001 - 13000,000000
- 13000,000001 - 17535,301787

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 3.47

Demanda Hídrica Total por Bacia/Sub-Bacia Hidrográfica no Estado da Paraíba.

3.12 DEMANDAS POR MANANCIAIS

Nesta seção, as demandas hídricas foram concentradas nos principais mananciais das bacias hidrográficas do Estado. A demanda hídrica foi considerada, conforme o percentual de área do município, inserida na bacia hidrográfica do reservatório.

Os mananciais considerados na agregação, e as demandas estão apresentados na **Tabela 3.44**. Pode-se observar que os mananciais vão atender um pouco mais de 22% das demandas, uma vez que cerca de 70% das demandas estão a jusante dos principais reservatórios nas BHs/SBHs do baixo Paraíba, Mamanguape, Guaju, Camaratuba, Miriri, Gramame Abiaí.

Tabela 3.44 - Demandas hídricas por manancial

BH/SBH	Manancial	Demanda hídrica L/s
Abiaí	Exutório (Ex_02)	4.150,58
Alto Paraíba	Santo Antônio	7,08
	Cordeiro	180,75
	Poções	65,00
	Camalaú	20,00
	Sumé	50,00
	Epitácio Pessoa	2.097,33
Alto Piranhas	Engenheiro Avidos	260,00
	São Gonçalo	313,00
	Bartolomeu I	56,58
	Exutório (Ex_01)	127,00
Baixo Paraíba	José Rodrigues	4,00
	São Salvador	623,00
	Exutório (Ex_01)	7.273,67
	Exutório (Ex _04)	4.367,67
Camaratuba	Exutório (Ex _02)	2.185,33
	Trecho de rio (No _01)	500,00
Curimataú	Jandaia	95,92
	Trecho de rio (No _02)	18,00
	Exutório (Ex_01	53,00
	Trecho de rio (No _6)	55,00
Espinharas	Capoeira	58,58
	Farinha	18,42
	Jatobá I	59,00
	Exutório (Ex _03)	97,00
Gramame	Gramame-Mamuaba	2.044,00
	Exutório (Ex _01)	198,42
	Trecho de rio (No _4)	2.455,42
	Trecho de rio (No _2)	2.712,00
Guaju	Exutório (Ex _04)	1.364,00
Jacu	Boqueirão do Cais	84,17
	Trecho de rio (No_01)	37,00
Mamanguape	Camará	302,00
	Araçagi	3.332,00
	Exutório (Ex _01)	7.388,92
Médio Paraíba	Acauã (Argemiro de Figueiredo)	828,00
Médio Piranhas	Baião	5,00
	Tapera	8,42
	Escondido	54,00
	Santa Rosa	14,00
	Carneiro	61,67
	Engenheiro Arcoverde	1,00
	Riacho dos Cavalos	19,42

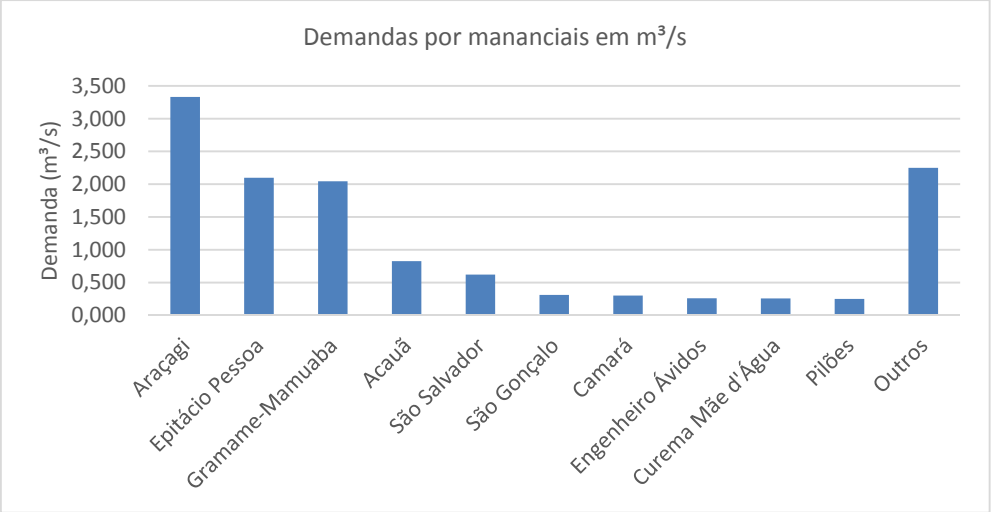
BH/SBH	Manancial	Demanda hídrica L/s
	Trecho de rio (No_40)	29,00
	Trecho de rio (No _55)	326,00
	Exutório (Ex_05)	9,00
Miriri	Exutório (Ex _03)	4.824,00
Peixe	Lagoa do Arroz	121,42
	Pilões	250,00
	Capivara	144,00
	Exutório (Ex _09)	52,00
Piancó	Curema Mãe d'Água	258,42
	Saco	106,00
	Cachoeira dos Cegos	37,58
	Jenipapeiro (Buiu)	91,08
	Bruscas	34,42
	Condado	43,00
	Santa Inês	10,92
	Piranhas	62,92
	Queimadas	96,67
	Timbaúba	52,00
	Bom Jesus II	28,33
	Serra Vermelha I	81,00
	Cachoeira dos Alves	151,00
	Catolé I	30,00
	Poço Redondo	21,42
	Vazante	37,00
	Exutório (Ex _10)	110,00
	Trecho de rio (No _23)	27,00
	Trecho de rio (No _34)	109,00
	Trecho de rio (No _56)	440,00
Seridó Ocidental	São Mamede	5,00
	Santa Luzia	9,58
	Exutório (Ex _20)	31,00
Seridó Oriental	Várzea Grande	106,58
	Exutório (Ex _21)	18,00
Taperoá	Taperoá II (Manoel Marcionilo)	79,00
	Mucutu	34,00
	Soledade	5,00
	Exutório (Ex _02)	107,00

Dos reservatórios estudados, apenas 10 concentram mais de 20% da demanda por mananciais (**Tabela 3.45** e **Figura 3.48**)

Tabela 3.45 - 10 maiores demandas por reservatórios (estudados no PERH-PB)

n.	BH/SBH	Manancial	Demanda total L/s
1	Mamanguape	Araçagi	3.332,00
2	Alto Paraíba	Epitácio Pessoa	2.097,33
3	Gramame	Gramame-Mamuaba	2.044,00
4	Médio Paraíba	Acauã (Argemiro de Figueiredo)	828,00
5	Baixo Paraíba	São Salvador	623,00
6	Alto Piranhas	São Gonçalo	313,00
7	Mamanguape	Camará	302,00
8	Alto Piranhas	Engenheiro Avidos	260,00
9	Piancó	Curema Mãe d'Água	258,42
10	Peixe	Pilões	250,00
Total			**10.307,75**

Figura 3.48 - Demandas por mananciais



3.13 COMPARAÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO PERH (2006) E SUA ATUALIZAÇÃO-PERH

A elaboração do plano de recursos hídricos, na escala do Estado, é extremamente importante para o planejamento e o uso dos recursos hídricos. O cenário socioeconômico e climático da época em que se elabora o plano e os dados disponíveis são determinantes nos resultados. Desde 2006, o Estado apresentou forte crescimento socioeconômico e grande variabilidade climática, com períodos de cheias e secas.

Nesta seção, apresenta-se um comparativo das demandas hídricas do PERH (2006) e das estimativas calculadas, neste capítulo. Não obstante, deve-se fazer uma ressalva quanto às diferentes metodologias aplicadas na elaboração do PERH de 2006 e nesta atualização, o que pode apresentar uma certa divergência de comportamento, quando observada a demanda por bacia/sub-bacia hidrográfica etc.

Na **Tabela 3.46**, observa-se a comparação entre os valores de demandas hídricas, advindas do PERH (2006), e as demandas hídricas estimadas nessa atualização PERH.

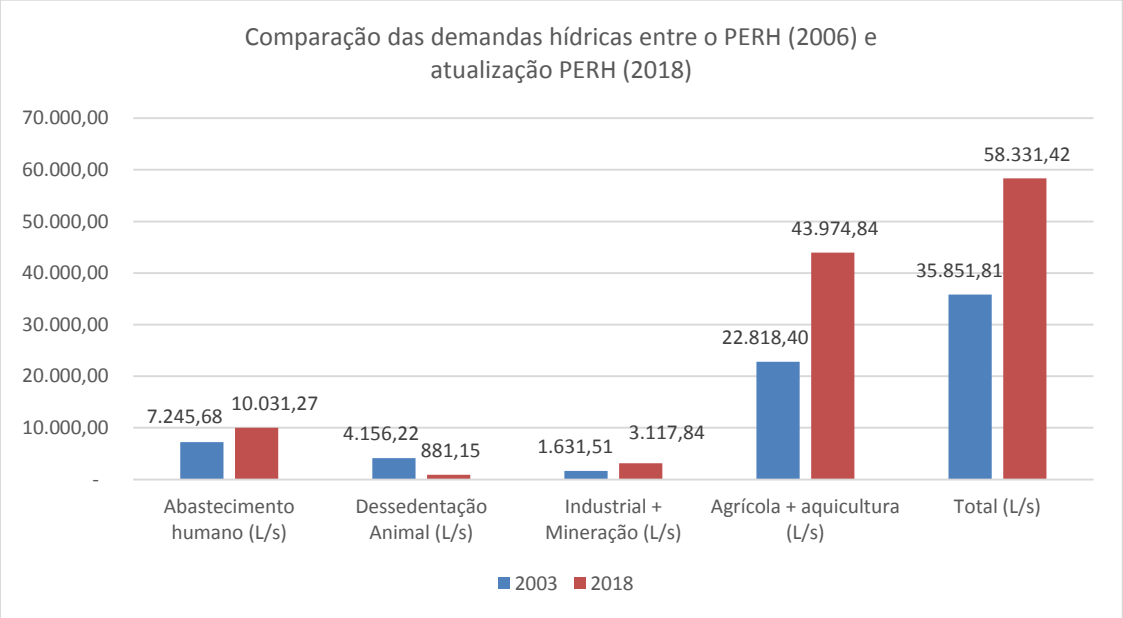
Considerando apenas os valores totais por tipo de uso, observa-se que houve aumento das demandas hídricas para o abastecimento humano (38% de aumento em relação ao PERH (2006)), para a indústria e mineração (87% de aumento em relação ao PERH (2006)) e para a agricultura e aquicultura (93% de aumento em relação ao PERH (2006)). Para a demanda hídrica de dessedentação animal, houve redução de 79% em relação ao PERH (2006).

Tabela 3.46 - Comparação entre o PERH (2006) e sua atualização-PERH

Tipo de uso	Demandas Hídricas (L/s)		Variação percentual
	PERH (2006)	PERH	
Abastecimento humano	7.245,68	10.030,86	38%
Dessedentação Animal	4.156,22	881,15	-79%
Industrial + Mineração	1.631,51	3.052,98	87%
Agrícola + aquicultura	22.818,40	43.974,84	93%
Total	**35.851,81**	**58.314,88**	**63%**

Na **Figura 3.49**, apresenta-se a evolução das demandas hídricas, entre o PERH (2006) e sua atualização; PERH, de acordo com os tipos de usos da água.

Figura 3.49 - Comparação das demandas hídricas entre o PERH (2006) e sua atualização (PERH), por tipo de uso



Na **Tabela 3.47**, apresenta-se a variação das demandas, entre o PERH (2006) e sua atualização PERH por bacia/Sub-bacia hidrográfica.

Tabela 3.47 - Comparação entre as demandas hídricas (L/s) do PERH (2006) e sua atualização-PERH.

Bacia/sub-bacias hidrográfica (BH/SBH)	Abastecimento humano (L/s)		Dessedentação Animal (L/s)		Industrial + Mineração (L/s)		Agrícola + Aquicultura (L/s)		Total (L/s)	
	PERH (2006)	PERH	PERH (2006)	PERH	PERH (2006)	PERH	PERH (2006)	PERH	PERH (2006)	PERH
SBH do Rio do Peixe	104,90	579,93	56,27	75,83	59,27	22,99	2.678,42	295,74	2.898,87	974,49
SBH do Alto Rio Piranhas	349,26	130,90	36,49	44,29	1,90	9,18	535,01	245,17	922,65	429,54
SBH do Rio Piancó	524,36	600,81	187,89	130,47	17,36	16,33	2.254,40	716,70	2.984,01	1.464,31
SBH do Médio Curso do Rio Piranhas	192,73	347,89	61,95	73,20	29,18	13,51	3.295,25	76,52	3.579,12	511,12
SBH do Rio Espinharas	48,37	425,16	34,48	32,45	59,27	25,98	2.678,42	123,46	2.820,55	607,05
SBH do Seridó Ocidental Paraibano/ SBH do Seridó Oriental Paraibano	75,36	299,57	55,76	29,69	3,20	4,78	189,05	67,93	323,37	401,97
SBH do Rio Taperoá	34,74	268,94	48,77	54,99	9,24	4,41	291,24	58,98	383,99	387,33
SBH do Alto rio Paraíba	1.489,27	208,05	68,83	67,81	7,27	1,34	696,94	157,24	2.262,31	434,43
SBH do Médio rio Paraíba	86,14	1.476,37	64,35	70,45	382,03	217,72	1.668,15	322,13	2.200,66	2.086,67
SBH do Baixo rio Paraíba	650,47	3.839,73	1.568,55	90,28	784,81	1.114,29	2.750,39	12.491,00	5.754,22	17.535,30
BH do Rio Trairi	1,48	2,26	0,62	1,17	-	0,08	-	9,76	2,10	13,27
BH do Rio Jacu	53,83	90,75	10,86	10,10	3,02	0,43	22,35	48,96	90,06	150,25
BH do Rio Curimataú	116,09	304,44	58,88	66,76	7,90	4,33	217,95	1.146,30	400,81	1.521,83
BH do Rio Mamanguape	643,77	1.066,22	348,50	100,64	221,05	341,70	1.881,38	11.656,40	3.094,69	13.164,96
BH do Rio Guaju	0,69	21,99	0,43	15,67	-	234,94	-	2.959,56	1,12	3.232,16
BH do Rio Camaratuba	79,89	49,03	54,12	0,68	7,77	0,14	155,33	917,15	297,11	967,00
BH do Rio Miriri	21,31	54,81	897,49	4,97	1,00	189,43	85,93	4.149,57	1.005,72	4.398,78
BH do Rio Gramame	2.698,44	116,99	342,95	6,49	37,25	415,52	3.418,19	5.717,31	6.496,84	6.256,31
BH do Rio Abiaí	74,57	147,43	259,03	5,21	-	516,94	-	3.125,06	333,60	3.794,65
Total	**7.245,68**	**10.031,27**	**4.156,22**	**881,15**	**1.631,51**	**3.117,84**	**22.818,40**	**43.974,84**	**35.851,81**	**58.331,42**

Atenta-se que, para o uso do abastecimento humano, em virtude de procedimentos metodológicos distintos, as demandas de algumas grandes cidades ficaram localizadas em bacias hidrográficas diferentes daquelas consideradas nesta atualização.

Por exemplo, a demanda hídrica urbana de abastecimento humano do município de João Pessoa foi considerada como sendo da bacia hidrográfica do Rio Gramame e, nesta atualização, ela foi considerada como sendo da sub-bacia do baixo Rio Paraíba, uma vez que foi estabelecido, metodologicamente, que a demanda hídrica para o abastecimento humano urbano seria pela localização geográfica da sede municipal. Obviamente, sabe-se que parte da demanda hídrica urbana de abastecimento humano do município de João Pessoa é suprida pela bacia do Rio Gramame, mas também pela bacia do Rio Abiaí e pela própria bacia do Rio Paraíba.

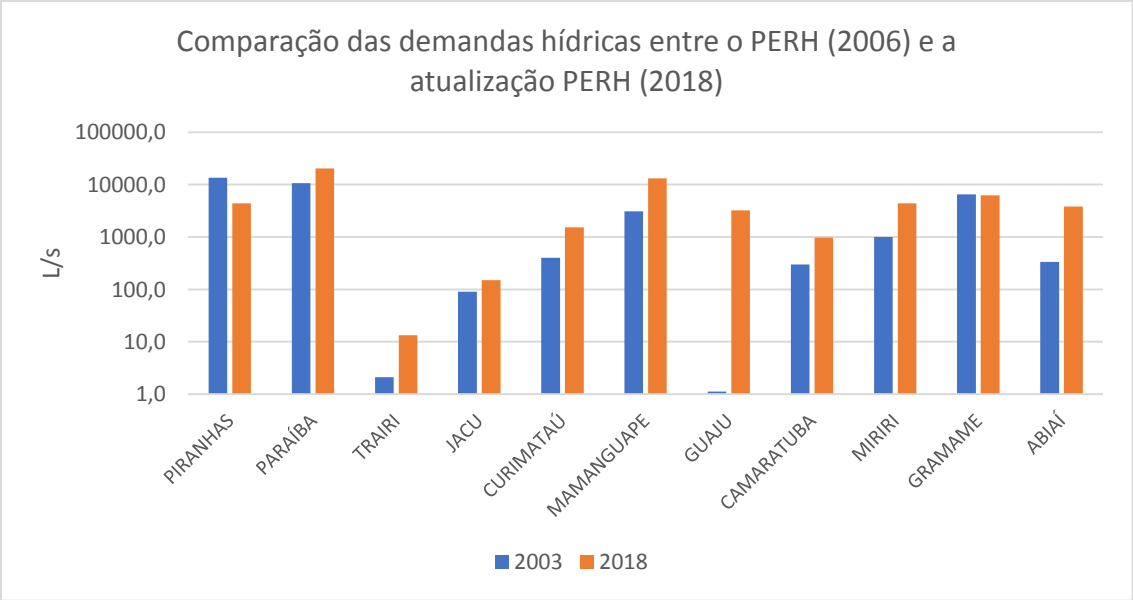
O mesmo acontece com a demanda hídrica urbana de abastecimento humano do município de Campina Grande, antes considerada na sub-bacia do alto Rio Paraíba e, agora, considerada na sub-bacia do médio Rio Paraíba.

Analisando-se os resultados da **Tabela 3.47**, observa-se que as BH dos rios Guaju e Abiaí apresentaram grandes variações nas suas demandas hídricas totais. No caso específico da bacia hidrográfica do Rio Guaju, não havia demanda hídrica agrícola e industrial no PERH (2006). Na atualização do PERH (PERH), essa bacia apresentou demanda hídrica agrícola de 2.959,56 L/s e demanda hídrica industrial e mineração de 234,94 L/s.

Análises semelhantes podem ser feitam nas bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) do Seridó Ocidental Paraibano/Seridó Oriental Paraibano e bacia hidrográfica do Rio Abiaí.

Em relação às bacias hidrográficas, nota-se que a bacia hidrográfica do Rio Piranhas teve diminuição de 68% nas demandas hídricas, comparando-se o PERH (2006) e sua atualização PERH. As demais bacias tiveram incremento nas demandas hídricas, conforme observa-se na **Figura 3.50**.

Figura 3.50 - Comparação das demandas hídricas entre o PERH (2006) e sua atualização por bacia hidrográfica



3.14 USOS INSIGNIFICANTES

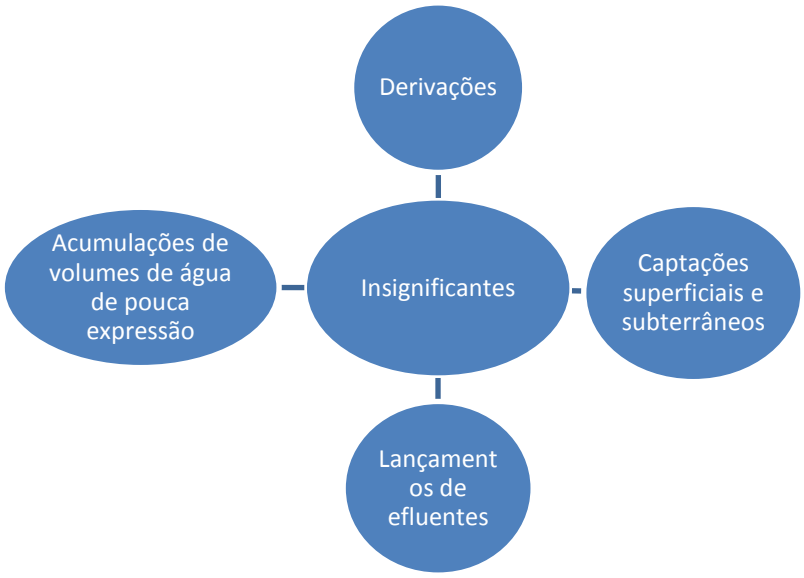
A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997) em seu art. 12, § 1o, incisos II e III, prevê a possibilidade de haver derivações, captações, lançamentos de efluentes e acumulações de volumes de água que independem de outorga de direito de uso de recursos hídricos, ou seja, são consideradas insignificantes (**Figura 3.51**).

Ao mesmo tempo, essa lei estabelece, no art. 38, inciso V, que compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação, propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direito de uso de recursos hídricos, de acordo com os respectivos domínios.

A Resolução CNRH nº 16, de 8 de maio de 2001, no parágrafo único do art. 5º, define que critérios específicos de vazões ou acumulações de água, consideradas insignificantes, serão estabelecidos nos planos de recursos hídricos, devidamente aprovados pelos correspondentes comitês de bacia hidrográfica ou, na inexistência destes, pela autoridade outorgante.

Posteriormente, a Resolução CNRH nº 184, de 7 de dezembro de 2016, estabeleceu diretrizes e critérios gerais, para a definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e lançamentos de efluentes, em corpos de água e acumulações de volumes de água de pouca expressão, considerados insignificantes, os quais independem de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Figura 3.51 - Usos da água passíveis de serem considerados insignificantes



No nível estadual, a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei 6.308, de 02 de julho de 1996), alterada pela Lei n° 8.446/2007, estabeleceu que cabe ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) deliberar sobre as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, com base nas propostas apresentadas pelos comitês de bacia hidrográfica.

Ao mesmo tempo, estabeleceu que cabe aos comitês de bacias hidrográficas propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os respectivos domínios.

Segundo o Art. 7º do Decreto Estadual nº 19.260/1996, que regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos e dá outras providências, não se exigirá outorga de direito de uso de água na hipótese de captação direta na fonte, superficial ou subterrânea, cujo consumo não exceda 2.000 L/h (dois mil litros por hora).

Assim, pode-se deduzir que o uso insignificante, atualmente, adotado para o Estado da Paraíba, limita-se a uma vazão de 2.000 L/h (2 m³/h). Esse valor se aplica para água superficial ou subterrânea e para todas as bacias hidrográficas. Considerando um tempo de bombeamento máximo de 24 h/dia, essa captação geraria um volume anual de 17.520 m³/ano.

A **Tabela 3.48** apresenta análise bem simples da aplicação desse conceito, considerando-se dois usuários com vazões de captação maior e menor que o limite, ou seja, deve ser, obrigatoriamente, outorgado e ter tempos de bombeamento diferentes.

Tabela 3.48 - Simulação entre usuários

Usuário	Vazão (l/h)	Tempo de bombeamento (h/dia)	Volume diário (l/dia)	Volume anual (m³/ano)	Uso insignificante (Vazão < 2.000 L/h) *
A	2.500	1	2.500	912,5	Não
B	1.000	24	24.000	8.760,0	Sim

* Art. 7º do Decreto Estadual nº 19.260/1996

O usuário A geraria um volume diário de 2.500 l/dia e, consequentemente, um volume anual de 912,5 m³/ano. Por outro lado, o usuário B, cuja vazão é inferior ao limite outorgável, mas com um tempo de bombeamento de 24 h/dia, geraria um volume diário de 24.000 l/dia e, consequentemente, um volume anual de 8.760 m³/ano. Nesse exemplo, o usuário B (considerado insignificante e não outorgado) captaria 9,6 vezes mais água que o usuário A (a ser outorgado).

A partir dessa simulação, pode-se inferir que o critério baseado, na vazão outorgável, deve ser aplicado com cuidado para capturar o real impacto do uso, considerando o tempo de bombeamento e/ou retirada do manancial, para evitar que não se dispense outorga, em casos de grande impacto no manancial, pois um uso considerado insignificante, com vazão menor, poderá captar maior volume de água, durante um ano, em função do tempo de bombeamento da atividade.

Analisando-se o cadastro de dispensa de outorga da AESA, pode-se concluir que foram emitidas 105 dispensas de outorgas, resultando em um volume total de 322.758,10 m³/ano, assim distribuídas, conforme a bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

Tabela 3.49 - Dados dos usuários de água insignificantes BH/SBH, no Estado da Paraíba

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Somatório dos volumes (m^3)	nº de outorgas	Vazão média em m^3/h	Volume médio anual (m^3/ano)
BH do Rio Abiaí	3.052,00	6	0,06	508,67
BH do Rio Gramame				
BH do Rio Mamanguape	12.882,00	2	0,74	6.441,00
BH do Rio Miriri				
BH do Rio Camaratuba				
BH do Rio Curimatau				
BH do Rio Guaju	100,00	1	0,01	100,00
BH do Rio Trairi				
BH do Rio Jacu				
SBH do Rio Espinharas	48.525,00	10	0,55	4.852,50
SBH do Rio Peixe	43.171,20	10	0,49	4.317,12
SBH do Rio Piancó	52.230,85	6	0,99	8.705,14
SBH do Rio Seridó				
SBH do Alto Rio Piranhas	3.869,00	1	0,44	3.869,00
SBH do Médio Rio Piranhas				
SBH do Alto Rio Paraíba	14.760,00	2	0,84	7.380,00
SBH do Médio Rio Paraíba	8.760,00	3	0,33	2.920,00
SBH do Baixo Rio Paraíba	130.438,05	62	0,24	2.103,84
SBH do Rio Taperoá	4.970,00	2	0,28	2.485,00
Total/média	**322.758,10**	**105**	**0,45**	**3.971,12**

Dessas dispensas, cerca de 15 delas têm uma vazão de 2 m^3/h, as quais poderiam ser devidamente outorgadas.

Em relação ao tipo de uso, 36% das dispensas de outorgas são para as diversas modalidades de abastecimento humano, 30% são para uso comercial, 23% para uso industrial, 9% para uso de irrigação, 2% para aquicultura e 1% para lazer.

Outro ponto que deve ser analisado é que os usos considerados insignificantes podem impactar, fortemente, o balanço hídrico, em situações de escassez hídrica e nas bacias com maior pressão de demanda.

Para proporcionar um melhor controle sobre o uso dos recursos hídricos, sugerem-se cenários diferenciados para as bacias do semiárido e do litoral.

i. Bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) no Semiárido: todos os usos devem ser outorgados
ii. Bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) na Zona da Mata:
   - Seja estabelecida a vazão máxima para usos insignificantes (captação), limitada a 1 m^3/h, ou seja, 1.000 litros/h;
   - Seja estabelecido o volume anual máximo para usos insignificantes (captação), limitado a 8.760,0 m^3/ano.

4 BALANÇO HÍDRICO

4.1 BALANÇO HÍDRICO – SITUAÇÃO ATUAL (ANO 2017)

4.1.1 Introdução

O confronto entre disponibilidades e demandas, na atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PERH-PB), foi realizado com base no levantamento de dados e informações, realizados nos capítulos anteriores, mais precisamente dos açudes estratégicos existentes por bacias hidrográficas e sub-bacias; dados de monitoramento de precipitação; vazão e nível em açudes e demandas. Parte desses dados e informações foram utilizadas para gerar vazões, nos açudes e em pontos de cálculo, como exutórios de bacia hidrográficas ou sub-bacias. Também foram levantados os dados sobre águas subterrâneas, poços e sistemas aquíferos. De posse dos dados de vazões geradas com o modelo chuva-vazão SMAP e dos dados de demandas, calculados anteriormente, realizou-se o confronto entre as disponibilidades hídricas (superficiais e subterrâneas) e as demandas atuais, ou seja, para o ano de 2017. O balanço hídrico foi realizado em duas vertentes:

1. Em nível mais global, ou seja, por bacia e sub-bacia hidrográfica. Nessa vertente, essas três unidades globais foram tratatadas, apenas, como as bacias/sub-bacias hidrográfica (BHs/SBHs). Para efeitos de comparação com os valores obtidos no PERH-PB (2006), foram utilizados os mesmos indicadores, outrora utilizados, os quais foram descritos posteriormente. Ainda, conforme requisitado no Termo de Referência (TDR) desse plano de atualização, nessa vertente, as águas oriundas do PISF (Programa de Integração do Rio São Francisco) não foram consideradas para poder avaliar o efeito das ações de planejamento e de gestão do PERH-PB (2006) sobre o confronto entre disponibilidades e demandas atuais;
2. Em nível de açudes, foram considerados os açudes estratégicos, com capacidade igual ou maior a 10 hm^3 e aqueles que, mesmo com capacidade inferior a 10 hm^3, são utilizados pela CAGEPA para o abastecimento urbano de cidades e povoados. A simulação, nessa vertente, foi realizada utilizando o programa AcquaNet, na sua versão mais atual, integrada a um Sistema de Informações Geográficas. O AcquaNet é descrito mais adiante, quando da realização do confronto entre disponibilidades e demandas atuais, por mananciais. Ainda nessa vertente, para avaliar a capacidade dos reservatórios de atenderem suas demandas, com diferentes prioridades, foram utilizados os três indicadores propostos por Hashimoto et al. (1982), a saber: confiabilidade, resiliência e vulnerabilidade, também descritos mais a frente.

De acordo com o TDR deste Plano, uma terceira vertente deveria ser simulada, aquela que contemplaria as obras concluídas até o final de 2017 e as vazões do PISF. Porém, a terceira vertente do balanço hídrico será, posteriormente, simulada como um cenário, em capítulo específico, uma vez que: (i) As obras concluídas até o final de 2017 foram simuladas na situação atual (ano 2017); (ii) Algumas das obras para a distribuição das águas do PISF, na Paraíba, ainda não foram concluídas, mesmo em 2019, a exemplo do Canal Acauã-Araçagi; (iii) As demandas hídricas, da situação atual (ano 2017), das BHs/SBHs da região semiáriada, não são representativas da situação de normalidade, por conta da escassez hídrica, porque, assim, qualquer cálculo de demanda do PISF, com base na situação atual levaria a valores muito menores que os que de fato seriam necessários; (iv) O PISF ainda não opera em sua plenitude. Este capítulo apresenta, então, o balanço hídrico para cada uma dessas duas vertentes, nas quais as premissas e considerações utilizadas, no confronto disponibilidade x demanda, são descritas oportunamente.

4.2 BALANÇO HÍDRICO EM NÍVEL GLOBAL – SITUAÇÃO ATUAL

Neste trabalho, igualmente ao PERH/PB2006, foi adotado o mesmo conceito para as bacias/sub-bacias hidrográficas, com a diferença que, nesta atualização, foram realizadas as requalificações das áreas das bacias e sub-bacias hidrográficas, segundo o IBGE 2017, ANA 2018 e o Plano de Recuros Hídricos da Bacia do Piranhas/Açu. Esse balanço hídrico foi realizado considerando três indicadores, para a avaliação da situação hídrica atual dessas unidades:

a. Índice de Ativação das Disponibilidades (IAD) – O IAD é a relação entre as disponibilidades atuais e as disponibilidades máximas;

b. Índice de Utilização das Disponibilidades Máximas (IUD_M) – O IUD_M é a relação entre as demandas e as disponibilidades máximas;

c. Índice de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A) – O IUD_A é a relação entre as demandas e as disponibilidades atuais.

Neste capítulo, para o cálculo dos indicadores tratados anteriormente, é importante a adoção dos mesmos conceitos adotados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PERH-PB, 2006), a saber:

4.2.1 Disponibilidades hídricas

Aqui foram preservados os mesmos conceitos do PERH-PB (2006), a fim de realizar a comparação entre os indicadores calculados, atualmente, com aqueles do PERH-PB (2006). Assim, transcrevendo o conceito apresentado naquele Plano, a disponibilidade hídrica constitui a parcela da potencialidade, ativada pela ação do homem para o seu aproveitamento. No entanto, a ativação do potencial através da construção de estruturas de captação (açudes, diques, poços, etc.) acarreta, inevitavelmente, a ocorrência de perdas. No caso das águas superficiais, as perdas por evaporação direta das águas acumuladas no lago formado são as mais ponderáveis, já que aquelas decorrentes da percolação, mediante o corpo das barragens são, relativamente, pequenas e podem e devem ser, ao menos em parte, recuperadas, quando se considera o domínio territorial da bacia hidrográfica em que se inserem. Há também as perdas por sangramentos remanescentes, parte das quais não pode ser recuperada.

4.2.2 Disponibilidades hídricas máximas

Da mesma forma que o conceito apresentado, anteriormente, transcreve-se do PERH-PB (2006) o conceito da disponibilidade hídrica máxima, apresentado por Albuquerque e Rêgo (1998):

> "A disponibilidade hídrica superficial máxima representa, em volume ou em vazão, a maior fração do potencial fluvial que pode ser disponibilizada para uso. Albuquerque e Rego (1998) tem estimado a disponibilidade máxima como sendo 60% do potencial. Esses autores não consideraram as perdas por sangramento remanescente. Também não consideram as diferentes taxas de evaporação regionais no Estado. O conceito de disponibilidade máxima é de grande interesse para o planejamento dos recursos hídricos, pois permite avaliar se intervenções estruturais na bacia hidrográfica permitiriam de fato incrementar a disponibilidade da bacia. De difícil estimativa, a disponibilidade máxima deve ser entendida como uma meta que se procura aproximar, por meio não só de ações estruturais na bacia, mas também de ações de gestão dos recursos hídricos, incluindo a otimização da operação integrada dos reservatórios e o uso múltiplo do recurso hídrico.

> No caso das águas subterrâneas, as disponibilidades máximas foram arbitradas em 60% do potencial, com os 40% restante servindo para suprir, no período de estio, as demandas naturais anteriormente citadas. No caso dos aqüíferos aluviais, situados na região semi-árida do Estado, as disponibilidades máximas têm como limite o potencial desse sistema, ao qual se acresce 1/3 de suas reservas."

4.2.3 Disponibilidades hídricas atuais

Aqui também foram preservados os mesmos conceitos do PERH-PB (2006), a fim de poder comparar os indicadores calculados, atualmente, com aqueles do PERH-PB (2006). Da transcrição do PERH-PB (2006), tem-se:

> "A definição da disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, dada anteriormente, claramente a associa ao aproveitamento da água, o qual é variável no tempo e no espaço. Assim sendo, a disponibilidade hídrica deve ser entendida como uma variável, função do local, do tempo, do tipo de uso e de outros fatores que lhe conferem um conceito de variável aleatória. A disponibilidade de uma bacia hidrográfica corresponde, pois, a uma integração de disponibilidades locais fisicamente ativadas. Trata-se, então, de uma disponibilidade atual. Como variável aleatória, essa disponibilidade atual corresponde a uma vazão que pode ser utilizada para diversos usos, consuntivos ou não consuntivos, associada a um certo nível de garantia ou a certos indicadores de desempenho descritos a seguir. Assim, neste estudo, a disponibilidade atual de uma bacia hidrográfica será associada a uma curva de garantia e a esses indicadores."

Como a disponibilidade é completamente dependente da infraestrutura hídrica criada pelo poder público e privado, esse valor pode ser modificado ao longo do tempo. Assim sendo, seu valor no PERH foi recalculado, em função do que foi requisitado no TDR desse plano e da infraestrutura hídrica existente em 2017.

Assim, nessa vertente do balanço hídrico foram consideradas 18 bacias/sub-bacias hidrográficas. As disponibilidades atuais e disponibilidades máximas são apresentadas na **Tabela 4.1**. A **Tabela 4.2** mostra os valores dos Índices de Ativação das Disponibilidades (IAD), calculados com base nos dados apresentados na **Tabela 4.1**.

Os dados apresentados na tabela, em especial o Índice de Ativação das Disponibilidades – IAD, obtidos para as águas superficiais, considerando os pequenos açudes (terceira coluna da tabela anterior), foram, então, comparados aos do PERH-PB (2006), por meio do gráfico de barras apresentado na **Figura 4.1**.

Tabela 4.1 – Disponibilidades máximas e atuais por bacia e sub-bacia Hidrográfica, no Estado da Paraíba

Bacia Hidrográfica (BH)/ Sub-bacia Hidrográfica(SBH)	Disponibilidades Máximas (hm³/ano)					Disponibilidades Atuais (hm³/ano)					
	Superficial Fluvial (SbH)	Pequenos açudes	Subt.	Totais sem pequenos açudes	Totais com pequenos açudes	Superficial (100% de garantia)	A fio d'água	Pequenos açudes	Subt.	Totais sem pequenos açudes	Totais com pequenos açudes
BH do rio Piranhas	**1.180,000**	**374,160**	**169,664**	**1.349,664**	**1.723,824**	**578,000**	**-**	**374,160**	**8,767**	**586,767**	**960,927**
SBH do Alto Piranhas	147,000	26,898	15,453	162,453	189,351	80,000	-	26,898	0,095	80,095	106,993
SBH do Médio Piranhas	264,000	147,937	39,105	303,105	451,042	37,000	-	147,937	1,261	38,261	186,198
SBH do Peixe	155,000	50,828	10,092	165,092	215,920	38,000	-	50,828	5,582	43,582	94,410
SBH do Piancó	413,000	44,088	71,587	484,587	528,675	389,000	-	44,088	0,788	389,788	433,876
SBH do Espinharas	147,000	69,233	13,245	160,245	229,478	26,000	-	69,233	0,915	26,915	96,148
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	54,000	35,176	20,183	74,183	109,359	8,000	-	35,176	0,126	8,126	43,302
BH do rio Paraíba	**483,000**	**137,693**	**166,195**	**649,195**	**786,888**	**170,000**	**84,000**	**137,693**	**60,770**	**314,770**	**452,463**
SBH do Taperoá	60,000	38,212	12,299	72,299	110,511	10,000	-	38,212	0,095	10,095	48,307
SBH do Alto Paraíba	90,000	43,134	32,167	122,167	165,301	96,000	-	43,134	0,252	96,252	139,386
SBH do Médio Paraíba	44,000	9,809	21,444	65,444	75,253	55,000	-	9,809	0,410	55,410	65,219
SBH do Baixo Paraíba	289,000	46,538	100,284	389,284	435,822	9,000	84,000	46,538	60,013	153,013	199,551
BH do Rio Jacu	13,000	4,501	4,100	17,100	21,601	3,000	-	4,501	0,252	3,252	7,753
BH do Rio Curimataú	33,000	10,237	9,461	42,461	52,698	11,000	-	10,237	0,378	11,378	21,615
BH do Rio Guaju	41,000	0,558	-	41,000	41,558	-	22,000	0,558	-	22,000	22,558
BH do Rio Camaratuba	117,000	3,036	37,212	154,212	157,248	-	44,00	3,036	2,144	46,144	49,180
BH do Rio Mamanguape	379,000	33,284	48,250	427,250	460,534	88,000	66,000	33,284	4,857	158,857	192,141
BH do Rio Miriri	101,000	7,549	30,905	131,905	139,454	5,000	36,000	7,549	6,591	47,591	55,140
BH do Rio Gramame	146,000	2,630	64,018	210,018	212,648	22,000	55,000	2,630	67,960	144,960	147,590
BH do Rio Abiaí	284,000	2,006	36,897	320,897	322,903	-	106,000	2,006	1,198	107,198	109,204
Totais	**2.777,000**	**575,654**	**566,702**	**3.343,702**	**3.919,356**	**877,000**	**413,000**	**575,654**	**152,918**	**1.442,918**	**2.018,572**

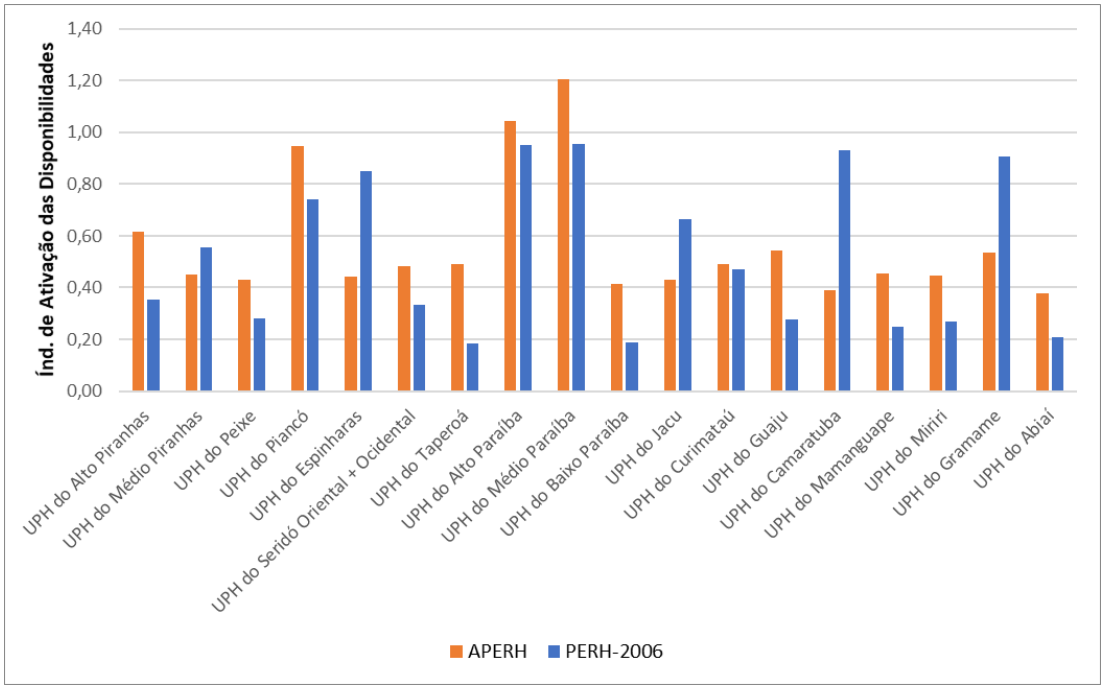
BH = Bacia Hidrográfica
SBH = Sub-bacia Hidrográfica
Subt = Subterrânea
Sup = Superficial

Tabela 4.2 - Índice de Ativação das Disponibilidades (IAD) por bacia hidrográfica e sub-bacia Hidrográfica

Bacia Hidrográfica (BH) ou Sub-bacia Hidrográfica (SBH)	IAD				
	Sup. sem peq. Açudes	Sup. com peq. Açudes	Subt.	Total sem pequenos açudes	Total com pequenos açudes
BH do rio Piranhas	**0,490**	**0,613**	**0,052**	**0,435**	**0,557**
SBH do Alto Piranhas	0,544	0,615	0,006	0,493	0,565
SBH do Médio Piranhas	0,140	0,449	0,032	0,126	0,413
SBH do Peixe	0,245	0,432	0,553	0,264	0,437
SBH do Piancó	0,942	0,947	0,011	0,804	0,821
SBH do Espinharas	0,177	0,440	0,069	0,168	0,419
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	0,148	0,484	0,006	0,110	0,396
BH do rio Paraíba	**0,526**	**0,631**	**0,366**	**0,485**	**0,575**
SBH do Taperoá	0,167	0,491	0,008	0,140	0,437
SBH do Alto Paraíba	1,067	1,045	0,008	0,788	0,843
SBH do Médio Paraíba	1,250	1,204	0,019	0,847	0,867
SBH do Baixo Paraíba	0,322	0,416	0,598	0,393	0,458
BH do Rio Jacu	0,231	0,429	0,062	0,190	0,359
BH do Rio Curimataú	0,333	0,491	0,040	0,268	0,410
BH do Rio Guaju	0,537	0,543	-	0,537	0,543
BH do Rio Camaratuba	0,376	0,392	0,058	0,299	0,313
BH do Rio Mamanguape	0,406	0,454	0,101	0,372	0,417
BH do Rio Miriri	0,406	0,447	0,213	0,361	0,395
BH do Rio Gramame	0,527	0,536	1,062	0,690	0,694
BH do Rio Abiaí	0,373	0,378	0,032	0,334	0,338
Totais	**0,465**	**0,556**	**0,270**	**0,432**	**0,515**

BH = Bacia Hidrográfica
SBH = Sub-bacia Hidrográfica
Subt = Subterrânea
Sup = Superficial

Figura 4.1 - Comparação entre os Índices de Ativação das Disponibilidades (IAD) obtidos no PERH-PB (2006) e no PERH



Na comparação entre o PERH-PB (2006) e o PERH-PB, pode-se ver que, em geral, há um aumento do IAD em quase todas as BHs e SBHs, com exceção das BHs e SBHs do médio Piranhas, Espinharas, Jacu, Camaratuba e Gramame. Essa redução do IAD pode ser em razão da diferença entre as séries de vazões, que geraram os valores de disponibilidades a partir dos diferentes modelos considerados nos dois Planos em questão. No caso da BH do Rio Gramame, poderia ser gerada uma controvérsia em relação às conclusões do PERH-PB (2006), em que a proximidade do IAD da unidade, indica que não haveria mais espaço para ativação de disponibilidades, por meio da construção de novos açudes. Dessa forma, o PERH-PB prefere preservar os valores e conclusões do PERH-PB (2006). A mesma ocorrência acontece na SBH do Espinharas, na sua porção paraibana, que também não apresenta mais condições de construção de novos açudes.

Em relação aos novos dados apresentados, identifica-se uma situação crítica (IAD próximo da unidade, seja acima ou abaixo desta unidade de referência) da SBH do Piancó, Alto Paraíba, indicando que suas disponibilidades máximas já foram quase alcançadas, quando não ultrapassadas. Dessa forma, são cinco as SBHs e BH em situação crítica, em relação ao IAD, dentre elas: Piancó, Alto e Médio Paraíba, Gramame e Espinharas.

Há ainda BH e SBH com valores de IAD variando entre 0,4 e 0,6, o que indica que novos reservatórios podem ser construídos, de forma a incrementar a disponibilidade atual, para que seus valores se aproximem das disponibilidades máximas. São as SBHs do Alto e Médio Piranhas, Peixe, Seridó (tanto a porção ocidental como a oriental), Baixo Paraíba e BHs do Jacu, Curimataú, Mamanguape, Miriri e Abiai. Essas BHs e SBHs podem ser divididas em três grupos, sendo dois grupos com características simulares. Os dois grupos com características similares são os das bacias hidrográficas, com área de domínio em dois Estados, a Paraíba e o Rio Grande do Norte. Nesses casos, a construção de novos açudes para incremento da disponibilidade atual requer um planejamento mais cuidadoso, pois o aumento da disponibilidade hídrica dessas sub-bacias hidrográficas, na porção paraibana, pode implicar em redução das disponibilidades hídricas do Estado do Rio Grande do Norte.

O outro grupo de bacias hidrográficas é formado pelas SBHs e BH do Baixo Paraíba, Mamanguape, Miriri e Abiai Nesse grupo, ainda há espaço para a ativação da disponibilidade hídrica atual. Devem-se considerar, porém, diversos outros fatores que influenciam na expansão da disponibilidade hídrica, mediante a construção de novos açudes, comoquestões de ordem topográfica. Há dificuldade de encontrar locais apropriados para esse tipo de solução, em especial nos casos das SBHs do Baixo Paraíba e BH do Mamanguape. Neste caso, sua porção baixa dificulta a construção de novos açudes (por questões de ordem topográfica), enquanto a construção de novos açudes na porção alta implicará em modificações nas vazões afluentes ao açude Araçagi. Além disso, a porção alta da BH do Mamanguape já conta com outros açudes, com capacidade máxima maior que 10 hm^3, como é o caso do açude Saulo Maia e Camará ou Nova Camará.

O caso da BH do Abiaí é considerado estratégico para o reforço do abastecimento da Grande João Pessoa, tanto que já há, em operação, a transferência de vazão dessa BH para a do Rio Gramame, na ordem de 600 L/s. Na BH do Abiaí, há de se considerar, nas fases posteriores deste plano, cenários com a construção de um reservatório para reforço do abastecimento da Grande João Pessoa.

O caso da BH do Taperoá permance da mesma forma mencionada pelo PERH-PB (2006), em que foi dito que a construção de novos açudes, nessa SBH, afetaria a vazão afluente ao açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), que já naquele Plano apresentava problemas de atendimento as suas demandas. Assim, embora do PERH-PB (2006) para este PERH, o valor do IAD tenha

mais que dobrado, saindo de 0,19 para 0,49, a recomendação apresentada pelo PERH-PB (2006) permanece.

Em relação às águas subterrâneas, devido à escassez de dados descritos, no capítulo das disponibilidades hídricas subterrâneas, nada foi modificado em relação ao PERH-PB (2006). A qualquer momento deste estudo, porém, esses valores poderão ser recalculados.

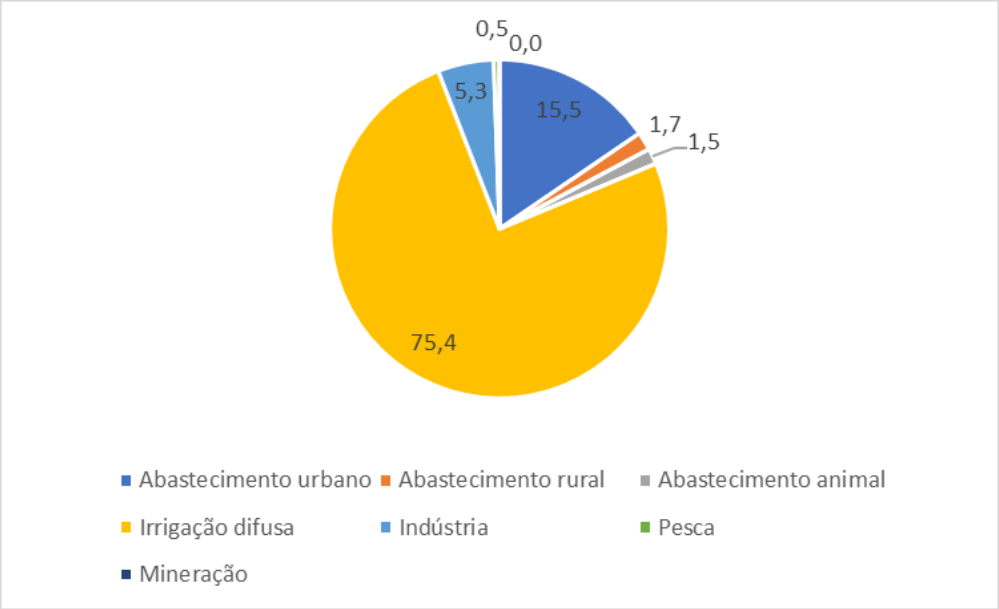
Para o cálculo dos indicadores: Índice de Utilização das Disponibilidades Máximas (IUD_M) e Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A), foram utilizadas demandas computadas em capítulo apresentado anteriormente. Aqui não são consideradas as exportações e importações d'água, entre BHs e SBHs, ou seja, são considerados, apenas, os usos internos da própria bacia (**Tabela 4.3**).

Tabela 4.3 - Demandas atuais (ano 2017) por bacia e sub-bacia hidrográfica e por tipo de demanda

Bacia Hidrográfica (BH)/Sub-bacia Hidrográfica (SBH)	Demandas (m³/s)							
	Abastecimento urbano	Abastecimento rural	Abastecimento animal	Irrigação difusa	Indústria	Pesca	Mineração	Total
BH do rio Piranhas	**2,040**	**0,344**	**0,386**	**1,437**	**0,089**	**0,089**	**0,003**	**4,388**
SBH do Alto Piranhas	0,092	0,039	0,044	0,243	0,009	0,002	0,000	0,430
SBH do Médio Piranhas	0,298	0,050	0,073	0,074	0,013	0,003	0,000	0,511
SBH do Peixe	0,497	0,083	0,076	0,291	0,023	0,005	0,000	0,974
SBH do Piancó	0,495	0,106	0,130	0,642	0,016	0,075	0,000	1,464
SBH do Espinharas	0,393	0,032	0,032	0,119	0,023	0,004	0,003	0,607
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	0,264	0,035	0,030	0,067	0,005	0,001	0,000	0,402
BH do rio Paraíba	**5,450**	**0,343**	**0,284**	**12,911**	**1,334**	**0,119**	**0,003**	**20,444**
SBH do Taperoá	0,216	0,053	0,055	0,059	0,004	0,000	0,000	0,387
SBH do Alto Paraíba	0,163	0,045	0,068	0,157	0,001	0,001	0,000	0,434
SBH do Médio Paraíba	1,370	0,106	0,070	0,316	0,218	0,007	0,000	2,087
SBH do Baixo Paraíba	3,701	0,139	0,090	12,379	1,111	0,112	0,003	17,535
BH do Rio Jacu	**0,076**	**0,015**	**0,010**	**0,049**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,150**
BH do Rio Curimataú	**0,226**	**0,079**	**0,067**	**1,129**	**0,004**	**0,017**	**0,000**	**1,522**
BH do Rio Guaju	**0,000**	**0,022**	**0,016**	**2,960**	**0,235**	**0,000**	**0,000**	**3,232**
BH do Rio Camaratuba	**0,048**	**0,001**	**0,001**	**0,913**	**0,000**	**0,004**	**0,000**	**0,967**
BH do Rio Mamanguape	**0,904**	**0,162**	**0,101**	**11,595**	**0,342**	**0,061**	**0,000**	**13,165**
BH do Rio Miriri	**0,043**	**0,012**	**0,005**	**4,143**	**0,189**	**0,007**	**0,000**	**4,399**
BH do Rio Gramame	**0,098**	**0,019**	**0,006**	**5,707**	**0,414**	**0,010**	**0,001**	**6,256**
BH do Rio Abiaí	**0,127**	**0,020**	**0,005**	**3,122**	**0,509**	**0,003**	**0,008**	**3,795**
Totais	**9,011**	**1,018**	**0,880**	**43,965**	**3,118**	**0,310**	**0,016**	**58,318**

Para um melhor entendimento dos valores de demandas hídricas, apresentados na **Tabela 4.3**, tais valores são também apresentados na **Figura 4.2** a seguir, sob forma de porcentagem. Vê-se, neste gráfico que apresenta as demandas hídricas atuais (ano 2017) no Estado, em porcentagem, que a irrigação difusa representa a maior demanda hídrica, representando 75,4% de todas as demandas. O abastecimento urbano é o segundo maior uso d'água do Estado, representando 15,5 % das demandas totais.

Figura 4.2 - Demandas setoriais em porcentagem, situação atual (ano 2017)



A seguir são analisadas, por BHs/SBHs, como cada uma dessas demandas são atualmente atendidas, primeiro de forma global, (1) demandas agregadas x disponibilidades atuais, demandas agregadas x disponibilidades máximas e (2) demandas setoriais x disponibilidades atuais. Para tanto, apresentam-se, na **Tabela 4.4**, os valores de disponibilidades atuais, máximas e as demandas agregadas. Para o cálculo dos indicadores seguintes, as demandas para irrigação difusa das BHs e SBHs localizadas no litoral foram consideradas 50% menores que os valores apresentados na **Tabela 4.3**. Essa redução na demanda para a irrigação difusa foi realizada, com base na metodologia para estimativa dessas demandas do Plano Diretor de Recursos Hídricos, da bacia do Rio Gramame (PDRH-Gramame, 2001), no qual visitas de campo foram realizadas, com a finalidade de cadastrar os irrigantes. Desse cadastro, viu-se que os irrigantes, em geral, só usam seus sistemas de irrigação, entre os meses de setembro a fevereiro, o período de estiagem da região litorânea da Paraíba. Assim, durante os outros seis meses do ano (março a agosto), período chuvoso do litoral paraibano, não há a necessidade de retirada d'água do rio e dos poços para irrigação.

Tabela 4.4 – Disponibilidades atuais e máximas, demandas agregadas, índice de utilização das demandas atuais (IUD_A) e índice de utilização das demandas máximas (IUD_M)

Bacia Hidrográfica (BH)/Sub-bacia Hidrográfica (SBH)	Disponibilidades Máximas (hm^3/ano)		Disponibilidades Atuais (hm^3/ano)		Demandas totais atuais (hm^3/ano)	IUD_M		IUD_A	
	Totais sem pequenos açudes	Totais com pequenos açudes	Totais sem pequenos açudes	Totais com pequenos açudes		Sem pequenos açudes	Com pequenos açudes	Sem pequenos açudes	Com pequenos açudes
BH do rio Piranhas	**1.349,664**	**1.723,824**	**586,767**	**960,927**	**138,395**	**0,10**	**0,08**	**0,24**	**0,14**
SBH do Alto Piranhas	162,453	189,351	80,095	106,993	13,546	0,08	0,07	0,17	0,13
SBH do Médio Piranhas	303,105	451,042	38,261	186,198	16,119	0,05	0,04	0,42	0,09
SBH do Peixe	165,092	215,920	43,582	94,410	30,732	0,19	0,14	0,71	0,33
SBH do Piancó	484,587	528,675	389,788	433,876	46,179	0,10	0,09	0,12	0,11
SBH do Espinharas	160,245	229,478	26,915	96,148	19,144	0,12	0,08	0,71	0,20
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	74,183	109,359	8,126	43,302	12,676	0,17	0,12	1,56	0,29
BH do rio Paraíba	**649,195**	**786,888**	**314,770**	**452,463**	**354,907**	**0,55**	**0,45**	**1,13**	**0,78**
SBH do Taperoá	72,299	110,511	10,095	48,307	12,215	0,17	0,11	1,21	0,25
SBH do Alto Paraíba	122,167	165,301	96,252	139,386	13,700	0,11	0,08	0,14	0,10
SBH do Médio Paraíba	65,444	75,253	55,410	65,219	65,805	1,01	0,87	1,19	1,01
SBH do Baixo Paraíba	389,284	435,822	153,013	199,551	263,187	0,68	0,60	1,72	1,32
BH do Rio Jacu	**17,100**	**21,601**	**3,252**	**7,753**	**4,738**	**0,28**	**0,22**	**1,46**	**0,61**
BH do Rio Curimataú	**42,461**	**52,698**	**11,378**	**21,615**	**47,993**	**1,13**	**0,91**	**4,22**	**2,22**
BH do Rio Guaju	**41,000**	**41,558**	**22,000**	**22,558**	**55,263**	**1,35**	**1,33**	**2,51**	**2,45**
BH do Rio Camaratuba	**154,212**	**157,248**	**46,144**	**49,180**	**16,104**	**0,10**	**0,10**	**0,35**	**0,33**
BH do Rio Mamanguape	**427,250**	**460,534**	**158,857**	**192,141**	**232,340**	**0,54**	**0,50**	**1,46**	**1,21**
BH do Rio Miriri	**131,905**	**139,454**	**47,591**	**55,140**	**73,393**	**0,56**	**0,53**	**1,54**	**1,33**
BH do Rio Gramame	**210,018**	**212,648**	**144,960**	**147,590**	**182,997**	**0,87**	**0,86**	**1,26**	**1,24**
BH do Rio Abiaí	**320,897**	**322,903**	**107,198**	**109,204**	**89,359**	**0,28**	**0,28**	**0,83**	**0,82**
Totais	**3.343,702**	**3.919,356**	**1.442,918**	**2.018,572**	**1.195,488**	**0,358**	**0,305**	**0,829**	**0,592**

A partir da **Tabela 4.4**, pode-se ver que as SBHs/BHs do Médio e Baixo Paraíba, Curimataú, Guaju, Mamanguape, Miriri, Gramame e Abiai já apresentam valores de IUD_A e IUD_M maiores ou muito próximos da unidade, o que indica que suas demandas totais (atuais) já são reprimidas e não estão sendo atendidas, na sua plenitude, pelas águas disponíveis da sua área geográfica, necessitando, portanto, de importação de outras bacias hidrográficas. Esse problema de abastecimento das demandas totais da BH do Gramame já tinha sido identificado, no PERH-PB (2006). A solução apresentada pelo PERH-PB (2006), na ocasião,foi a utilização das disponibilidades da BH do Abiaí, pois elas são vizinhas. Essa solução foi colocada, então, em prática, com a construção de um sistema adutor que transpõe água, atualmente, do Abiai para o Gramame, na ordem de 600 L/s. Da forma que os resultados de IUD_A e IUD_M são apresentados, por BH, o impacto que essa adutora gerou no Abiaí não é quantificado, porém, em uma rápida análise, vê-se que o valor do IUD_M da BH do Abiaí, mesmo com essa transposição, ainda é pouco menor que 0,40, indicando, assim, que ela poderá ser utilizada ainda para reforço do abastecimento da Grande João Pessoa. As BHs do Mamanguape e Curimataú têm comportamento similar ao caso Gramame e Abiai, pois grande parte das demandas para o abastecimento urbano do Curimataú vem da BH do Mamanguape, embora essa pressão não seja apresentada pelos indicadores IUD_A e IUD_M.

As outras SBHs/BHs (Alto Piranhas, Médio Piranhas, Peixe, Piancó, Espinharas, Seridó Oriental e Ocidental, Taperoá, Alto Paraíba, Jacú e Camaratuba) apresentam valores de IUD_A e IUD_M próximos ou menores que 0,5, indicando, assim, que suas demandas são supridas de forma adequada. Essa conclusão é similar à encontrada no PERH-PB (2006). Ainda de forma análoga ao PERH-PB (2006), foram encontrados valores de disponibilidades atuais superiores aos máximos, o que é um contra-censo. Aquele Plano sugeria a reavaliação cuidadosa dos valores encontrados para as séries pseudo-históricas. Esta atualização do Plano deixa a mesma observação, visto que, no capítulo de avaliação das potencialidades e disponibilidades hídricas, problemas decorrentes da escassez de dados para calibração e validação do modelo chuva-vazão foram enumerados. No caso deste último conjunto de BHs/SBHs, deve-se considerar que as demandas de maior consumo hídrico, a irrigação, apresentaram valores abaixo da normalidade, visto que 2017 é considerado o último ano da última grande seca, que durou seis anos seguidos, e que não houve tempo suficiente para a recuperação das áreas irrigadas. A seca agiu, assim, para restringir as demandas hídricas para irrigação e a pecuária, registrando valores mais baixos que os normais, influenciando, diretamente, nos valores dos indicadores aqui calculados.

4.2.4 Confronto disponibilidades atuais X demandas setoriais – Situação atual

Nesta seção, são apresentados os confrontos entre as disponibilidades atuais e as demandas setorias, divididas em cinco grupos, a saber: (1) demandas para o abastecimento humano, urbano e rural; (2) demandas para o abastecimento industrial; (3) demandas para a pecuária (dessendentação animal) e aquicultura; (4) demandas para irrigação e (5) demandas para a mineração. Essa análise, diferentemente da realizada com as demandas agregadas, permite verificar como cada conjunto de demandas é atendido. A análise realizada, nesta seção, baseia-se no Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A).

4.2.5 Confronto disponibilidades atuais X demandas para o abastecimento humano (Urbano e Rural)

As demandas para o abastecimento humano, tanto as urbanas como as rurais, deveriam, em princípio, serem atendidas, prioritaria e plenamente, conforme as Leis Federal nº. 9.433 de 1997 e Estadual nº. 6.308 de 1996. O atendimento pleno significa o atendimento, tanto em quantidade (100% de garantia) como em qualidade. Para a análise desses dois tipos de demandas, foram desconsideradas as contribuições dos pequenos açudes, visto que eles, em geral, não conseguem garantir o atendimento por mais de 4 meses. Na **Tabela 4.5**, encontram-se os valores das disponibilidades totais atuais (sem pequenos açudes), as demandas atuais para o abastecimento humano, urbano e rural, e o Índice de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A), para as BHs/SBHs.

Tabela 4.5 – Disponibilidades totais atuais (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Abastecimento humano (urbano + rural) por bacia/sub-bacia hidrográfica

Bacia Hidrográfica (BH)/Sub-bacia hidrográfica (SBH)	Disponibilidades atuais, sem pequenos açudes (hm^3/ano)	Demanda para abastecimento humano (hm^3/ano)	IUD_A
BH do rio Piranhas	**586,767**	**75,190**	**0,13**
SBH do Alto Piranhas	80,095	4,128	0,05
SBH do Médio Piranhas	38,261	10,971	0,29
SBH do Peixe	43,582	18,289	0,42
SBH do Piancó	389,788	18,947	0,05
SBH do Espinharas	26,915	13,408	0,50
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	8,126	9,447	1,16
BH do rio Paraíba	**314,770**	**182,691**	**0,58**
SBH do Taperoá	10,095	8,481	0,84
SBH do Alto Paraíba	96,252	6,561	0,07
SBH do Médio Paraíba	55,410	46,559	0,84
SBH do Baixo Paraíba	153,013	121,090	0,79
BH do Jacu	**3,252**	**2,862**	**0,88**
BH do Curimataú	**11,378**	**9,601**	**0,84**
BH do Guaju	**22,000**	**0,694**	**0,03**
BH do Camaratuba	**46,144**	**1,546**	**0,03**
BH do Mamanguape	**158,857**	**33,624**	**0,21**
BH do Miriri	**47,591**	**1,728**	**0,04**
BH do Gramame	**144,960**	**3,689**	**0,03**
BH do Abiaí	**107,198**	**4,649**	**0,04**
Totais	**1.442,918**	**316,275**	**0,22**

Antes da análise da **Tabela 4.5**, deve-se lembrar que grande parte das demandas para o abastecimento urbano das BHs/SBHs não são atendidas pelaS próprias BHs/SBHs, mas sim por meio da importação de outras BHs/SBHs. Nessa vertente do balanço hídrico, as transferências d'água (importações e exportações) não são levadas em conta. A consideração dessas transferências é analisada na segunda vertente do balanço hídrico. As importações e exportações hídricas, no contexto do Estado da Paraíba são importantes, pois há escassez hídrica, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo. Por exemplo, no caso das BHs do Jacu e Curimataú, essas importações são necessárias, pois a qualidade natural da água dessas BHs não permitem o abastecimento direto nem mediante o tratamento específico, visto que essas águas apresentam restrições qualitativas, devido aos altos teores de salidade. Essa observação quanto à salidade já tinha sido mencionada no PERH-PB (2006). Em tempo, essas importações, necessárias à manutenção dos abastecimentos urbanos, acabam por exercerem pressão sobre os recursos hídricos das bacias hidrográficas doadoras.

A **Tabela 4.5** indica: (1) as SBHs do Sérido Oriental e Ocidental, que têm o valor do indicador Índice de Utilização da Disponibilidade Atual (IUD_A) maior que a unidade, indicando, assim, que suas demandas para o abastecimento humano não podem ser atendidas com recursos da própria bacia hidrográfica. Isso refletirá nas análises seguintes, pois não haverá recursos hídricos para os outros tipos de demandas; (2) As SBHs do Taperoá, Médio e Baixo Paraíba apresentam valores de IUD_A próximos da unidade, indicando também que seus recursos hídricos são utilizados, quase na totalidade, para o abastecimento humano. Nessas SBHs, as transposição importantes partem do principal manancial superficial, o açude Epitácio Pessoa (mais conhecido como o Boqueirão). Esse reservatório, com um conjunto de

adutoras, têm suprido grande parte das demandas para o abastecimento urbano dessas SBHs, com exceção do Baixo Paraíba. Nesse caso do Baixo Paraíba, grande parte da demanda, apresentada na **Tabela 4.5**, advém das sedes municipais de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e Santa Rita, abastecidas, direta ou indiretamente, pela BH do Gramame. A demanda para o abastecimento humano urbano dessas 4 sedes municipais é da ordem de 3 m³/s. A subtração desse valor de referência da SBH do Baixo Paraíba e adição à BH do Gramame revelam valores de IUD_A de 0,17 (Baixo Paraíba) e 0,68 (Gramame), indicando, assim, que a SBH do Baixo Paraíba não teria problema em atender suas demandas atuais com o reforço da importação do Gramame e que a BH do Gramame apresentaria um valor que requer cuidados no abastecimento humano urbano, embora esse valor, na prática, seja um pouco menor, devido à importação d'água do Abiaí; (3) As BHs do Jacu e Curimataú tem valores de IUD_A próximos da unidade também, indicando que os recursos hídricos da própria BH não são suficientes para atender essas demandas. Aqui também há problemas de qualidade natural da água, conforme discussão anterior; (4) As demais SBHs/BHs (Alto Piranhas, Médio Piranhas, Peixe, Piancó, Espinharas, Alto Paraíba, Guaju, Camaratuba, Mamanguape, Miriri e Abiaí) apresentam valores de IUD_A menores que 0,5, indicando que não há problemas para o atendimento do abastecimento humano, quando considerados usos prioritários.

4.2.6 Confronto disponibilidades atuais X Abastecimento industrial

Como a demanda para o abastecimento industrial não tem a mesma prioridade que o abastecimento humano (urbano e rural), a análise realizada, nesta seção, parte do princípio que parte da disponibilidade atual foi utilizada para o abastecimento humano. Dessa forma, o confronto desta seção é realizado com as disponibilidades remanescentes da análise anterior. A **Tabela 4.6** contém os valores de disponibilidades atuais remanescentes, demandas para o abastecimento industrial e o Índice de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A). Essa análise segue a mesma metodologia do PERH-PB (2006), possibilitando, assim, um confronto com o plano estadual anterior.

Tabela 4.6 – Disponibilidades totais atuais (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Abastecimento industrial

Bacia Hidrográfica (BH) ou Sub-bacia hidrográfica (SBH)	Disponibilidades atuais, sem pequenos açudes (hm³/ano)	Demanda para abastecimento industrial (hm³/ano)	IUD_A
BH do rio Piranhas	**511,577**	**2,820**	**0,01**
SBH do Alto Piranhas	75,966	0,289	0,00
SBH do Médio Piranhas	27,290	0,425	0,02
SBH do Peixe	25,293	0,719	0,03
SBH do Piancó	370,841	0,515	0,00
SBH do Espinharas	13,507	0,730	0,05
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	-	0,142	-
BH do rio Paraíba	**226,687**	**42,079**	**0,19**
SBH do Taperoá	1,613	0,128	0,08
SBH do Alto Paraíba	89,691	0,042	0,00
SBH do Médio Paraíba	8,851	6,866	0,78
SBH do Baixo Paraíba	126,531	35,043	0,28
BH do Jacu	**0,390**	**0,014**	**0,03**
BH do Curimataú	**1,778**	**0,137**	**0,08**
BH do Guaju	**21,306**	**7,409**	**0,35**
BH do Camaratuba	**44,598**	**0,004**	**0,00**
BH do Mamanguape	**125,232**	**10,776**	**0,09**
BH do Miriri	**45,863**	**5,974**	**0,13**
BH do Gramame	**65,584**	**13,070**	**0,20**
BH do Abiaí	**83,627**	**16,039**	**0,19**
Totais	**1.126,643**	**98,322**	**0,09**

Com da análise da **Tabela 4.6**, registra-se, em princípio, que: (1) As SBHs/Bhs do Médio e Baixo Paraíba, Guaju, Mamanguape, Miriri, Gramame e Abiaí são aquelas com os maiores consumos para a indústria, com um total ultrapassando 5 m³/s, e, no caso da SBH do Baixo Paraíba, atingindo 35 m³/s; (2) A maioria das SBHs (Alto e Médio Piranhas, Peixe, Piancó, Espiranhas, Taperoá, Alto Paraíba) e BHs (Jacu, Curimataú e Camaratuba) apresentam valores de Índice de Utilização da Demanda Atual (IUD_A) próximos de zero, indicando, assim, que as demandas para o abastecimento industrial são atendidas quantitativamente, sem grandes problemas. No caso das BH's do Jacu e Curimataú, como apontando no PERH-PB (2006), há problemas de qualidade d'água natural, os quais que impendem o desenvolvimento pleno da indústria nessas BHs; (3) Há um conjunto de BH's (Curimataú, Mamanguape e Miriri) que apresentam valores de IUD_A variando entre 0,08 e 0,13, indicando também que as demandas para o abastecimento industrial são atendidas quantitativamente, sem grandes problemas; (4) Há ainda um conjunto de SBHs e BH (Baixo Paraíba, Gramame e Abiaí) no qual os valores de IUD_A variam de 0,19 a 0,28, indicando também que as demandas para as indústrias são atendidas de forma satisfatória, porém já requerem mais atenção que as SBHs do grupo anterior; (5) Por fim, em relação à demanda industrial, a SBH do Médio Paraíba é aquela que apresenta maior valor de IUD_A, igual a 0,78, indicando que as demandas industriais são atendidas, mas estão próximas do seu limite. Aqui há dois pontos importantes: primeiramente, o fato de que Campina Grande é responsável por grande parte da demanda industrial da SBH (91%), depois, que apenas a demanda para a indústria é da mesma ordem de grandeza da disponibilidade remanescente, daí o valor resultante de IUD_A ser de 0,78.

Em relação ao PERH-PB (2006), as seguintes observações são importantes: (1) Redução da demanda para a indústria na SBH do Espinharas, de 1,48 hm³/ano para 0,730 hm³/ano, refletindo, diretamente, na redução do IUD_A de 0,391 para 0,05, mas não na mesma proporção, visto que os valores de disponibilidade superficial foram recalculados; (2) Redução na mesma ordem de grandeza, nessas demandas da SBH do Médio Paraíba; (3) Nota-se um aumento de maior ordem nas demandas industriais das SBHs do Baixo Paraíba (de 24,75 hm³/ano para 35,043 hm³/ano), BHs do Mirii (de 0,032 hm³/ano para 5,974 hm³/ano), Mamanguape (de 6,971 hm³/ano para 10,776 hm³/ano), Guaju (de 0 para 7,409 hm³/ano), Gramame (de 1,175 hm³/ano para 13,070 hm³/ano) e Abiaí (de 0 para 16,039 hm³/ano). Esses incrementos de demanda para a indústria se deram, principalmente, nas BHs do Litoral.

4.2.7 Confronto disponibilidades atuais X Abastecimento para Pecuária e Pesca

As demandas para pecuária e pesca foram confrontadas com as disponibilidades remanescentes do item anterior, ou seja, descontadas as demandas para abastecimento humano (urbano e rural) e indústria, somadas às disponibilidades dos pequenos açudes, seguindo a mesma metodologia do PERH-PB (2006). O PERH-PB (2006) considerou que as demandas para a pecuária e pesca eram compatíveis com as características quali-quantitivas das águas subterrâneas, provientes do sistema aquífero cristalino. Essas mesma consideração foi assumida neste Plano.

Tabela 4.7 – Disponibilidades totais atuais remanescentes (com pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Abastecimento para pecuária e pesca da bacias/sub-bacias hidrográficas

Bacia Hidrográfica (BH)/Sub-bacia hidrográfica (SBH)	Disponibilidades atuais, sem pequenos açudes (hm^3/ano)	Demanda para pecuária e pesca (hm^3/ano)	IUD_A
BH do rio Piranhas	**882,916**	**14,977**	**0,02**
SBH do Alto Piranhas	102,575	1,451	0,01
SBH do Médio Piranhas	174,802	2,389	0,01
SBH do Peixe	75,402	2,547	0,03
SBH do Piancó	414,414	6,468	0,02
SBH do Espinharas	82,010	1,154	0,01
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	35,034	0,968	0,03
BH do rio Paraíba	**322,301**	**12,686**	**0,04**
SBH do Taperoá	39,698	1,734	0,04
SBH do Alto Paraíba	132,783	2,159	0,02
SBH do Médio Paraíba	11,794	2,428	0,21
SBH do Baixo Paraíba	138,026	6,366	0,05
BH do Jacu	**4,878**	**0,319**	**0,07**
BH do Curimataú	**11,878**	**2,637**	**0,22**
BH do Guaju	**14,455**	**0,494**	**0,03**
BH do Camaratuba	**47,630**	**0,163**	**0,00**
BH do Mamanguape	**147,741**	**5,109**	**0,03**
BH do Miriri	**47,438**	**0,363**	**0,01**
BH do Gramame	**55,145**	**0,529**	**0,01**
BH do Abiaí	**69,594**	**0,254**	**0,00**
Totais	**1.603,975**	**37,531**	**0,02**

A análise da **Tabela 4.7**, indica que: (1) As SBHs/BHs com maiores demandas para essa finalidade são as do Piancó, Baixo Paraíba e Mamanguape. Nelas, as demandas são da ordem de 6 hm^3/ano; (2) Há um conjunto de SBHs/BHs, com demandas variando entre 1 e 2 hm^3/ano e um conjunto com demandas menores que 1 hm^3/ano. As do primeiro conjunto são: Alto e Médio Piranhas, Peixe, Espinharas, Taperoá, SBH Alto e Médio Paraíba e BH Curimataú. As do segundo conjunto são: SBH Seridó (oriental e ocidental) e BHs Jacu, Guaju, Camaratuba, Miriri, Gramame e Abiaí; (3) Em relação ao Índice de Utilização da Disponibilidade Atual (IUD_A), apenas a BH Curimataú e SBH Médio Paraíba apresentam valores de IUD_A pouco maiores que 0,20. As demais apresentam valores de IUD_A com ordem de grandeza média de 0,02, variando de 0 até 0,07. Dessa forma, conclui-se que nenhuma delas tem problema para atender às demandas para a pecuária e a pesca. Essa conclusão é similar à do PERH-PB (2006), com exceção da SBH do Baixo Paraíba e da BH do Miriri, as quais, no PERH-PB (2006), apresentaram valores de IUD_A iguais a 0,85.

4.2.8 Confronto entre as disponibilidades atuais X Irrigação

Este item tem grande relevância para o PERH-PB, pois a demanda para irrigação chega a representar 75% das demandas totais do Estado da Paraíba. Entretanto, como as demandas para irrigação têm uma prioridade menor que as demandas analisadas anteriormente, elas devem ser atendidas, em princípio, após o atendimento das demais demandas. A Tabela 4.8 apresenta os valores de disponibilidades atuais remanescentes, as demandas atuais para irrigação e o Índice de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A) para tal uso.

Novamente, a metodologia aplicada é idêntica à aplicado no PERH-PB (2006), o que permite uma comparação entre o Plano atual e aquele de 2006.

Tabela 4.8 – Disponibilidades totais atuais remanescentes (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Irrigação

Bacia Hidrográfica (BH) ou Sub-bacia hidrográfica (SBH)	Disponibilidades atuais, sem pequenos açudes (hm^3/ano)	Demanda para irrigação (hm^3/ano)	IUD_A
BH do rio Piranhas	**496,600**	**45,303**	**0,09**
SBH do Alto Piranhas	74,516	7,678	0,10
SBH do Médio Piranhas	24,901	2,332	0,09
SBH do Peixe	22,746	9,171	0,40
SBH do Piancó	364,374	20,249	0,06
SBH do Espinharas	12,352	3,762	0,30
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	-	2,110	-
BH do rio Paraíba	**214,001**	**211,950**	**0,99**
SBH do Taperoá	-	1,860	-
SBH do Alto Paraíba	87,533	4,938	0,06
SBH do Médio Paraíba	6,423	9,952	1,55
SBH do Baixo Paraíba	120,165	195,199	1,62
BH do Jacu	**0,072**	**1,544**	**21,53**
BH do Curimataú	**-**	**35,618**	**-**
BH do Guaju	**20,812**	**46,666**	**2,24**
BH do Camaratuba	**44,436**	**14,391**	**0,32**
BH do Mamanguape	**120,123**	**182,830**	**1,52**
BH do Miriri	**45,500**	**65,327**	**1,44**
BH do Gramame	**65,056**	**89,989**	**1,38**
BH do Abiaí	**83,373**	**49,231**	**0,59**
Totais	**1.089,112**	**742,849**	**0,68**

Mediante a análise da **Tabela 4.8**, percebe-se que os valores de demandas para irrigação podem ser agrupados em três classes: (1) demandas superiores a 150 hm^3/ano, nas SBHs do Baixo Paraíba e Mamanguape; (2) demandas da ordem de 35 a 90 hm^3/ano, nas BHs do Curimataú, Guaju, Miriri, Gramame e Abiaí; (3) demandas menores que aproximadamente 20 hm^3/ano, que variam de 1,544 até 20,249 hm^3/ano, nas SBHs do Alto e Médio Piranhas, Peixe, Piancó, Espinharas, Seridó (Oriental e Ocidental), Taperoá, Alto e Médio Paraíba, e BH do Jacu e Camaratuba. Aqui é importante ressaltar, novamente, que as demandas para irrigação das BHs localizadas na faixa costeira do Estado, tiverem seus valores reduzidos em 50% frente àqueles apresentados no capítulo de cálculo das demandas.

Em relação aos Índices de Utilização da Disponibilidade Atual (IUD_A), calculados com as demandas para a irrigação, são encontrados os casos mais extremos ou adversos. Inicialmente, tem-se o caso das SBHs do Seridó (Oriental e Ocidental), Taperoá e BH do Curimataú, as quais simplesmente não têm disponibilidade remanescente, para atender às demandas para irrigação. A BH do Jacu tem IUD_A igual a 21,53, indicando que seria necessária uma disponibilidade maior que 21 vezes, para atender à demanda para irrigação, ou seja, esse tipo de demanda exerce uma pressão forte nos recursos hídricos dessa BH. Há, então, os casos também críticos, mas não tão críticos como os das SBHs e BHs citadas anteriormente; as SBHs do Médio e Baixo Paraíba, Guaju, Mamanguape, Miriri e Gramame, que apresentam

valores de IUD_A variando de 1,38 e 3,25, indicando que suas disponibilidades remanescentes não são suficientes, para atender às demandas para irrigação e que, possivelmente, esse tipo de demanda exerce pressão sobre os recursos hídricos dessas SBH's e BH's. Por fim, há o caso das SBH's do Alto e Médio Piranhas, Peixe, Piancó, Espinharas, Alto Paraíba, BH Camaratuba e Abiaí, as quais apresentam valores de IUD_A menores que a unidade, indicando, assim, que suas demandas para irrigação são atendidas de maneira adequada. Porém, deve-se ressaltar que as áreas irrigadas, a partir das quais foram calculadas as demandas para irrigação, que pertecem à bacia hidrográfica do Piranhas e a do Alto Paraíba, foram afetadas com as severas restrições hídricas resultantes da última seca. Dessa forma, justifica-se por que os valores de demandas para a irrigação dessas BHs/SBHs apresentaram valores menores que em situação de normalidade.

4.2.9 Confronto entre as disponibilidades atuais X mineração

Este item apresenta o confronto entre as demandas para o setor de mineração e as disponibilidades remanescentes, após contabilização dos valores relativos às demandas para irrigação. O setor mineração tem valores de demanda muito baixos: 0,511 hm³/ano para todo o Estado. Comparado com os valores das outras demandas, observa-se uma participação muito baixa nas demandas totais do Estado da Paraíba. No PERH-PB (2006), esses valores não foram considerados, de forma que não há como compará-los com aquele Plano.

Tabela 4.9 – Disponibilidades totais atuais remanescentes (sem pequenos açudes), demandas atuais e Índice de Utilização das Demandas Atuais (IUD_A) – Mineração

Bacia Hidrográfica (BH) ou Sub-bacia hidrográfica (SBH)	Disponibilidades atuais, sem pequenos açudes (hm³/ano)	Demanda para mineração (hm³/ano)	IUD_A
BH do rio Piranhas	**837,614**	**0,105**	**0,00**
SBH do Alto Piranhas	94,897	0,000	0,00
SBH do Médio Piranhas	172,470	0,001	0,00
SBH do Peixe	66,231	0,006	0,00
SBH do Piancó	394,165	0,000	0,00
SBH do Espinharas	78,248	0,090	0,00
SBH do Seridó Oriental + Ocidental	-	0,009	-
BH do rio Paraíba	**110,351**	**0,109**	**0,00**
SBH do Taperoá	-	0,011	-
SBH do Alto Paraíba	127,845	0,000	0,00
SBH do Médio Paraíba	1,842	0,000	0,00
SBH do Baixo Paraíba	-	0,097	-
BH do Jacu	**3,334**	**0,000**	**0,00**
BH do Curimataú	**-**	**0,000**	**-**
BH do Guaju	**-**	**0,000**	**-**
BH do Camaratuba	**33,239**	**0,000**	**0,00**
BH do Mamanguape	**-**	**0,000**	**-**
BH do Miriri	**-**	**0,000**	**-**
BH do Gramame	**-**	**0,034**	**-**
BH do Abiaí	**20,363**	**0,263**	**0,01**
Totais	**861,126**	**0,511**	**0,00**

A partir da análise da **Tabela 4.9**, pode-se ver que: (1) as SBHs do Seridó (Oriental e Ocidental), Taperoá, Baixo Paraíba e BHs Curimataú, Guaju, Mamanguape, Miriri, Gramame apresentam recursos hídricos suficientes para o atendimento das demandas, para o setor de mineração. As demais BHs e SBHs têm valores de demandas para o setor de mineração muito

baixo, de forma que os Índices de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A) são quase nulos ou muito baixos, indicando que essas demandas não exercem pressões sobre os recursos hídricos.

Finalizada essa primeira vertente do balanço hídrico, passa-se, então, para a segunda vertente do balanço hídrico, aquele realizado por manancial superficial (açude), com suporte do software AcquaNet. Essa segunda vertente permite um melhor entendimento do comportamento das demandas por BH/SBH, incluindo importações e exportações hídricas. Permite também entender melhor como se dá a distribuição espacial dos déficits e superávits hídricos, diferentemente, do balanço hídrico realizado até então.

4.3 BALANÇO HÍDRICO POR MANANCIAIS COM O SOFTWARE ACQUANET

Após a realização do balanço hídrico, em nível mais global, ou seja, por bacia e sub-bacia hidrográfica (BH/SBH), passou-se à realização do balanço hídrico em nível de manancial superficial (açude). Essa metodologia permite uma visão mais operacional e detalhada dessas BHs/SBHs. Com o software utilizado, o AcquaNet, pode-se avaliar também o balanço hídrico dos mananciais, de forma integrada. De fato, certos açudes podem ser operados, para garantir demandas de jusante em outras BH/SBH, dependendo do comportamento dos volumes armazenados e de suas demandas hídricas. Essa avaliação será feita, utilizando um programa computacional de simulação de bacias complexas, pelo método da simulação de rede de fluxo, que integra um SSD – Sistema de Suporte às Decisões, o AcquaNet, disponibilizado pelo LABSID (Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões em Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos) da USP (Universidade de São Paulo). Foi utilizada a versão 1.64 de 2013, integrada a um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Esse programa computacional é de uso amplo no planejamento de recursos hídricos, em bacias hidrográficas no Brasil, bem como nas tomadas de decisões para a operação dos sistemas hídricos. Uma simulação efetuada por esse programa "opera" os mananciais da bacia, de forma a buscar o atendimento de todas as demandas, otimizando os usos múltiplos, observando a completude da rede de fluxo. O atendimento de cada tipo de demanda resulta da observação da prioridade dada àquela demanda. Portanto, a análise feita, neste, item difere das análises anteriores, quando indicadores de sustentabilidade hídricos foram estimados, a partir de valores médios. Nesta seção, o comportamento do balanço hídrico dos açudes será analisado por meio dos seguintes indicadores:

– **Confiabilidade** – A confiabilidade, C, mede a probabilidade da série temporal, {Xt}, permanecer em estado satisfatório S, durante o período de simulação, ou seja, a percentagem do tempo em que o sistema funciona sem falhas:

$$C = Prob\{X_t \in S\} = Prob\{X_t \geq X_0\} = 1 - \frac{N_F}{N_T}$$

onde NF é o número de eventos de falha em atender as demandas, e NT é o número de eventos totais.

– **Resiliência** – A resiliência, R, mede a forma como o sistema (reservatório no nosso caso) se recupera de uma falha, F, uma vez que ela tenha ocorrido. A resiliência é também definida como o inverso do valor esperado do tempo em que o sistema permanece em estado insatisfatório. A resiliência é calculada por:

$$R = \left[\frac{1}{M}\sum_{1}^{M} d_i\right]^{-1}$$

onde M é o número de eventos de falha, e di é a duração do evento i, com i variando de 1 até M. O valor da resiliência (R) situa-se entre 0 e 1. No caso R = 1, temos que a duração média da falha é de 1 mês, o valor mínimo. Nesse caso, o açude se recupera rapidamente da falha, mesmo que a vulnerabilidade seja elevada, passa a ser menos danosa para a população e as atividades econômicas.

A duração média de um período seco anual é de, aproximadamente, 8 meses (na região semiárida), enquanto no litoral é de 6 meses. Se a duração média das falhas for de 50% desse período, o reservatório se recupera com razoável facilidade. Nesse caso, R = 0,25. Se a duração média das falhas for igual ao período de estiagem, significa que o açude apresenta dificuldades em se recuperar de uma falha. A sua resiliência é baixa (R = 0,125). No caso de uma resiliência inferior a 0,125, o reservatório apresenta muitas dificuldades em se recuperar das falhas.

– **Vulnerabilidade** – A vulnerabilidade, V, mede a magnitude da falha. Ela pode ser definida como o valor médio do déficit no atendimento à demanda:

$$V = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Def_i$$

onde N é o número de meses de simulação, e Defi é o déficit em atender à demanda no mês i.

4.3.1 Descrição do modelo de rede de fluxo AcquaNet

Para realizar o balanço hídrico, observando o comportamento dos mananciais, optou-se pela utilização da versão 1.64, de 2013, do AcquaNet para SIG, produzida pelo LABSID da USP. No AcquaNet, os diversos elementos hidráulicos de uma bacia hidrográfica ou de um conjunto de bacias são discretizados, a partir de reservatórios, demandas, nós e links. Assim, a simulação do balanço hídrico é realizada nesses elementos, a fim de verificar oss comportamento, no que diz respeito ao atendimento de demandas, falhas no abastecimento, vazões afluentes e efluentes etc. O passo de tempo de cálculo nesse programa é mensal, de forma que as variáveis hidrológicas (vazões afluentes e evaporação) e as demandas devem ser informadas mensalmente.

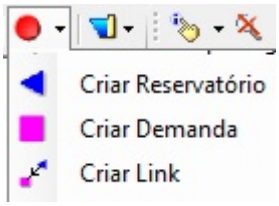
No AcquaNet, as simulações podem ser realizadas de duas formas: contínua, quando se deseja simular um sistema continuamente, para avaliar o confronto entre as demandas e as ofertas, dependendo de uma otimização simples da operação dos reservatórios ou, estatisticamente, (também chamada de planejamento tático), quando se deseja avaliar alternativas de alocação de água para um determinado intervalo de tempo, geralmente curto. Essa segunda opção é geralmente utilizada pelo órgão gestor da bacia hidrográfica, para operação dos reservatórios do sistema, dependendo das alocações decididas, no intervalo de tempo considerado.

Nos dois modos de simulação, volumes metas nos reservatórios podem ser definidos. Os volumes metas são aqueles que, por meio do processo de otimização, procura-se manter ao final dos intervalos de tempo indicado. A esses volumes metas são atribuídas prioridades, dependendo da importância dada à necessidade de respeitar tal volume. Por exemplo, para um reservatório cuja finalidade primária é de conter cheias, definir-se-á um volume meta que corresponda ao volume de espera da cheia, para o período antecedente ao período chuvoso.

Podem também ser especificados estados hidrológicos, por exemplo como estados secos ou úmidos, aos quais geralmente se associam os volumes metas, com as suas prioridades.

Para a construção de uma rede de fluxo no AcquaNet, três tipos de elementos são utilizados, os quais são apresentados na **Figura 4.3** a seguir.

Figura 4.3 - Elementos para criação das redes de fluxo no AcquaNet



O primeiro elemento que o AcquaNet apresenta (círculo vermelho) é o Nó de passagem, que serve para representar um exutório de uma bacia hidrográfica, ou uma junção de dois rios ou um ponto em destaque de uma rede de drenagem. O elemento Reservatório (triângulo azul) é a representação dos açudes existentes na rede de drenagem. Já o elemento Demanda (quadrado magenta) representa pontos de captação d'água para um determinado uso. Esses três tipos de elementos são unidos por meio do elemento Link, que representa rios ou canais para adução da água entre um ponto e outro.

4.3.2 Critérios para a aplicação do AcquaNet para os açudes do Estado da Paraíba

4.3.2.1 Unidades de simulação: bacias e sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs)

Para a aplicação no AcquaNet, as bacias hidrográficas e sub-bacias hidrográficas do Estado da Paraíba foram agrupadas, em função das interligações criadas ao longo do tempo. Assim, seis projetos do AcquaNet foram criados para a simulação dos açudes, com capacidade máxima maior ou igual a 10 milhões de m³, na situação atual, ou seja, para 2017. Cada um dos seis projetos criados pode agrupar ou não um conjunto de bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs). Cada um desses projetos, com suas BHs/SBHs e os açudes simulados, pode ser visto na **Tabela 4.10**.

Tabela 4.10 - Projetos criados no AcquaNet para simulação dos açudes na situação atual (ano 2017)

Projeto	Bacia e Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Açudes simulados e seus respectivos códigos
PERH_Piranhas_Atual.mdb	Peixe	Lagoa do Arroz (PB-004), Pilões (PB-027) e Capivara (PB-036)
	Alto Piranhas	Eng. Avidos (PB-002), São Gonçalo (PB-008) e Bartolomeu I (PB-020)
	Seridó Oriental	Várzea Grande (PB-018)
	Seridó Ocidental	São Mamede (PB-023) e Santa Luzia (PB-028)
	Espinharas	Capoeira (PB-007), Farinha (PB-016), Jatobá I (PB-021)
	Médio Piranhas	Carneiro (PB-012), Eng. Arcoverde (PB-013), Riacho dos Cavalos (PB-019), Baião (PB-009), Tapera (PB-014), Escondido (PB-022) e Santa Rosa (PB-034)

Projeto	Bacia e Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Açudes simulados e seus respectivos códigos
	Piancó	Coremas Mãe d'Água (PB-001), Saco (PB-003), Cachoeira dos Cegos (PB-005), Jenipapeiro (Buiu) (PB-006), Bruscas (PB-010), Condado (PB-011), Santa Inês (PB-015), Piranhas (PB-017), Queimadas (PB-024), Timbaúba (PB-025), Bom Jesus II (PB-026), Serra Vermelha I (PB-029), Cachoeira dos Alves (PB-030), Catolé I (PB-031), Poço Redondo (PB-033), Vazante (PB-035)
PERH _Gramame_Atual.mdb	Gramame	Gramame-Mamuaba (GR-001)
	Abiaí	Sem açudes
PERH _Curimatau_Atual.mdb	Curimataú	Jandaia (CR-002)
PERH_Mamanguape_Atual.mdb	Mamanguape	Araçagi (MA-005), Nova Camará (MA-004)
	Miriri	Sem açudes
	Camaratuba	Sem açude
	Guaju	Sem açude
PERH_Paraiba_Atual.mdb	Taperoá	Taperoá II (PB-006), Mucutú (PB-007) e Soledade (PB-008)
	Alto Paraíba	Santo Antônio (PB-001), Cordeiro (PB-002), Poções (PB-003), Camalaú (PB-004), Sumé (PB-005) e Epitácio Pessoa (PB-009)
	Médio Paraíba	Acauã (PB-010)
	Baixo Paraíba	São Salvador (PB-012), José Rodrigues (PB-011)
PERH _Jacu_Atual.mdb	Jacu	Boqueirão do Cais (JA-001)

4.3.2.2 Mananciais e alocação das demandas

O desenho da rede de fluxo, para aplicar o SSD AcquaNet a uma bacia hidrográfica complexa, constituiuma tarefa árdua, mas que deve ser feita com critérios, para garantir a viabilidade dos resultados das simulações. Neste trabalho, serão representados os açudes com capacidade máxima maior ou igual a 10 hm³, bem como nós representativos ou de exutórios de sub-bacias ou da confluência de rios, quando pertinente, ou de locais mostrando captações "a fio de água", em trechos de rios perenizados pelos açudes estratégicos ou que possam ser perenizados, mesmo temporariamente, pela operação de reservatórios. A esses pontos, que podem ser chamados de mananciais, serão associadas diversas informações, como as séries históricas de vazões naturais ou as demandas, as quais serão agrupadas por tipo de demanda: abastecimento humano urbano, codificado com a sigla –URB; abastecimento humano rural, codificado com a sigla –RUR; abastecimento animal, sigla –DES; irrigação difusa, siglar –IRD, irrigação concentrada, sigla –IRD, geração de energia elétrica, sigla –ENE, pesca, sigla –PES, abastecimento industrial, sigla –IND, e mineração, sigla –OUT. Em relação às demandas para adutoras, foi definido o prefixo AD para identificação de pontos de demanda com essa finalidade. O código do açude que precede a sigla indicando a demanda, significa as diversas demandas, supridas pelo respectivo açude codificado. Ainda com relação aos açudes simulados, é importante salientar que apenas os açudes com capacidade máxima maior ou igual a 10 hm³, foram simulados, porque os açudes com capacidades máximas menores que esses valores, em geral, não chegam a garantir uma vazão mínima com garantia de 100%. Pouquíssimos foram os casos de açudes com capacidade menor que 10 hm³ simulados no AcquaNet. Assim, quando o AcquaNet não consegue otimizar as vazões alocadas para os diversos fins, não encontrando o resultado final, o programa para, inesperadamente,

informando que a solução não foi encontrada e que não é possível prosseguir com a simulação. Dessa forma, foi adotada a seguinte solução para atribuição das demandas, que, de fato, captam água de mananciais com capacidade menor que 10 hm³ e vazões afluentes:

– As demandas dos açudes menores (capacidade menor que 10 hm³) foram atribuídas aos açudes imediatamente a jusante, com capacidade máxima maior ou igual a 10 hm³.
– As vazões afluentes aos açudes menores foram agregadas às vazões afluentes aos açudes em que as demandas foram atribuídas.

Para realização dessa adequação foram, inicialmente, avaliadas todas as vazões com garantias dos açudes estratégicos, e aqueles que não apresentaram vazões mínimas para a garantia de 100% foram, então, excluídos da simulação com o AcquaNet. É importante informar que o impacto dessas duas modificações necessárias é no sentido de que os pequenos açudes não são simulados no AcquaNet e, consequentemente, suas regras de operação ótimas e suas operações integradas não são conhecidas. Para efeitos do balanço de massa ou balanço hídrico, não há grandes consequências a ponto de mudar os resultados finais das simulações do AcquaNet.

Assim, para cada um dos projetos da **Tabela 4.10**, foram criadas tabelas com valores de demandas, dos diferentes setores, para cada um dos açudes simulados. Na **Tabela 4.11**, há um exemplo de como as demandas foram atribuídas a cada açude simulado. Nota-se que, nas cinco últimas colunas, há valores que podem variar de 0,15 até 1, sendo esses os valores relativos, os quais, multiplicados pela demanda, definem então o valor daquela demanda setorial, atrabuída àquele açude. Ressalte-se que os valores das últimas cinco colunas podem variar de 0,01 até 1.

Tabela 4.11 - Exemplo dos códigos e nomes dos mananciais com os tipos de demandas a eles associados – Açude Cachoeira dos Cegos (SBH do Piancó)

Código manancial	Nome do Manancial	Município	Demandas				
			URB	RUR	DES	IRD	IND
PB-005	Aç. Cach. Dos Cegos	Catingueira	1	1	1	1	
PB-005		Santa Terezinha		0,32	0, 32	0, 32	
PB-005		Mãe d'Água		0,15	0,15	0,15	

Todas as demandas foram estimadas por município e por tipologia de uso, no capítulo específico para essa finalidade. Observa-se, nos parágrafos que tratam do abastecimento humano urbano, que existem municípios abastecidos por sistemas de adutoras isoladas ou por sistemas integrados. Em se tratando de sistema isolado, muitas vezes o manancial é um açude não estratégico, isto é, com capacidade inferior a 10 hm³, ou uma bateria de poços ou uma captação a fio de água (não representada no AcquaNet). Em todos esses casos, a demanda para o abastecimento humano urbano desses municípios é atribuída à demanda para o manancial representado no AcquaNet, o qual se encontra imediatamente a jusante. Assim, considera-se que a água captada para esses fins, a montante do manancial representado no AcquaNet, é retirada daquele manancial. Na coluna Demanda urbana da **Tabela 4.11**, esse tipo de demanda é codificado com o valor 1. Nesse manancial, demandas que representam diversos municípios são agrupadas em um único ponto de demanda, já que se admite, neste trabalho, que todas terão a mesma prioridade de abastecimento. No caso dos municípios abastecidos por sistemas adutores integrados, o código 2 deve ser atribuído à coluna de demanda urbana da **Tabela 4.11**. O manancial em que estão afetadas as demandas humanas urbanas é aquele onde o sistema adutor capta a água, desde que pertencente à bacia

hidrográfica. Um caso emblemático são os municípios abastecidos por poços artesianos em aquíferos livres ou confinados. Nesse caso, admite-se que a água captada em tais poços não provém da rede de drenagem superficial e, portanto, não são simulados no AcquaNet.

No que concerne aos abastecimentos de água para os usos difusos: abastecimento humano rural, abastecimento animal e abastecimento para a irrigação difusa, a área do município pode interceptar as áreas de uma ou mais sub-bacias hidrográficas, de reservatórios simulados pelo AcquaNet. As demandas são afetadas aos reservatórios, proporcionalmente, à área interceptada pela área do município.

No que concerne às demandas industriais, essas foram atribuídas ao manancial que abastece a sede municipal.

4.3.2.3 Dreno, Nós exutórios e Nós de passagem

No ponto mais à jusante da rede de fluxo, é necessário instalar um dreno (fictício), com o papel de ponto de demanda ou manancial. A esse dreno é atribuída uma demanda com prioridade. Ocorre que, dependendo das prioridades atribuídas às demandas e outros elementos da rede de fluxo, a água pode escoar por canais ou links, pelos quais não deveria passar água ou, então, passar uma quantidade limitada. Para evitar esse problema, instala-se, no final da rede, uma demanda fictícia elevada com baixa prioridade. Assim, a água fluirá, preferencialmente, para os elos por onde deve passar, escoando para o dreno ou o mar quando houver excesso significativo. No modelo utilizado neste trabalho, o dreno apresenta uma demanda com a prioridade mais baixa, ou seja 99, e demanda alta, 5.000 m^3/s.

A análise da rede será efetuada por manancial, mas uma análise por BH/SBH é também possível. Assim, cada uma das BH/SBH do estudo foi associada um a nó de passagem, para simular o exutório. Nesse nó de passagem, podem ser atribuídas demandas e asérie de vazões naturais. Nesse caso, o nó é considerado como um nó manancial, ou constitui apenas um nó de passagem, para avaliar o balanço hídrico da BH/SBH.

Uma porcentagem da água, utilizada para as demandas, retorna para a rede de drenagem. O AcquaNet não permite que esse retorno se faça em um elemento outro que não um nó de passagem. Assim, esses nós de passagem foram introduzidos a jusante de alguns açudes. Da mesma forma, o link entre dois açudes não conduz a água, por ventura, vertida pelo açude de montante. A presença de um nó de passagem a montante do açude de jusante é necessária, para que esse volume vertido aflua ao açude de jusante.

O AcquaNet limita também a três os pontos de retorno (lançamento dos efluentes). No caso do abastecimento por meio do sistema adutor, o ponto de lançamento dos efluentes não foi atribuído ao nó, imediatamente à jusante da captação da adutora, mas sim, ao nó de passagem à jusante da sede municipal, atendida por aquela adutora, observando-se, no mapa, a rede de drenagem.

4.3.2.4 Capacidade dos links

Cada link ou arco requer que seja definida uma capacidade mínima e outra máxima. O padrão do programa é de 0 para a capacidade mínima e de 1.000 m^3/s para a capacidade máxima. Na versão utilizada do AcquaNet, a introdução da capacidade máxima requer a entrada do comprimento do link. Isso foi feito automaticamente, utilizando a versão SIG do AcquaNet, na qual as coordenadas foram definidas em UTM, e os pontos de demandas bem como os nós de passagem, foram localizados com exatidão nos mapas da rede de drenagem. No caso deste estudo, a capacidade mínima foi mantida constante e com seu valor nulo. No caso da

capacidade máxima, diversos testes nos levaram a adotar o valor da demanda para os links dos pontos de demanda, acrescentada de 1 l/s e valores diferenciados, altos, determinados por meio de um processo manual de calibração, para os links ou arcos que correspondam à principal rede de drenagem.

4.3.2.5 Prioridades

Para os nós de demandas, devem ser atribuídos valores de prioridades, os quais que podem variar de 1 até 99, sendo que, quanto menor o valor dado à prioridade, maior a prioridade de atendimento daquela demanda. No caso dos reservatórios, considera-se o conjunto prioridade/volume meta. A prioridade segue a mesma regra descrita anteriormente, e o volume meta diz respeito a uma fração do volume máximo do reservatório, associada a uma prioridade. Os valores de volumes metas podem variar, temporalmente, isto é, mês a mês. No caso dos links, um custo pode ser associado. Os custos (geralmente negativos no algoritmo de otimização adotado) se relacionam com as prioridades de forma invertida, ou seja, quanto maior o custo C em valor absoluto, menor é a prioridade P:

$$C = 10P - 1000$$

Neste estudo, foram adotadas as prioridades apresentadas na **Tabela 4.12**. As prioridades para as demandas para o abastecimento humano, urbano e rural, foram consideradas igual a 3. Já a prioridade para a dessedentação animal foi considerada igual a 7. Pela chamada lei das águas, a Lei nº 9.433/97 ,essas demandas são prioritárias do mesmo modo que as demandas para o abastecimento humano. A pequena diferença, introduzida na **Tabela 4.12**, reflete necessidades de cálculo/calibração, haja vista que tais demandas, bem difusas no espaço, são, no Acquanet, afetadas a um manancial, que, em alguns casos, apresenta resiliência muito baixa, fazendo com que o modelo de otimização não consiga convergir. Essa pequena diferença, contudo, não interfere no resultado.

Tabela 4.12 - Prioridades por tipo de demanda adotada e elementos no Acquanet

Tipo de elemento	Prioridade
Demanda para abastecimento humano urbano	3
Demanda para abastecimento humano rural	3
Demanda para uma adutora	3
Demanda para uso industrial	3
Demanda para dessedentação de animais	7
Demanda para irrigação	5
Volumes metas*	De 5 a 25
Dreno	99

* Na maior parte dos projetos este valor ficou igual a 20.

4.3.2.6 Vazões naturais afluentes

As séries históricas de vazões mensais naturais afluentes aos reservatórios e a outros pontos (exutórios e nós com demandas) da rede de drenagem foram geradas pelo modelo SMAP, para o período de 1962 a 2017, totalizando 56 anos de dados mensais. O modelo, na sua versão diária, foi devidamente calibrado e validado, conforme descrito no capítulo sobre disponibilidades e potencialidades hídricas.

Para serem utilizadas no AcquaNet, as séries de vazões associadas a cada manancial (reservatório, nó manancial ou exutório) devem ser as vazões naturais incrementais, aquelas

geradas pela precipitação na área não controlada por outro(s) manancial (is) da bacia hidrográfica. No AcquaNet, a vazão natural incremental corresponde à vazão gerada pela chuva, na área não controlada por mananciais do AcquaNet a montante.

4.3.2.7 Calibração do Acquanet

A calibração do Acquanet é feita, manualmente, e consiste na definição das condições iniciais dos reservatórios, dos volumes metas e suas prioridades e da capacidade máxima dos links. No caso do sistema em questão, os volumes iniciais dos reservatórios foram considerados como 50% da capacidade máxima. Com relação aos volumes metas, foi necessário considerá-los igual ao volume máximo dos reservatórios, na grande maioria dos casos.

Os resultados das simulações para o cenário atual (ano 2017), realizadas com o AcquaNet, são apresentados a seguir, para cada uma dos projetos definidos na **Tabela 4.10**. No próximo item são apresentados os resultados da simulação da rede de fluxo com o AcquaNet, representando a situação atual (ano 2017) para todas os açudes e nós de cada BH/SBH. Além dos resultados dos açudes simulados, também são apresentados os resultados por BH/SBH de uma maneira geral. Destaca-se que o Acquanet simula a rede de fluxo, otimizando, de forma não dinâmica, a repartição dos recursos hídricos. Foram colocadas, no Anexo 3, no final deste relatório, as tabelas com os sistemas adutores, com os municípios atendidos e as vazões requeridas para cada uma das BH/SBHs simuladas.

4.3.3 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Paraíba

Um único projeto do AcquaNet foi criado, para simular as quatro sub-bacias da bacia hidrográfica Rio do Paraíba (Taperoá, Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba), seus açudes, seus nós e demandas para os diversos usos. Na **Tabela 4.13**, estão discretizadas as informações sobre as demandas e os seus reservatórios. Novos sistemas adutores foram simulados no projeto Paraíba. As informações sobre essas adutoras encontram-se em tabela, no Anexo 3 deste relatório.

Tabela 4.13 - Distribuição das demandas por reservatório das SBHs do Taperoá, Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba

Manancial	Código Acquanet	Demanda total (L/s)
Açude Santo Antônio	PB-001	7
Cordeiro	PB-002	181
Poções	PB-003	65
Camalaú	PB-004	20
Sumé	PB-005	50
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	PB-006	79
Mucutu	PB-007	34
Soledade	PB-008	5
Epitácio Pessoa	PB-009	2.097
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	PB-010	828
José Rodrigues	PB-011	4
São Salvador	PB-012	623

Nas **Figuras 4.4 a 4.7**, são mostrados todos os reservatórios estratégicos das SBHs do Alto Paraíba, Médio Paraíba, Baixo Paraíba e Taperoá. Nessas figuras, são destacados, em vermelho, os açudes com mais de 10 hm³ que compõem a rede de fluxo, simulada no AcquaNet.

Figura 4.4 – Rede de fluxo da SBH do Alto Paraíba

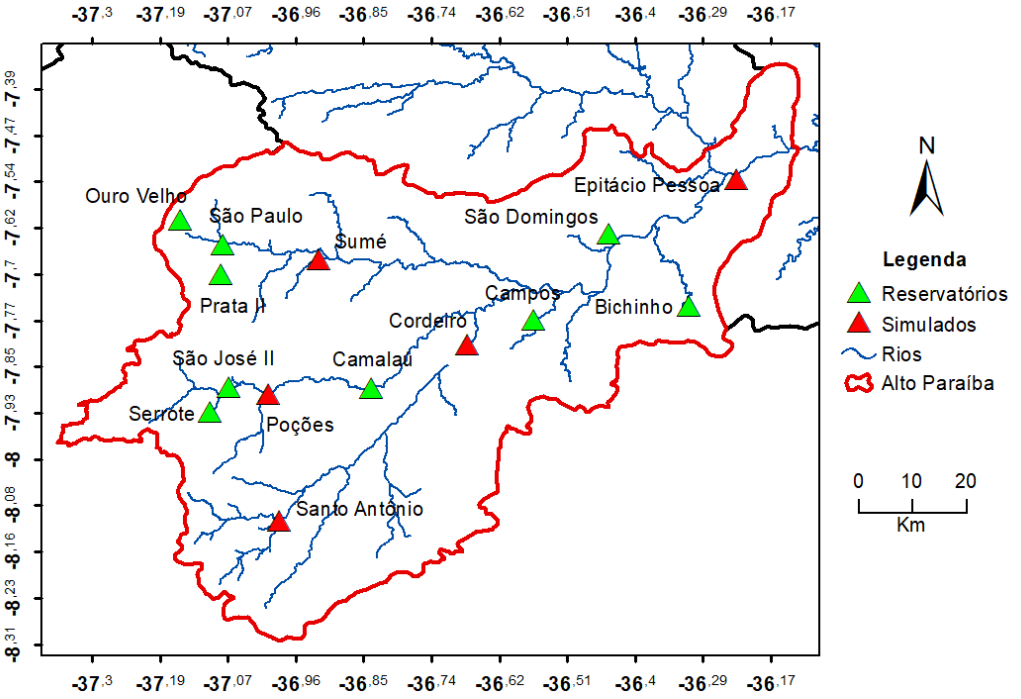


Figura 4.5 - Rede de fluxo da SBH do Médio Paraíba

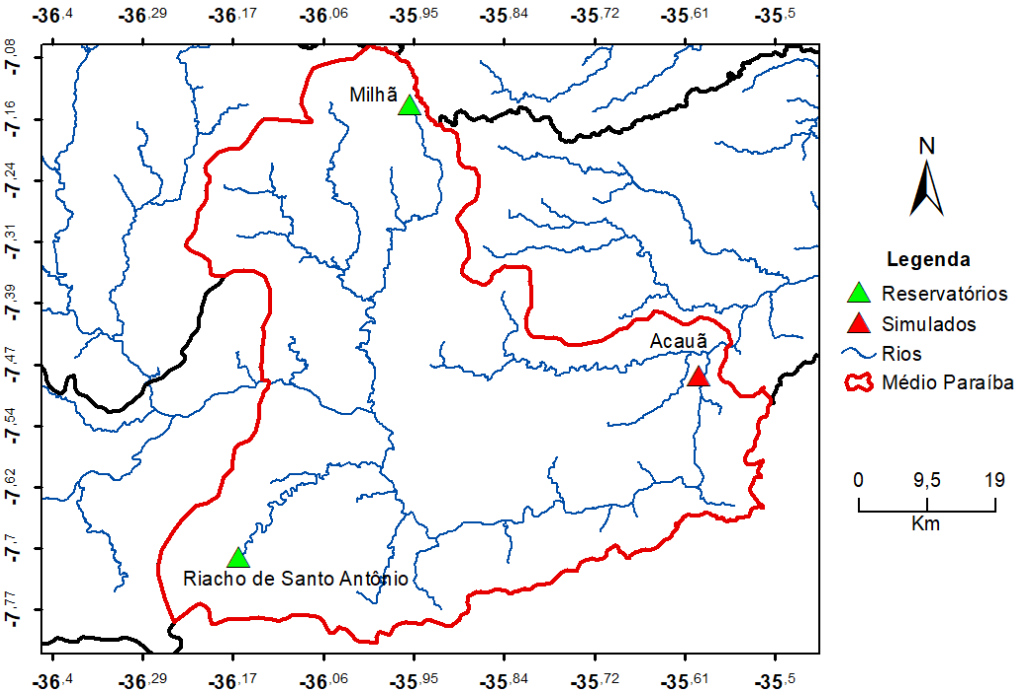


Figura 4.6 - Rede de fluxo da SBH do Baixo Paraíba

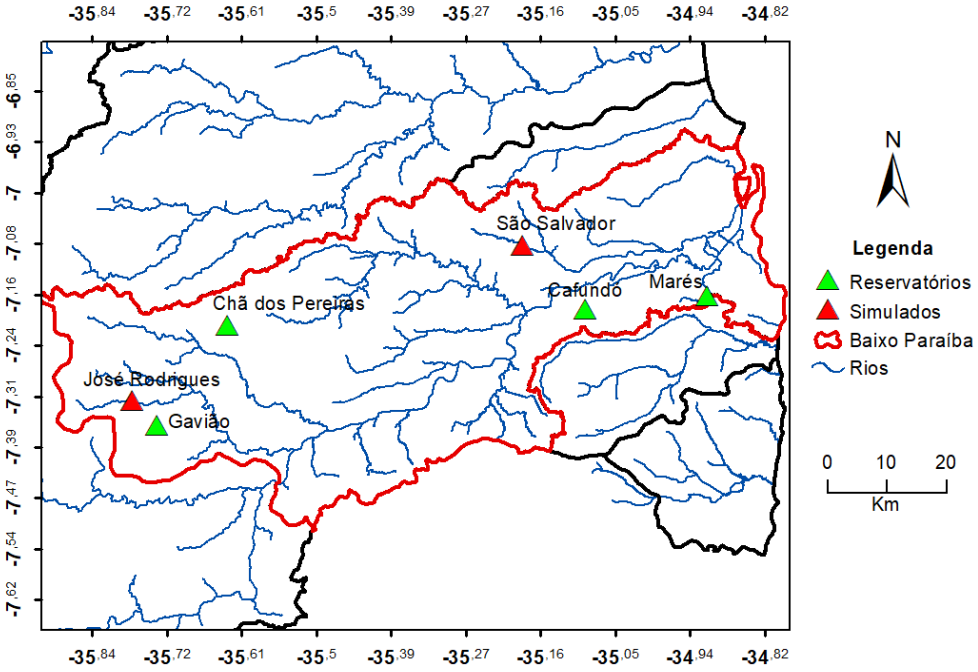
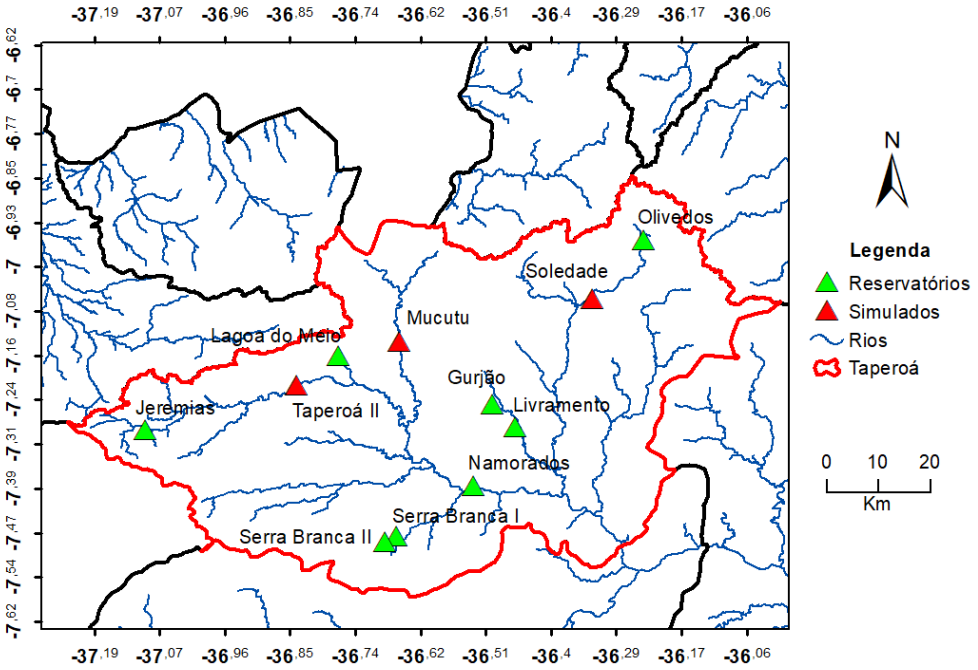


Figura 4.7 – Rede de fluxo da SBH do Taperoá



Na **Tabela 4.14**, são apresentados os resultados da simulação realizada com o AcquaNet, para os açudes da SBH Taperoá. Nos resultados simulados para o cenário atual (ano 2017), observa-se que apenas o açude Taperoá II não pôde atender, plenamente, à demanda requerida, obtendo-se uma confiabilidade de 68% e baixa resiliência (0,16). Em contrapartida, foi possível atenderem, plenamente, às demandas atribuídas aos outros dois mananciais dessa SBH (Mucutu e Soledade), por conta da operação otimizada simulada no Acquanet.

Tabela 4.14 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Taperoá

Manancial	Dem. total m^3/s	Dem. atendida m^3/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m^3/s)	Resiliência ($meses^{-1}$)	Maior duração da falha (meses)
Taperoá II (PB-006)	0,079	0,058	68,3	0,021	0,16	20
Mucutu (PB-007)	0,034	0,034	100	0,000	0,00	0
Soledade (PB-008)	0,005	0,005	100	0,000	0,00	0

Os resultados da simulação realizada com o AcquaNet, para os açudes da SBH Alto Paraíba, são mostrados na **Tabela 4.15**. Os resultados das simulações com o AcquaNet, para o cenário atual (ano 2017) dos reservatórios dessa sub-bacia, mostram que é possível atender, praticamente, toda à demanda requerida com a operação otimizada da rede. A única exceção foi o açude Epitácio Pessoa (PB-009), que apresentou uma confiabilidade de 91% e vulnerabilidade de 7 L/s, que pode ser considerada baixa. Para possibilitar esse grau de atendimento das demandas, adotou-se um volume meta para os reservatórios de 30% com baixa prioridade (20).

Tabela 4.15 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Alto Paraíba

Manancial	Dem. total m^3/s	Dem. atendida m^3/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m^3/s)	Resiliência (meses-1)	Maior duração da falha (meses)
Santo Antônio (PB-001)	0,007	0,007	100,0	0,000	0,00	0
Cordeiro (PB-002)	0,181	0,181	100,0	0,000	0,00	0
Poções (PB-003)	0,065	0,065	100,0	0,000	0,00	0
Camalaú (PB-004)	0,020	0,020	100,0	0,000	0,00	0
Sumé (PB-005)	0,050	0,050	100,0	0,000	0,00	0
Epitácio Pessoa (PB-009)	2,097	2,090	90,9	0,007	0,00	672*

* Apenas para a demanda industrial.

Os resultados da simulação atual (2017), para os reservatórios das SBH Médio Paraíba e Baixo Paraíba, são demonstrados nas **Tabela 4.16** e **Tabela 4.17**. O açude Acauã (PB-010), que possui a segunda maior capacidade de armazenamento, quando consideradas todas as SBHs da bacia do Rio Paraíba, atendeu plenamente à demanda requerida, a partir da operação otimizada simulada no Acquanet.

Considerando-se os reservatórios da SBH do Baixo Paraíba, observa-se que apenas o açude José Rodrigues conseguiu atender, plenamente, às demandas a ele atribuídas na simulação com o AcquaNet. Por outro lado, a operação otimizada do açude São Salvador possibilitou

atender, apenas, 182 L/s dos 623 L/s de demanda total. Esse açude apresenta elevada vulnerabilidade (440 L/s) e baixa resiliência.

Tabela 4.16 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Médio Paraíba

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabilidade (%)	Vulnerabilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
Acauã (PB-010)	0,828	0,828	100	0	0	0

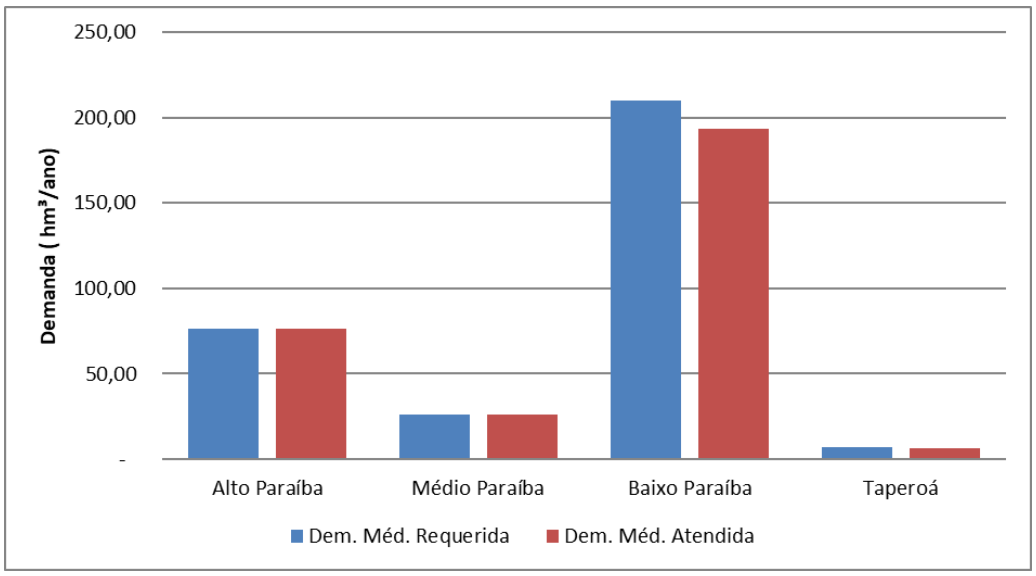
Tabela 4.17 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Baixo Paraíba

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabilidade (%)	Vulnerabilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
José Rodrigues (PB-011)	0,004	0,004	100,0	0,000	0,0 0	0
São Salvador (PB-012)	0,623	0,182	73,7	0,441	0,10	46*

* Para a demanda da adutora São Salvador

O gráfico da **Figura 4.8** mostra o confronto entre as demandas médias requeridas e as demandas médias atendidas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Nota-se que as SBHs do Taperoá e do Baixo Paraíba são as duas com problemas para atender às respectivas demandas. No caso da SBH do Taperoá, a relação entre demanda média atendida e requerida é de 0,90, indicando, assim, que cerca de 10% de suas demandas não são atendidas. Já para a SBH do Baixo Paraíba, essa relação é de 0,92, indicando que 8% de suas demandas não são atendidas adequadamente.

Figura 4.8 – Demandas médias requeridas e atendidas para as SBH's do Taperoá, Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba



Os dados da **Tabela 4.18** mostram as vazões médias transferidas para jusante, em m³/s. Observa-se que, no caso da SBH do Taperoá, que não atendeu adequadamente as suas demandas, uma parte de seus recursos hídricos é transferida para jusante, justamente, para atender as demandas atribuídas nos nós de jusante.

Tabela 4.18 – Vazões médias transferidas para jusante das SBHs do Taperoá, Alto Paraíba e Médio Paraíba

Sub-Bacia Hidrográfica	Vazão Média transf. para jusante (m³/s)
Taperoá	5,99
Alto Paraíba	10,51
Médio Paraíba	20,34

4.3.4 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Gramame

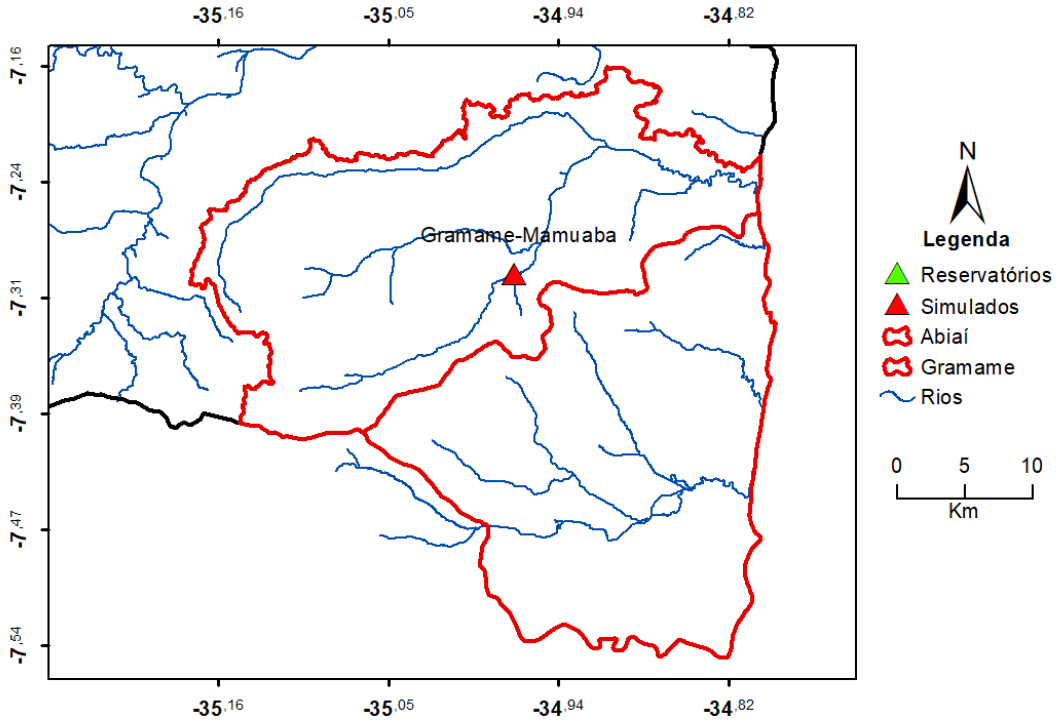
Um único projeto do AcquaNet foi criado, para simular as BHs do Gramame e Abiaí. Em tabela anexa a este capitulo, estão as informações a respeito das adutoras simuladas, no projeto da bacia hidrográfica dessas duas BHs. Apesar das pequenas dimensões em comparação com outras bacias do Estado, a simulação dessas BHs é complexa, tendo em vista as transferências entre bacias visando ao abastecimento da Grande João Pessoa (GJP), que inclui Cabedelo, Bayeux e Santa Rita.

Resumidamente, o sistema funciona da seguinte maneira:as demandas internas são atendidas pelos recursos hídricos produzidos nas próprias bacias, mas ambas as BHs exportam água para garantir o abastecimento da GJP. Há uma exportação de 600 L/s do Rio Abiaí para uma barragem de nível na bacia do Gramame. Essa mesma barragem recebe ~2.100 L/s, captados do açude Gramame-Mamuaba, e exporta 2.712 L/s para abastecer João Pessoa e Cabedelo. O restante da demanda de João Pessoa é atendida por poços localizados na área urbana da cidade. Há também uma exportação de 425 L/s do Rio Mumbaba para o açude Marés, visando a atender à demanda de Santa Rita e Bayeux. Mais informações sobre as adutoras simuladas neste projeto encontram-se em tabela anexa a este capítulo.

As demandas para irrigação nessas BHs são da ordem de 9 m³/s, resultando no consumo majoritário dos recursos hídricos. Entretanto, 70% da pluviometria anual ocorre durante 6 meses do ano, dispensando irrigação durante esse período. Dessa forma, as demandas para irrigação foram reduzidas em 50% para a modelagem com o Acquanet.

A **Figura 4.9** mostra as BHs do Gramame e Abiaí-Papocas. Nessa figura, observa-se que o açude Gramame-Mamuaba é o único reservatório estratégico, presente nessas duas BHs, simulado no AcquaNet, por possuir capacidade de armazenamento superior a 10 hm³.

Figura 4.9 - Rede de fluxo das BH's do Gramame e Abiaí



A demanda interna da BH do Abiaí é de 1,8 m³/s, a qual se somam 600 L/s transferidos para a BH do Gramame, resultando em uma demanda total de 2,4 m³/s, dos quais 72,5% são para a irrigação difusa. Pode-se considerar que essa demanda foi plenamente atendida na simulação com o Acquanet, uma vez que o percentual de atendimento foi de 98,9% (**Figura 4.10** e **Tabela 4.19**).

A demanda interna da BH do Gramame é de 3,17 m³/s. Considerando as demandas do baixo Paraíba atendidas por essa BH, a demanda total (interna + exportação) quantifica 6,29 m³/s. No entanto, há a importação de 600 L/s da BH do Abiaí, o que resulta em uma demanda total líquida de 5,69 m³/s. As maiores demandas (internas + exportação) da BH do Gramame são urbanas (~40%) e irrigação difusa (44%). Uma parte (36%) da demanda total líquida foi atribuída ao açude Gramame-Mamuaba (GR-001), cujos resultados da simulação realizada com o Acquanet são apresentados na **Figura 4.10 e Tabela 4.19**. As demandas atribuídas a esse açude foram, quase plenamente, atendidas com a operação otimizada do reservatório, obtendo-se uma confiabilidade de 98%. Apesar disso, esse açude apresentou baixa resiliência, ou seja, grande dificuldade para se recuperar de um período com falha. Apenas em 32% do período simulado, o açude permaneceu cheio, embora não tenha chegado a secar.

Comparando os resultados obtidos com o PERH-PB (2006), no qual foi reportada uma vazão regularizável de 2,11 m³/s, com 100 % para o açude Gramame-Mamuaba, observou-se uma redução da oferta de água desse reservatório, uma vez que a demanda atendida foi de 1.971 L/s (**Figura 4.10** – Perfil das demandas na BH do Gramame **Tabela 4.19**) e a vazão regularizável com 100% de garantia foi de 1,1 m³/s (2,847 Mm³, **Figura 4.11**).

Figura 4.10 - Perfil das demandas na BH do Gramame

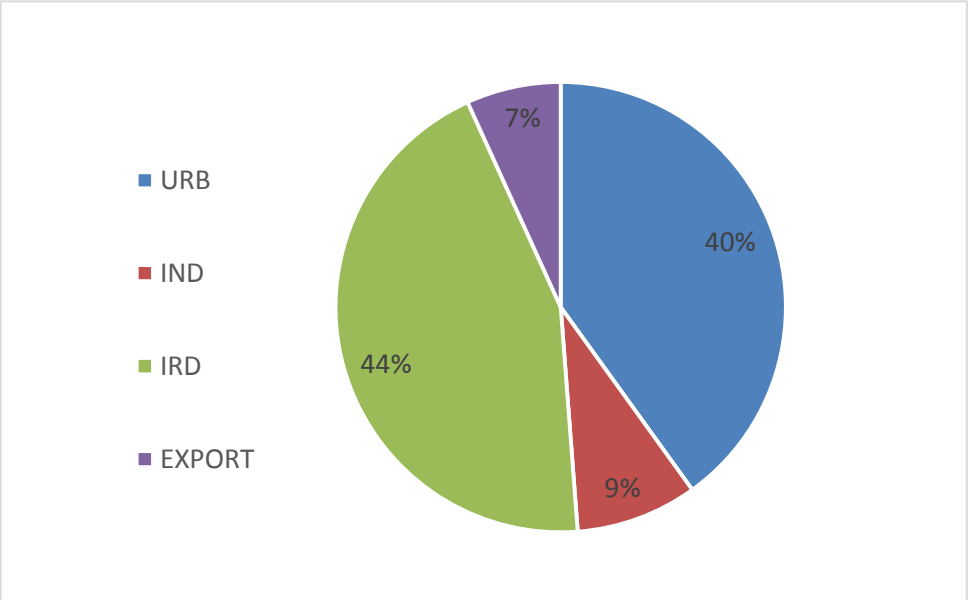


Tabela 4.19 – Resultados das simulações do açude Gramame-Mamuaba com o AcquaNet, BH's do Gramame e Abiaí

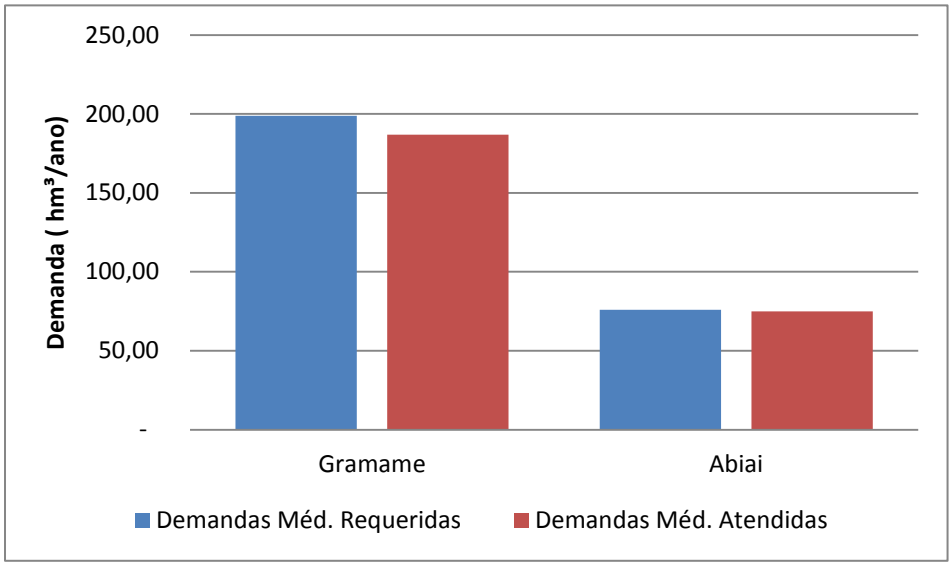
Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
Gramame-Mamuaba (GR-001)	2,044	1,971	98,4	0,073	0,09	19

As demandas atribuídas aos nós de passagem Ex_01 (exutório do Gramame) e No_2 foram plenamente atendidas, enquanto o percentual de atendimento do nó No_4 foi de 73% (**Tabela 4.20**). O No_2 corresponde à barragem de nível do Rio Gramame, que recebe os 600 L/s da BHH do Abiaí e a vazão captada do açude Gramame-Mamuba. As demandas urbana e industrial do Baixo Paraíba estão atribuídas a esse nó. O nó No_4 corresponde a uma outra barragem de nível, mas no Rio Mumbaba, de onde é exportada a demanda para o açude Marés, também no Baixo Paraíba. De acordo com a **Figura 4.12**, a vazão natural no nó No_4 é superior a 205 L/s em 98% do tempo, ou seja, um valor intermediário entre os valores de referência de disponibilidade hídrica, apresentados no PERH-PB (2006), para os pontos de captação identificados no referido plano.

Tabela 4.20 - Demandas da BHs Gramame e Abiaí

Manancial	Dem. requerida m³/s	Dem. atendida m³/s	Atendimento (%)
Ex_01	0,103	0,103	100%
No_4	1,019	0,739	73%
No_2	2,712	2,695	99%
Ex_02	2,410	2,376	99%

Figura 4.11 – Demandas requeridas e atendidas para as BHs do Gramame e Abiaí



No geral, as demandas totais da BH do Gramame não puderam ser atendidas com a operação otimizada da rede, enquanto praticamente toda a demanda da BH do Abiaí foi atendida **(Figura 4.13**).

Figura 4.12 – Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Gramame-Mamuaba

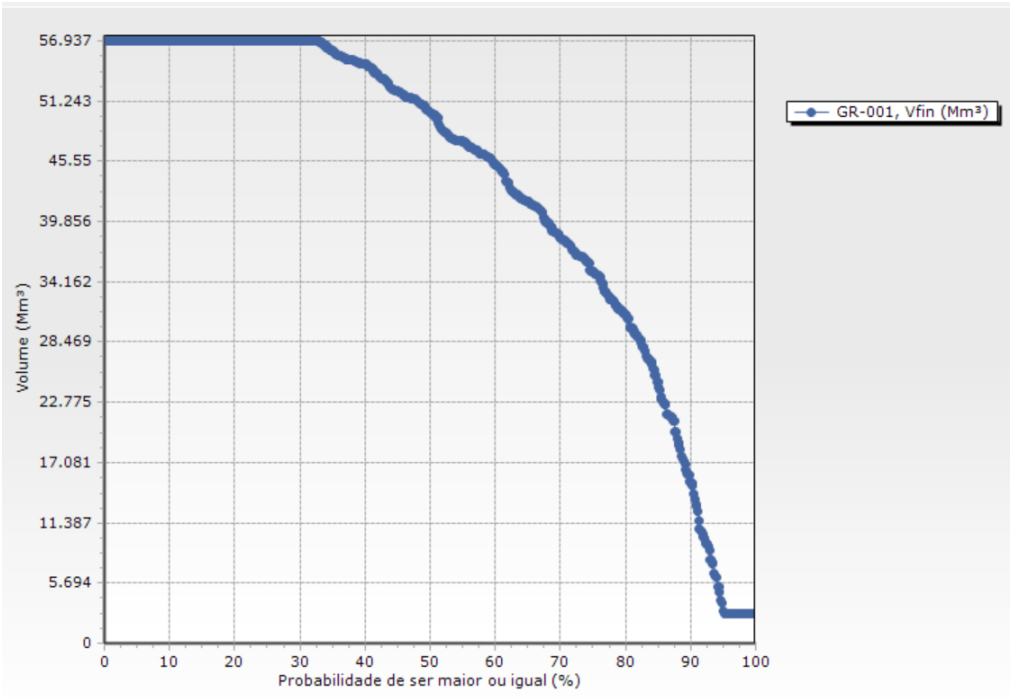
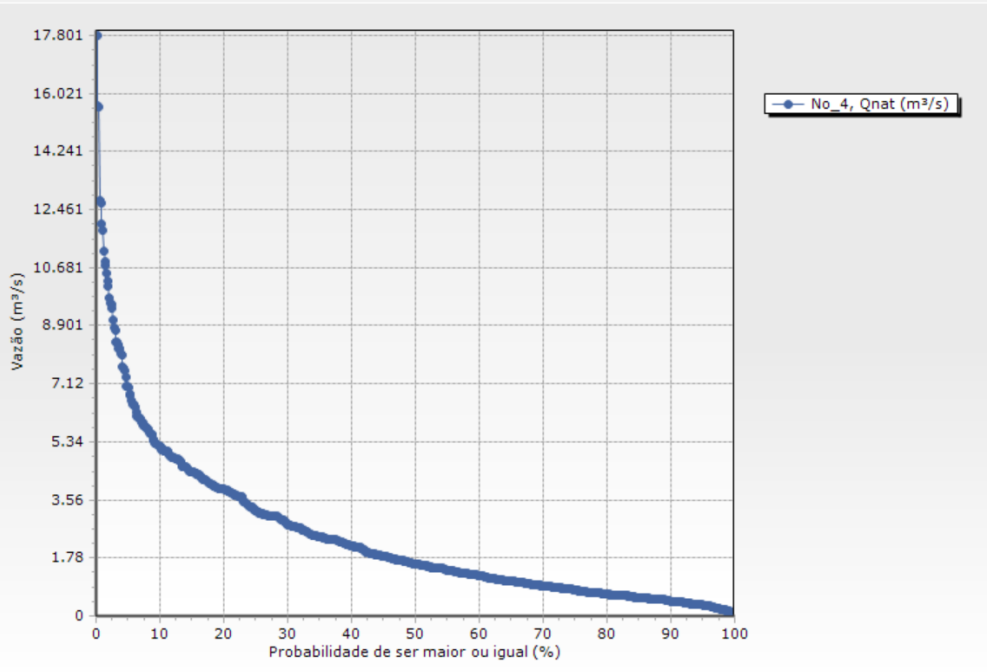


Figura 4.13 – Curva de permanência das vazões no nó No_04



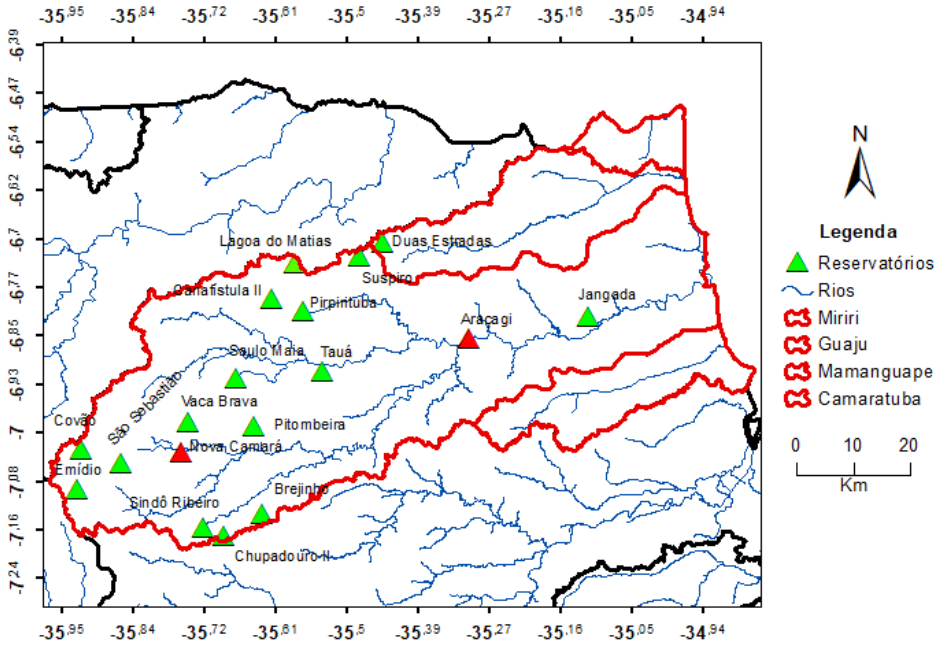
4.3.5 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Mamanguape

Um único projeto do AcquaNet foi criado para simular as BHs do Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Guaju, seus açudes, seus nós e demandas para os diversos usos. Na **Tabela 3.44** desse relatório, estão discretizadas as informações sobre as demandas e os seus reservatórios. Novos sistemas adutores foram simulados no projeto AcquaNet. As informações sobre essas adutoras encontram-se em tabela, no Anexo 3 deste relatório.

No caso da BH do Mamanguape, ressalta-se que os mananciais Açude Canafístula II, Lago do Matias e Vaca Brava não possuem capacidade suficiente para serem simulados. Desse modo, as demandas referentes às adutoras AD-CNF-CR, AD-DES, AD-LGM e AD-VCB foram atribuídas ao açude Araçagi, no projeto do Acquanet. As informações sobre essas adutoras encontram-se em tabela, no Anexo 3 deste relatório.

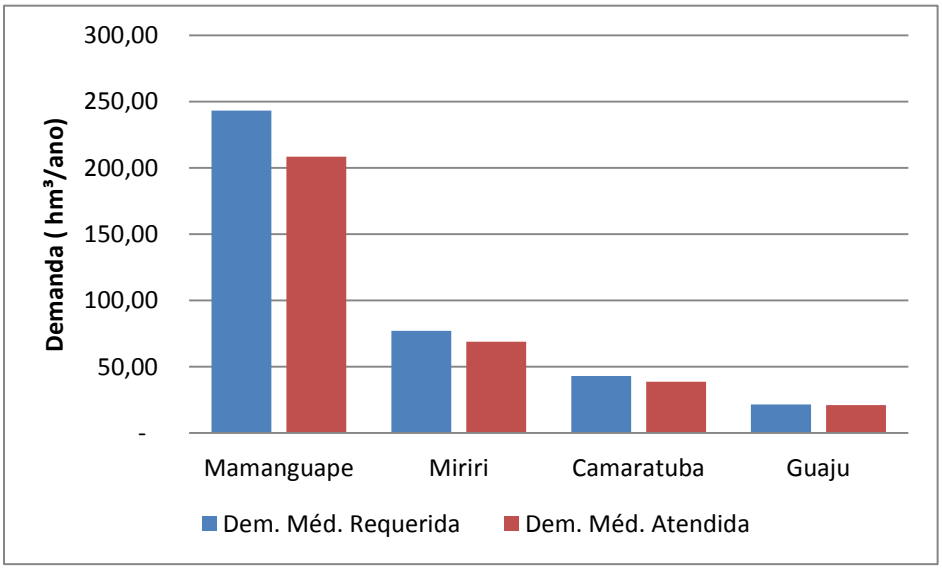
Na **Figura 4.14**, são mostrados todos os reservatórios estratégicos da BH Mamanguape, os quais compõem a rede de fluxo simulada no AcquaNet, quais sejam: Araçagi e Nova Camará. Além dos simulados no AqcuaNet, observa-se também os outros 15 reservatórios estratégicos presentes nas BHs Mamanguape e Camaratuba, com capacidade inferior a 10 hm³.

Figura 4.14 – Rede de Fluxo das BH's do Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Guaju



A **Tabela 4.22** mostra a demanda total da BH do Guaju, de 684 L/s, dos quais 99,4% são para IRD. As demais demandas são plenamente atendidas, ou seja, 670 L/s, correspondendo a 97,9% do total. Na BH do Camaratuba, a demanda total é de 1368 L/s, dos quais 96,3% são para IRD. Foram plenamente atendidas apenas as demandas dos tipos RUR, PES e DES, todas atribuídas ao exutório dessa bacia. A demanda para a irrigação atribuída ao nó No_01 foi atendida em ~50%. No geral, o percentual de atendimento, na BH do Rio Camaratuba, foi de 90%. A demanda total da BH do Miriri é de 2.441 L/s, dos quais 97,6% são IRD, o único tipo de demanda não atendida plenamente. O percentual de atendimento geral, nessa BH, foi de 89,5%. Esses resultados estão resumidos na **Figura 4.15**.

Figura 4.15 – Demandas requeridas e atendidas para as BHs do Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Guaju



Na **Tabela 4.21**, são apresentados os resultados da simulação realizada pelo Acquanet, para o cenário atual (ano 2017) dos dois açudes estratégicos da BH Mamanguape. Ambos os reservatórios simulados, na BH Mamanguape, apresentaram valores de demandas atendidas inferiores às demandas totais. No entanto, os dois reservatórios apresentaram alta confiabilidade (acima de 90%) e resiliência inferior a 0,40.

Tabela 4.21 – Resultados da simulação dos reservatórios do cenário atual (ano 2017) da BH do Mamanguape

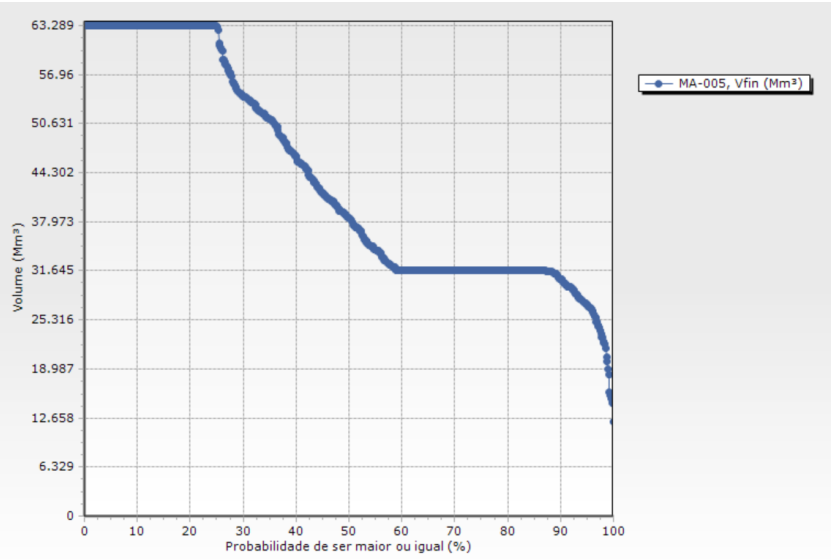
Manancial	Dem. total m^3/s	Dem. atendida m^3/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m^3/s)	Resiliência ($meses^{-1}$)	Maior duração da falha (meses)
Nova Camará (MA-004)	0,302	0,271	96,0	0,031	0,38	12
Araçagi (MA-005)	3,334	3,282	97,7	0,052	0,33	14

Tabela 4.22 – Resultados da simulação dos nós e exutórios do cenário atual (ano 2017) da BH do Mamanguape, Miriri, Camaratuba e Guaju

Código Acquanet	BH	Dem. requerida m^3/s	Dem. atendida m^3/s	Atendimento (%)
Ex_01	Mamanguape	4,075	3,057	75
Ex_03	Miriri	2,441	2,184	90
Ex_02	Camaratuba	1,102	1,086	99
No_01	Camaratuba	0,265	0,143	54
Ex_04	Guaju	0,684	0,670	98

O PERH-PB (2006) reportou uma disponibilidade do açude Araçagi de 2.225,75 L/s, com 100% de garantia sem qualquer otimização. A simulação do Acquanet mostrou que esse açude teria capacidade de fornecer uma vazão superior aos 2.200 L/s, com a mesma garantia de 100%, uma vez que foi possível, com a operação otimizada, atender a aproximadamente 3.200 L/s. Essa "folga" pode ser observada, na curva de garantia do açude Araçagi (**Figura 4.16**).

Figura 4.16 – Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Araçagi



4.3.6 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Jacu

Nesta seção, são apresentados os resultados da simulação da rede de fluxo, com o AcquaNet representando a situação atual (ano 2017) da bacia hidrográfica do Rio Jacu. O único reservatório estratégico, presente nessa BH e simulado no AcquaNet, por possuir capacidade superior a 10 hm³, foi o Boqueirão do Cais (**Figura 4.17**).

A maior demanda, na BH do Jacu, é para o atendimento urbano (URB), que corresponde a ~50 % da demanda total (120 L/s, **Figura 4.18**). A segunda maior demanda (32%) é para irrigação difusa. Dentre os quatro tipos de demandas encontrados nessa BH, apenas duas puderam ser plenamente atendidas, com a otimização da operação realizada pelo Acquanet: URB, RUR e DES. O percentual de atendimento geral dessa BH foi de 74% (~90 L/s). No caso da demanda para a irrigação difusa (IRD) atribuída ao nó No_01, apenas 18% de IRD foram atendidos. Um percentual similar (~19%) foi atendido pelo açude Boqueirão do Cais, no tocante à IRD a ele atribuída. No geral, o referido açude conseguiu fornecer 69 L/s dos 84 L/s de demanda total, resultando em uma confiabilidade de ~80% e vulnerabilidade de 15 L/s (Tabela 4.23).

Houve uma redução significativa da disponibilidade do açude Boqueirão do Cais, em relação ao PERH/2006, no qual consta um valor de 120 L/s, com 100% de garantia.

Figura 4.17 – Rede de Fluxo da BH Jacu

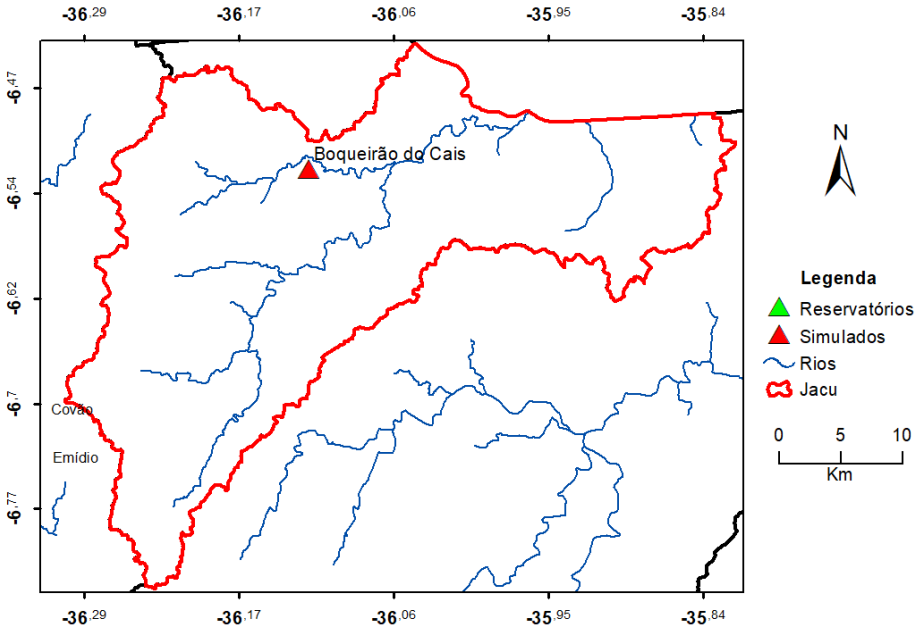


Figura 4.18 – Perfil das demandas na BH do Jacu

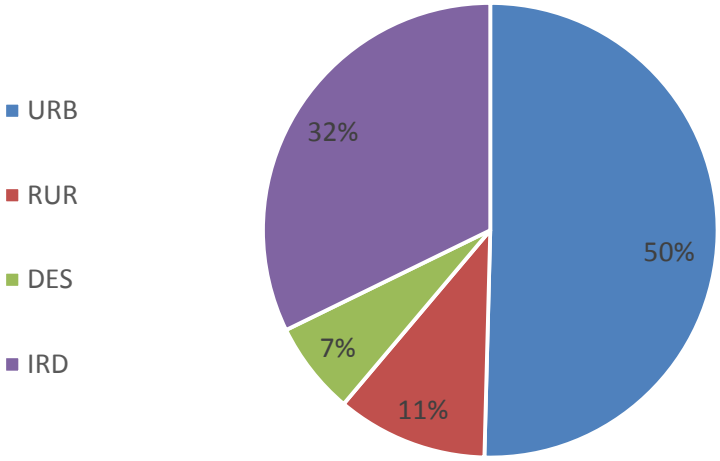
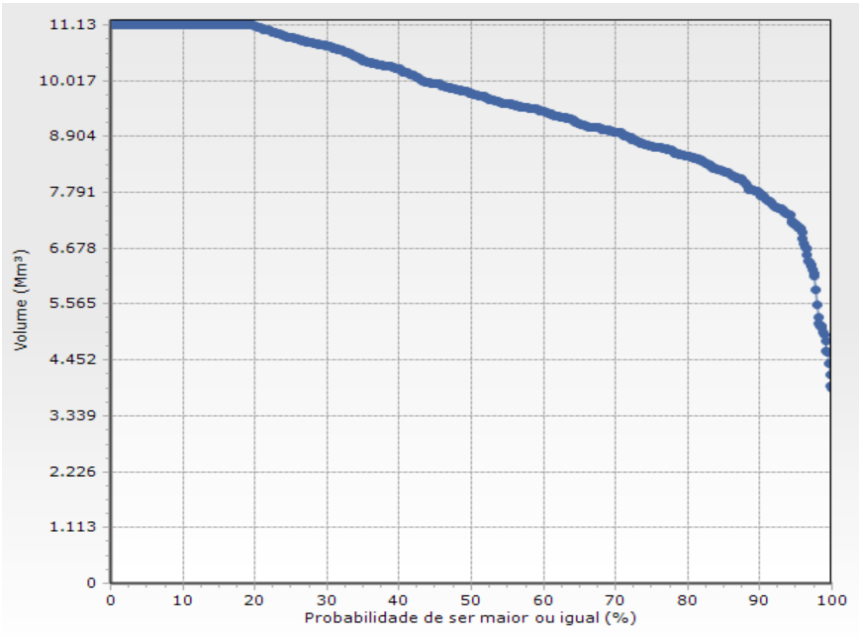


Tabela 4.23 – Resultados das simulações do reservatório com o AcquaNet da BH do Jacu

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
Boqueirão do Cais (JA-001)	0,084	0,069	79,7	0,015	0,08	76

Figura 4.19 – Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Boqueirão do Cais



4.3.7 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Curimataú

Nesta seção, são apresentados os resultados da simulação da rede de fluxo, com o AcquaNet representando a situação atual (ano 2017) da bacia hidrográfica do Rio Curimataú. A **Figura 4.20** mostra os quatro reservatórios estratégicos, presentes na BH Curimataú, com destaque para o reservatório Jandai,a com capacidade para 10 hm³ de água, o único simulado no AcquaNet.

A maior demanda na BH do Curimataú é de irrigação difusa (IRD), que corresponde a 74 % da demanda total (1.463 L/s, Figura 4.21). Apesar da demanda urbana (URB) não ser tão significativa (<15 % do total), a maior parte dela (174 L/s) é importada da BH do Mamanguape. Ainda assim, a oferta de água produzida nessa BH não é suficiente, para atender completamente à demanda urbana atribuída ao nó No_6, o qual corresponde ao exutório de toda a parte sudoeste dessa BH, onde se localizam os demais açudes estratégicos. Pelo fato desse nó estar a montante do açude simulado, a operação otimizida, simulada pelo Acquanet, não pôde beneficiar a alocação de recursos hídricos nessa parte mais alta da bacia.

Em contrapartida, a partir da operação do açude Jandaia, as demandas de maior prioridade atribuídas, tanto ao próprio açude quanto aos demais nós, foram plenamente atendidas. Apenas as demandas para IRD não puderam ser atendidas, completamente, as quais apresentaram percentuais de atendimento próximo de 50%. No geral, o açude Jandaia conseguiu fornecer 45 L/s dos 96 L/s de demanda total, resultando em uma confiabilidade de ~90% e vulnerabilidade de 15 L/s (**Tabela 4.24**). As vazões afluentes aos nós simulados conseguiram atender a mais de 50% das demandas (**Tabela 4.25**).

Figura 4.20 – Rede de Fluxo da BH Curimataú

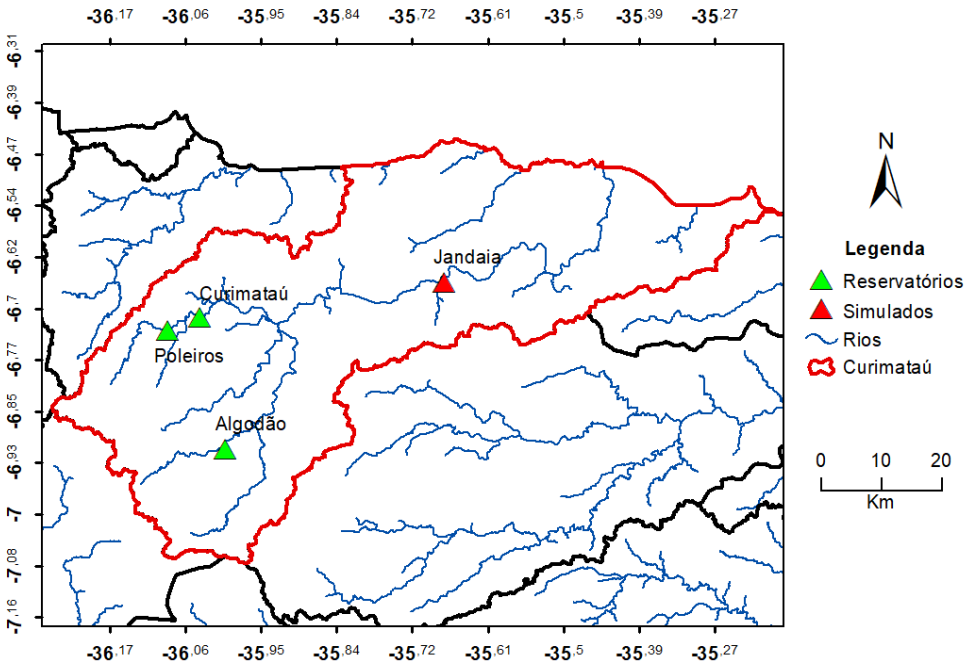


Figura 4.21 – Perfil das demandas na BH do Curimataú

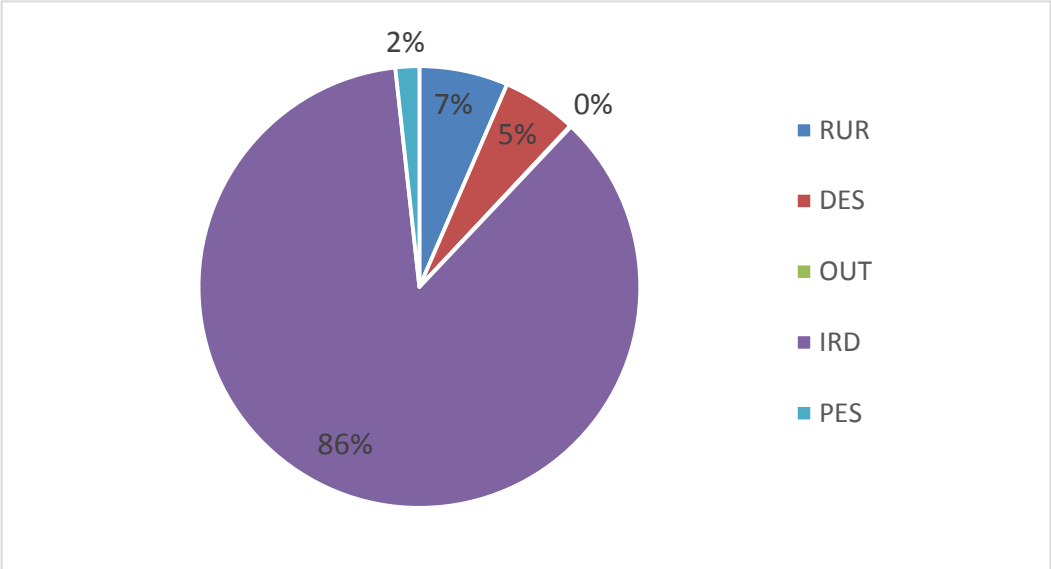


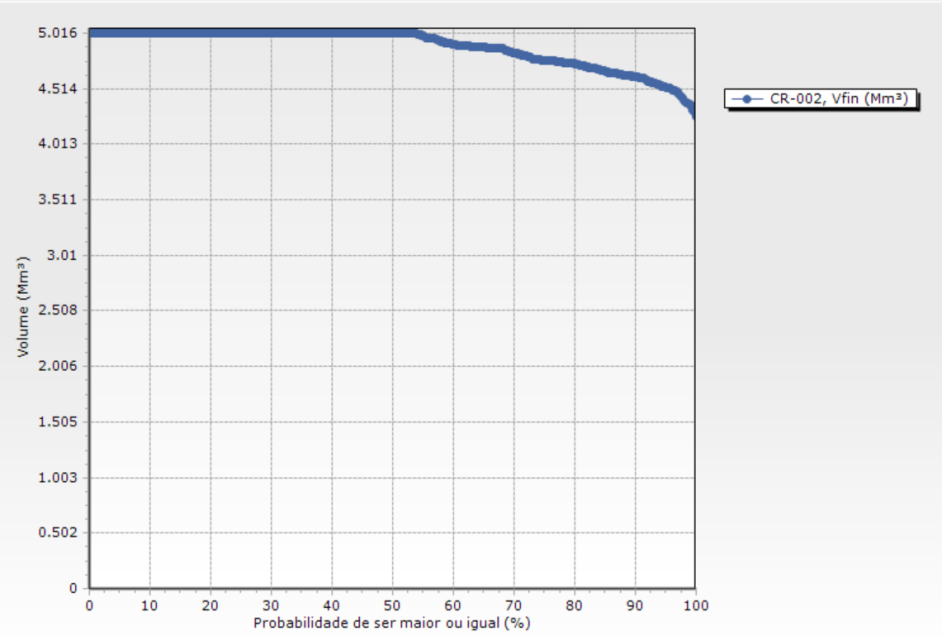
Tabela 4.24 – Resultados das simulações do reservatório com o AcquaNet da BH do Curimataú

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
Jandaia (CR-002)	0,096	0,045	89,9	0,051	0,20	12

Tabela 4.25 – Resultados das simulações dos nós de passagem do projeto AcquaNet da BH do Curimataú

Manancial	Dem. requerida m³/s	Dem. atendida m³/s	Atendimento (%)
No_2	0,193	0,115	60%
No_6	0,106	0,062	58%
Ex_01	0,894	0,485	54%

Figura 4.22 – Curva de permanência dos volumes simulados do reservatório Jandaia



4.3.8 Resultados da simulação com o AcquaNet – Cenário Atual – Projeto Piranhas

Um único projeto do AcquaNet foi criado para simular as sete SBHs da bacia hidrográfica do Rio Piranhas (Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Piancó, Espinharas, Seridó Ocidental e Seridó Oriental) e seus açudes. Na **Tabela 4.26**, constam as demandas totais de cada reservatório simulado, assim como as demandas em nós de passagem e em exutórios do projeto AcquaNet. Informações sobre os sistemas adutores simulados, nesse projeto, encontram-se em Tabela, no Anexo 3 deste relatório.

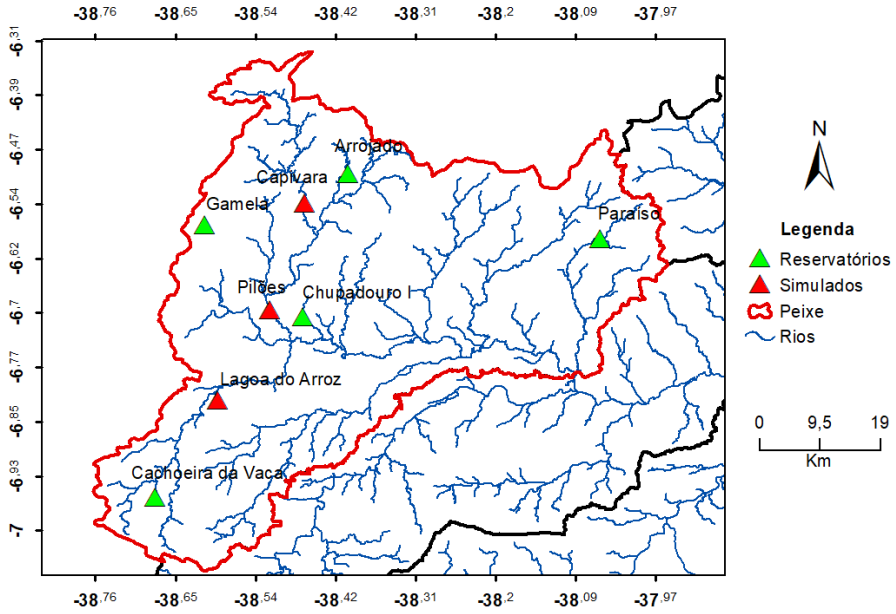
As demandas totais apresentadas na **Tabela 4.26** são equivalentes a 4.082,4 L/s. Nota-se aqui uma redução abrupta da demanda total da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, na porção paraibana, em relação ao Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio Piranhas-Açu, de 2013. Naquele Plano, fez-se uma projeção de demanda para 2017 de 24 m³/s, porém, devido à seca ocorrida no perído de 2012 a 2017, essa demanda foi abruptamente reduzida, devido à escassez hídrica. Essa informação é importante, pois o cenário atual não corresponde à situação de normalidade, em que há recursos hídricos para as diversas finalidades, algumas vezes com restrições, mas não na ordem de grandeza encontrada em 2017.

Tabela 4.26 – Distribuição das demandas totais por reservatório, nós de passagem e exutórios das SBHs do Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Piancó, Espinharas, Seridó Ocidental e Seridó Oriental

Manancial	Código AcquaNet	Demanda total (L/s)
Engenheiro Ávidos	PB-002	260,0
São Gonçalo	PB-008	313,0
Bartolomeu I	PB-020	56,6
Carneiro	PB-012	61,7
Engenheiro Arcoverde	PB-013	1,0
Riacho dos Cavalos	PB-019	19,4
Baião	PB-009	5,0
Tapera	PB-014	8,4
Escondido	PB-022	54,0
Santa Rosa	PB-034	14,0
Várzea Grande	PB-018	106,6
São Mamede	PB-023	5,0
Santa Luzia	PB-028	9,6
Curema Mãe d'Água	PB-001	258,4
Saco	PB-003	106,0
Cachoeira dos Cegos	PB-005	37,6
Jenipapeiro (Buiu)	PB-006	91,1
Bruscas	PB-010	34,4
Condado	PB-011	43,0
Santa Inês	PB-015	10,9
Piranhas	PB-017	62,9
Queimadas	PB-024	96,7
Timbaúba	PB-025	52,0
Bom Jesus II	PB-026	28,3
Serra Vermelha I	PB-029	81,0
Cachoeira dos Alves	PB-030	151,0
Catolé I	PB-031	30,0
Poço Redondo	PB-033	21,4
Vazante	PB-035	37,0
Capoeira	PB-007	58,6
Farinha	PB-016	18,4
Jatobá I	PB-021	59,0
Lagoa do Arroz	PB-004	121,4
Pilões	PB-027	250,0
Capivara	PB-036	144,0
Exutório da SBH do Peixe	Ex_09	52,0
Exutório da SBH do Alto Piranhas	Ex_01	127,0
Exutório da SBH do Piancó	Ex_10	110,0
Nó a jusante do Aç. Bruscas	No_23	27,0
Nó a jusante do Aç. Saco	No_34	109,0
Nó a jusante do Aç. Coremas Mãe d'Água para abastecimento da adutora Coremas Sabugi	No_56	440,0
Exutório da SBH do Seridó Ocidental	Ex_20	31,0
Exutório da SBH do Seridó Oriental	Ex_21	18,0
Exutório da SBH do Espinharas	Ex_03	97,0
Exutório da SBH do Médio Piranhas	Ex_05	9,0
Nó a jusante dos exutório das SBH's do Alto Piranhas e Piancó	No_40	29,0
Nó a jusante do nó 40 (No_40), ponto intermediário da SBH do Médio Piranhas	No_55	326,0

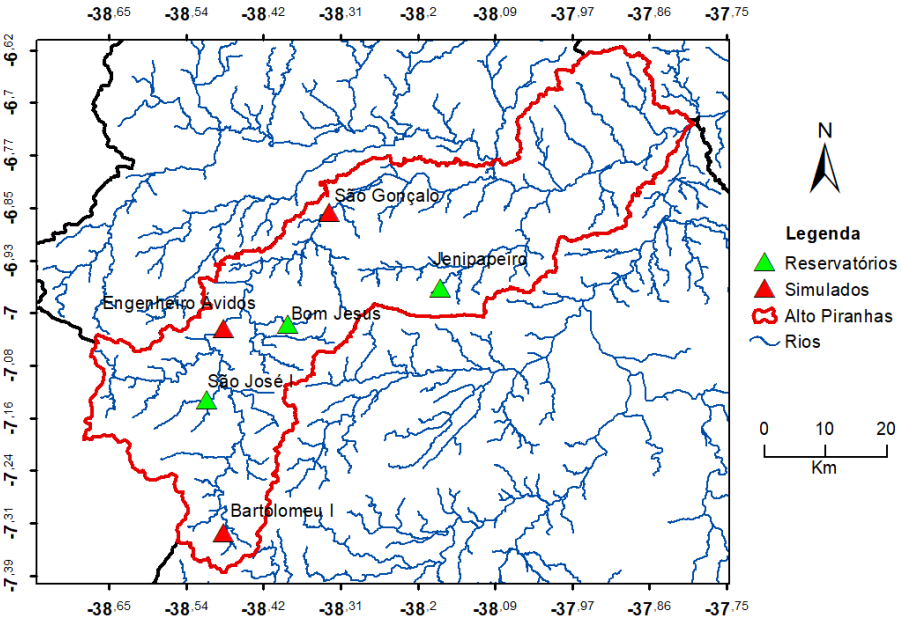
A **Figura 4.23** mostra a rede de fluxo da SBH Peixe, na qual três reservatórios estratégicos foram simulados no AcquaNet: Capivara, Pilões e Lagoa do Arroz. Pode-se ainda observar, na mesma figura, que outros cinco reservatórios estratégicos da SBH não puderam ser simulados no AcquaNet, devido à capacidade de armazenamento inferior àquela requerida pelo modelo.

Figura 4.23 – Rede de Fluxo da SBH do Peixe



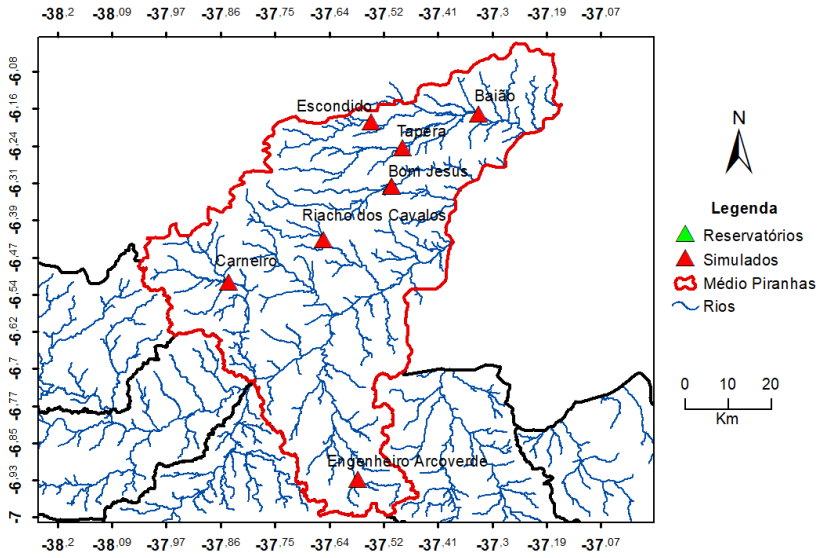
A **Figura 4.24** mostra os seis reservatórios estratégicos da SBH Alto Piranhas, sendo que três deles compuseram a rede de fluxo simulada no AcquaNet. Os referidos açudes na SBH Alto Piranhas, simulados no AcquaNet foram o São Gonçalo, o Engenheiro Avidos e Bartolomeu I.

Figura 4.24 – Rede de Fluxo da SBH do Alto Piranhas



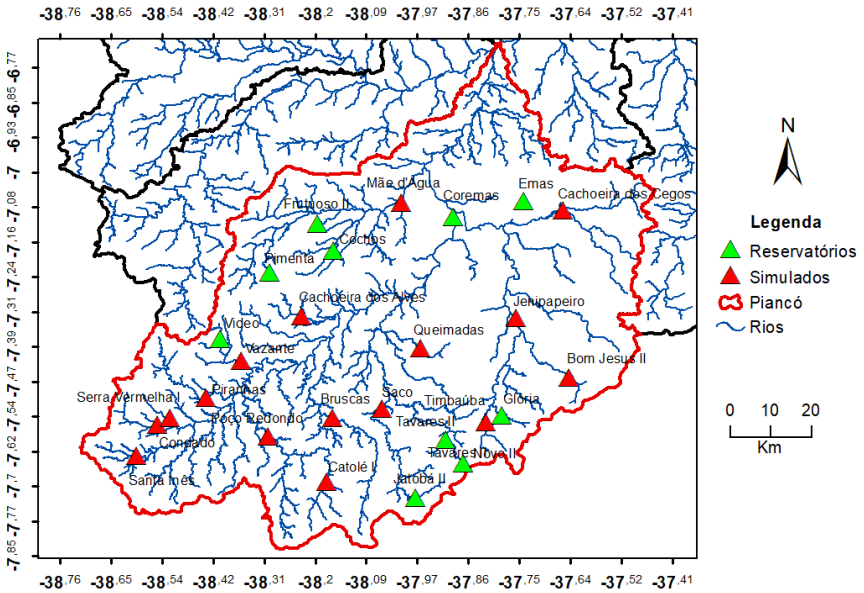
Os setes reservatórios estratégicos da SBH Médio Piranhas são apresentados na **Figura 4.25**, em que todos eles compuseram a rede de fluxo simulada no AcquaNet. Os referidos açudes estratégicos da SBH Médio Piranhas simulados no AcquaNet foramo Engenheiro Arcoverde, o Carneiro, o Riacho dos Cavalos, o Bom Jesus, o Tapera, o Escondido e o Baião.

Figura 4.25 – Rede de Fluxo da SBH do Médio Piranhas



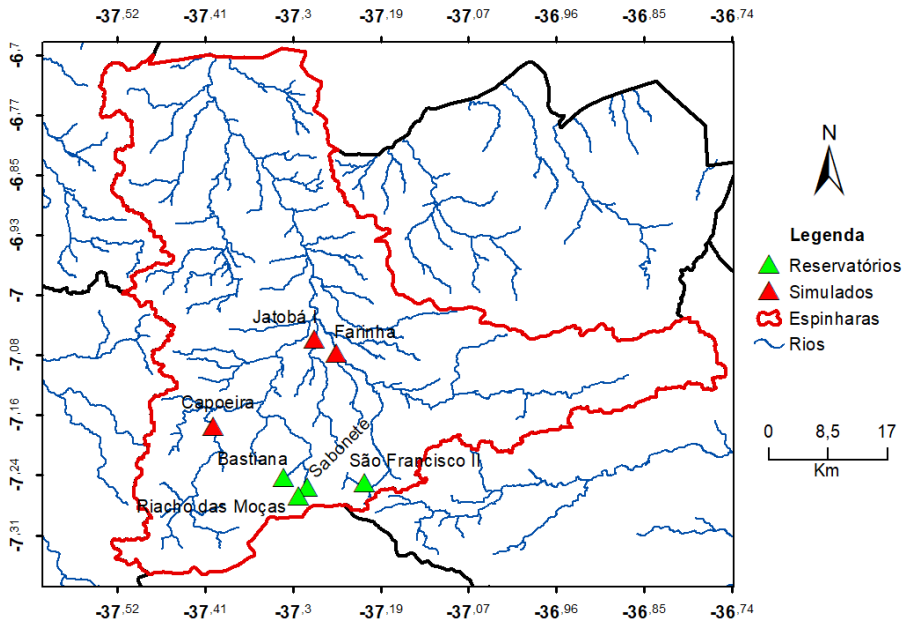
A SBH do Piancó é a que possui o maior número de reservatórios estratégicos, 26 no total (**Figura 4.26**). Dentre esses reservatórios estratégicos, 16 foram simulados no AcquaNet, por possuírem capacidade superior a 10 hm³. Os referidos açudes estratégicos da SBH Piancó, simulados no AcquaNet, foram Mãe d'Água, Cachoeira dos Cegos, Cachoeira dos Alves, Vazante, Piranhas, Serra Vermelha I, Condado, Santa Inês, Poço Redondo, Bruscas, Catolé I, Saco, Timbaúba, Bom Jesus II, Queimadas e Jenipapeiro.

Figura 4.26 – Rede de Fluxo da SBH do Piancó



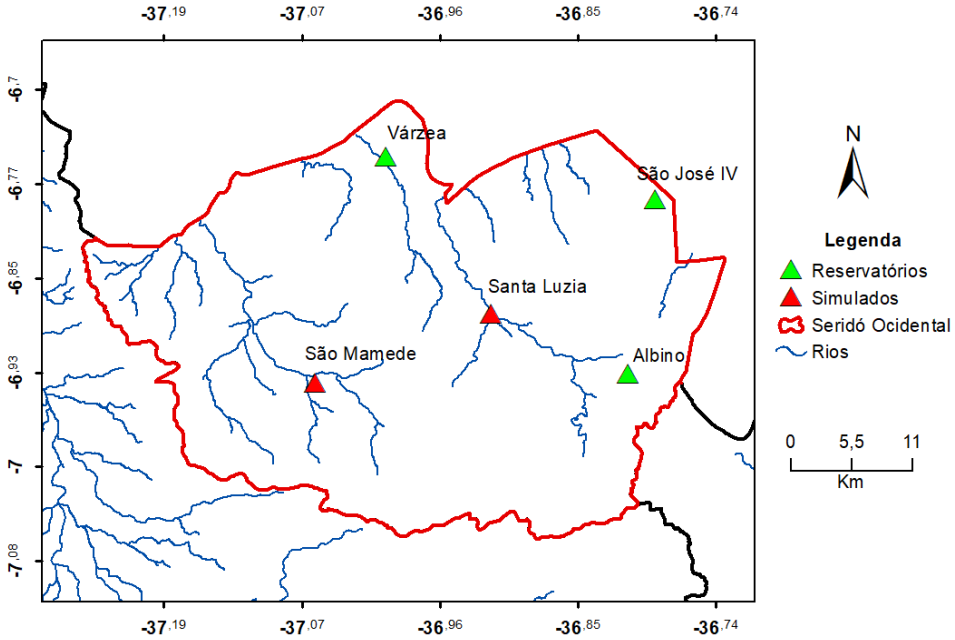
A **Figura 4.27** mostra a rede de fluxo da SBH Espinharas, com sete reservatórios estratégicos. Dos sete reservatórios estratégicos, presentes na SBH Espinharas, três compuseram a rede de fluxo simulada no AcquaNet, quais sejam, Jatobá I, Farinha e Capoeira.

Figura 4.27 – Rede de Fluxo da SBH do Espinharas



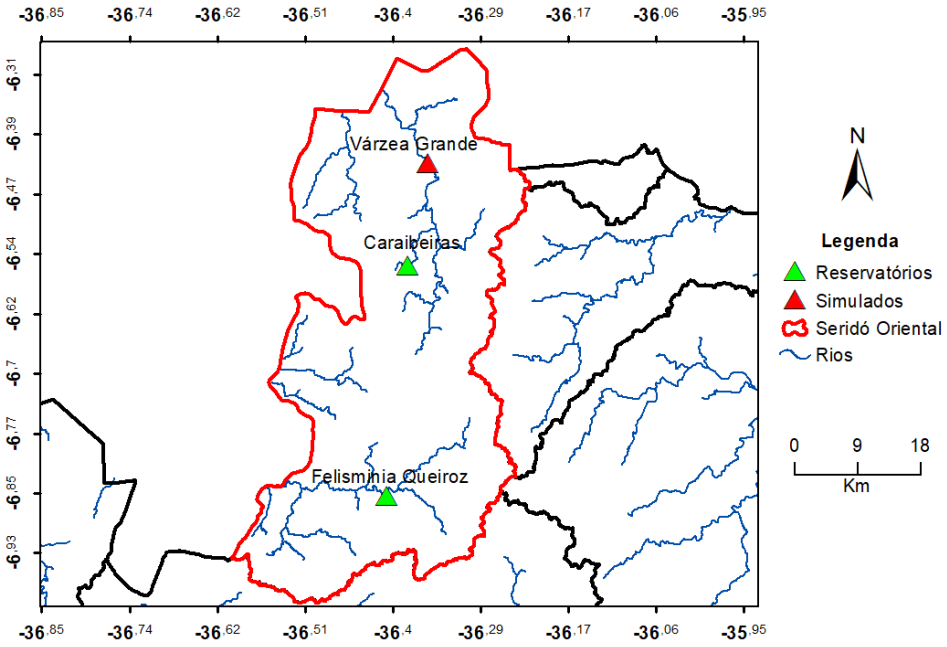
A rede de fluxo da SBH do Seridó Ocidental é mostrada na **Figura 4.28**. Nessa SBH, dos cinco reservatórios considerados estratégicos, dois possuem capacidade superior a 10 hm³ e compuseram a rede de fluxo simulada no AcquaNet,sendo eles o São Mamede e Santa Luzia.

Figura 4.28 – Rede de Fluxo da SBH do Seridó Ocidental



Os três reservatórios estratégicos da SBH do Seridó Oriental são apresentados na **Figura 4.29**. Nessa SBH, apenas o reservatório Várzea Grande compôs a rede de fluxo simulada no AcquaNet, pois os reservatórios Caraibeiras e Felisminia Queiroz possuem capacidade inferior a 10 hm³.

Figura 4.29 – Rede de Fluxo da SBH do Seridó Oriental



Na **Tabela 4.27**, são apresentados os resultados da simulação realizada com o AcquaNet para a SBH do Peixe. Observa-se, nos resultados simulados para o cenário atual (ano 2017), que todos as demandas da SBH do Peixe foram, plenamente, atendidas. Novamente, salienta-se que o cenário atual não condiz com a normalidade. Para se ter uma ideia do impacto da última grande seca, o açude de Pilões, que apresenta neste Plano uma demanda total de 250 L/s, deveria ter uma demanda quase dez vezes maior, o que certamente causaria um impacto nos indicadores desse açude.

Tabela 4.27 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Peixe

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabilidade (%)	Vulnerabilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
Lagoa do Arroz	0,121	0,121	100,0	0,000	0,00	0
Pilões	0,250	0,250	100,0	0,000	0,00	0
Capivara	0,144	0,144	100,0	0,000	0,00	0
Exutório da SBH	0,052	0,052	100,0	0,000	0,00	0

Na **Tabela 4.28**, são apresentados os resultados da simulação realizada com o AcquaNet, para a SBH do Alto Piranhas. Observa-se, nos resultados simulados para o cenário atual (ano 2017), que todos as demandas dessa SBH (Alto Piranhas) foram, plenamente, atendidas. Mais uma vez, salienta-se que o cenário atual não condiz com a normalidade.

Tabela 4.28 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Alto Piranhas

Manancial	Dem. total m^3/s	Dem. atendida m^3/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m^3/s)	Resiliência ($meses^{-1}$)	Maior duração da falha (meses)
Engenheiro Ávidos	0,260	0,260	100,0	0,000	0,00	0
São Gonçalo	0,313	0,313	100,0	0,000	0,00	0
Bartolomeu I	0,057	0,057	100,0	0,000	0,00	0
Exutório da SBH	0,127	0,127	100,0	0,000	0,00	0

Na **Tabela 4.29**, são apresentados os resultados da simulação realizada com o AcquaNet para a SBH do Médio Piranhas. Observa-se, nos resultados simulados para o cenário atual (ano 2017), que todos as demandas da SBH do Médio Piranhas foram, plenamente, atendidas. Novamente, salienta-se que o cenário atual não condiz com a normalidade.

Tabela 4.29 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Médio Piranhas

Manancial	Dem. total m^3/s	Dem. atendida m^3/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m^3/s)	Resiliência ($meses^{-1}$)	Maior duração da falha (meses)
Baião	0,005	0,005	100,0	0,000	0,00	0
Tapera	0,008	0,008	100,0	0,000	0,00	0
Escondido	0,054	0,054	100,0	0,000	0,00	0
Santa Rosa	0,014	0,014	100,0	0,000	0,00	0
Carneiro	0,062	0,062	100,0	0,000	0,00	0
Engenheiro Arcoverde	0,001	0,001	100,0	0,000	0,00	0
Riacho dos Cavalos	0,019	0,019	100,0	0,000	0,00	0
Nó 40	0,029	0,029	100,0	0,000	0,00	0
Nó 55	0,326	0,326	100,0	0,000	0,00	0
Exutório da SBH	0,009	0,009	100,0	0,000	0,00	0

Na **Tabela 4.30** são apresentados os resultados da simulação realizada com o AcquaNet, para a SBH do Piancó. Observa-se, nos resultados simulados para o cenário atual (ano 2017), que quase todas as demandas da SBH do Piancó foram, plenamente, atendidas, com exceção das demandas do açude Cachoeira dos Alves, que apresenta uma diferença entre a demanda total requerida e a atendida mínima. Uma vez mais, salienta-se que o cenário atual não condiz com a normalidade.

Tabela 4.30 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Piancó

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
Curema Mãe d'Água	0,258	0,258	100,0	0,000	0,00	0
Saco	0,106	0,106	100,0	0,000	0,00	0
Cachoeira dos Cegos	0,038	0,038	100,0	0,000	0,00	0
Jenipapeiro (Buiu)	0,091	0,091	100,0	0,000	0,00	0
Bruscas	0,034	0,034	100,0	0,000	0,00	0
Condado	0,043	0,043	100,0	0,000	0,00	0
Santa Inês	0,011	0,011	100,0	0,000	0,00	0
Piranhas	0,063	0,063	100,0	0,000	0,00	0
Queimadas	0,097	0,097	100,0	0,000	0,00	0
Timbaúba	0,052	0,052	100,0	0,000	0,00	0
Bom Jesus II	0,028	0,028	100,0	0,000	0,00	0
Serra Vermelha I	0,081	0,081	100,0	0,000	0,00	0
Cachoeira dos Alves	0,151	0,151	99,9	0,000	1,00	1
Catolé I	0,030	0,030	100,0	0,000	0,00	0
Poço Redondo	0,021	0,021	100,0	0,000	0,00	0
Vazante	0,037	0,037	100,0	0,000	0,00	0
Nó 23	0,027	0,027	100,0	0,000	0,00	0
Nó 34	0,109	0,109	100,0	0,000	0,00	0
Nó 56	0,440	0,440	100,0	0,000	0,00	0
Exutório da SbH	0,110	0,110	100,0	0,000	0,00	0

Na **Tabela 4.31**, são apresentados os resultados da simulação realizada com o AcquaNet, para a SBH do Espinharas. Observa-se, nos resultados simulados para o cenário atual (ano 2017), que quase todas as demandas da SBH do Espinharas foram, plenamente, atendidas, com exceção das demandas do açude Jatobá I, em que cerca de 1/3 da demanda requerida (59 L/s) foi atendida (17 L/s). Vê-se, ainda, que a vulnerabilidade desse açude é da ordem de grandeza da demanda requerida, revelando, assim, que esse açude tem problemas para atender as suas demandas. Salienta-se, outra vez, que o cenário atual não condiz com a normalidade.

Tabela 4.31 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) da SBH do Espinharas

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
Capoeira	0,059	0,059	100,0	0,000	0,00	0
Farinha	0,018	0,018	100,0	0,000	0,00	0
Jatobá I	0,059	0,017	60,7	0,042	0,01	264
Exutório da SBH	0,097	0,097	100,0	0,000	0,00	0

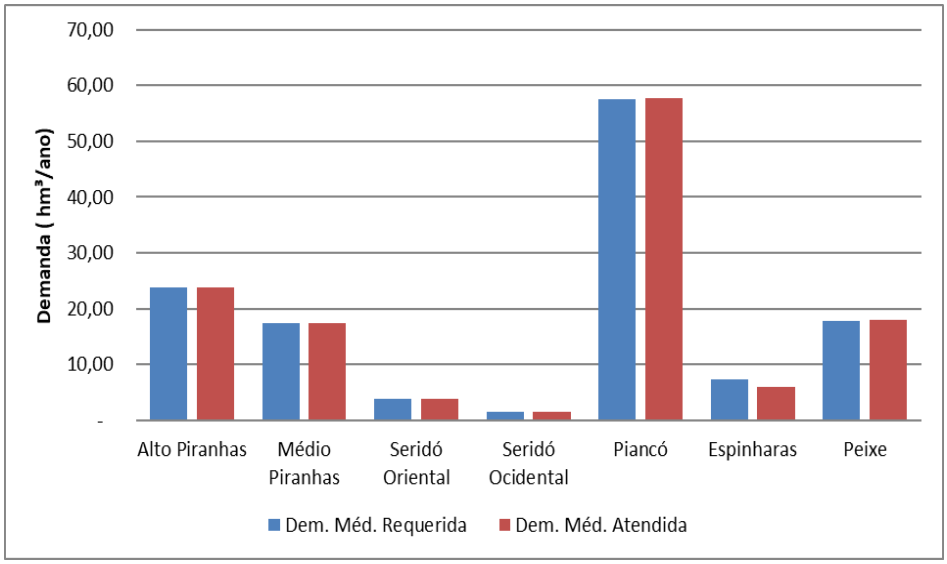
A **Tabela 4.32** contém os resultados da simulação realizada com o AcquaNet, para as SBHs do Seridó Ocidental e Oriental. Observa-se, nos resultados simulados para o cenário atual (ano 2017), que quase todas as demandas das SBH's do Seridó Ocidental e Oriental foram, plenamente, atendidas. Novamente, salienta-se que o cenário atual não condiz com a normalidade.

Tabela 4.32 – Resultados da simulação do cenário atual (ano 2017) das SBHs do Seridó Ocidental e Oriental

Manancial	Dem. total m³/s	Dem. atendida m³/s	Confiabi-lidade (%)	Vulnera-bilidade (m³/s)	Resiliência (meses^{-1})	Maior duração da falha (meses)
São Mamede (Ser. Ocid.)	0,005	0,005	100,0	0,000	0,00	0
Santa Luzia (Ser. Ocid.)	0,010	0,010	100,0	0,000	0,00	0
Várzea Grande	0,107	0,107	100,0	0,000	0,00	0
Exutório da SBH do Ser. Ocidental	0,031	0,031	100,0	0,000	0,00	0
Exutório da SBH do Ser. Oriental	0,018	0,018	100,0	0,000	0,00	0

O gráfico da **Figura 4.30** que segue mostra os resultados do confronto demandas x disponibilidades ,em escala de SBH, considerandos os resultados da simulação do AcquaNet, para a bacia hidrográfica do Rio Piranhas. Dessa figura, nota-se que apenas a SBH do Espinharas apresenta problema, no atendimento de suas demandas. A relação entre a demanda média requerida e a atendida é de 82%, significando que 18 % da demanda hídrica dessa SBH não são atendidas.

Figura 4.30 – Demandas médias requeridas e atendidas para as SBHs do Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Piancó, Espinharas e Seridó Ocidental e Oriental.



4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO

Na seção final deste capítulo, são tecidos alguns comentários sobre os resultados encontrados pelo balanço hídrico, na sua vertente mais global (confronto demandas x disponibilidades por BH/SBH) e na vertente operacional (confronto demandas x disponibilidades no nível de açude, com suporte do AcquaNet). Vê-se que os defícits hídricos encontrados, segundo a análise referida na primeira vertente, ou são solucionados ou amenizados, quando da operação otimizadas dos açudes com o AcquaNet. As SBH's do Peixe, Seridó Oriental, Seridó Ocidental, Médio Paraíba e BH do Abiaí, que apresentaram déficits hídricos pela análise da primeira vertente do balanço hídrico, deixaram de apresentar déficits, quando da simulação no AcquaNet. Isso ocorre, devido à otimização realizada pelo software AcquaNet. Ressalta-se, porém, que as regras de operação encontradas pelo AcquaNet, muitas vezes, não são possíveis na prática, mas mostram, de qualquer forma, que a gestão e o planejamento corretos são necessários.

A BH do Camaratuba apresentou situação inversa, apresentando mais falhas no atendimento de suas demandas, quando da aplicação do AcquaNet, possivelmente, por conta da inexistência de um açude estratégico não apresentando, assim, melhores resultados.

Já as SBHs do Espinharas, Taperoá, Baixo Paraíba e BH's Jacu, Curimataú, Guaju, Mamanguape, Miriri, Gramame e Abiaí, quando simuladas com o AcquaNet, melhoraram seus indicadores, atendendo melhor as suas demandas hídricas. Em geral, as falhas ocorreram no atendimento às demandas para irrigação difusa, as demandas com menor prioridade no AcquaNet. Ademais, as falhas no atendimento a essas demandas não são maiores que 10%, indicando, assim, que essas demandas podem ser suplementadas com recursos hídricos subterrâneos, onde houver, ou mesmo de pequenos açudes, quando também houver essa possibilidade.

Um ponto importante a ser considerado, nas duas vertentes do balanço hídrico realizadas, é que, de uma maneira geral, as demandas dos açudes e BHs/SBHs foram quantificadas, a partir de dados do IBGE, publicados no ano de 2017. Esse ano foi o último da grande seca do período de 2012 a 2017, assim, as demandas de todos os setores, na região semiárida, foram restringidas e apresentaram valores abaixo da normalidade, pelo efeito desse fenômeno natural, a seca. Para se ter uma ideia do real impacto dessa seca, nas demandas hídricas, a demanda total da bacia hidrográfica do Piranhas estimada neste plano foi de 4,08 m³/s, enquanto, de acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos do Piranhas-Açu, ela deveria ser da ordem de 24 m³/s. Assim, os indicadores apresentados, neste capítulo, resultaram em valores que não indicam o real déficit hídrico dos açudes e das BHs/SBHs, não representando o que, de fato, ocorreria, se as demandas fossem estimadas em um cenário de normalidade, em que os açudes tivessem recursos hídricos suficientes para o atendimento das diversas demandas hídricas. À primeira vista, tem-se então a impressão de que o Estado da Paraíba não precisaria das águas do PISF, para o atendimento adequado de suas demandas. Isso não é verdade, e daí surge a necessidade de criação e de simulação de um cenário que represente o ano de 2017, sem as restrições hídricas ocorridas no período de 2012 a 2017. Esse cenário servirá para identificar os déficits hídricos e planejar, de maneira ótima, o uso das águas do PISF.

Os confrontos entre as demandas e disponibilidades hídricas, apresentados neste capítulo, representam a situação atual (ano 2017) que, de fato, ocorreu, porém em uma situação de anormalidade, do ponto de vista estatístico, pois as demandas calculadas, principalmente, para irrigação e abastecimento animal encontram-se bem inferiores àquelas que existiriam em situação de normalidade. Os confrontos entre demandas e disponibilidades hídricas, assim apresentados, mostram uma situação de pouca escassez hídrica. Isso revela um ponto importante da gestão de recursos hídricos no Estado da Paraíba. As demandas prioritárias, tal como estabelecidas pela legislação, foram atendidas de fato em prioridade. Tal fato mostra a importância e a eficácia, do ponto de vista social, de uma gestão adequada dos recursos hídricos no Estado.

Na fase de cenarização do Plano, também serão levados em conta os aportes hídricos do PISF, para a quantificação das vazões para cada uma das entradas. Dessa forma, ter-se-á ideia da quantidade de águas que deverá ser requerida para o atendimento das demandas hídricas da Paraíba, em um cenário de normalidade quanto às demandas hídricas.

Por fim, este capítulo deixa ainda, como resultado, um conjunto de planilhas com os resultados dos balanços hídricos, nas suas diferentes vertentes, e os arquivos de projeto do AcquaNet (banco de dados Access), que constituem uma ferramenta importante para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos do Estado da Paraíba.

5 FONTES DE POLUIÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA

5.1 INTRODUÇÃO

Esta seção trata das fontes potenciais de poluição e da qualidade das águas superficial e subterrânea do Estado da Paraíba, por meio da análise de índices e parâmetros de qualidade monitorados por órgãos estaduais. Também aborda a situação dos sistemas de dessalinização, instalados no semiárido paraibano, visto a sua eficiência para adequar a qualidade de águas salobras, oriundas do Sistema Aquífero Cristalino, em algumas regiões da Paraíba. Como consequência da qualidade das águas, a incidência de doenças de veiculação hídrica no Estado é também analisada. Por fim, estimativas de cargas poluidoras, o risco de eutrofização e o assoreamento dos reservatórios estratégicos são analisados.

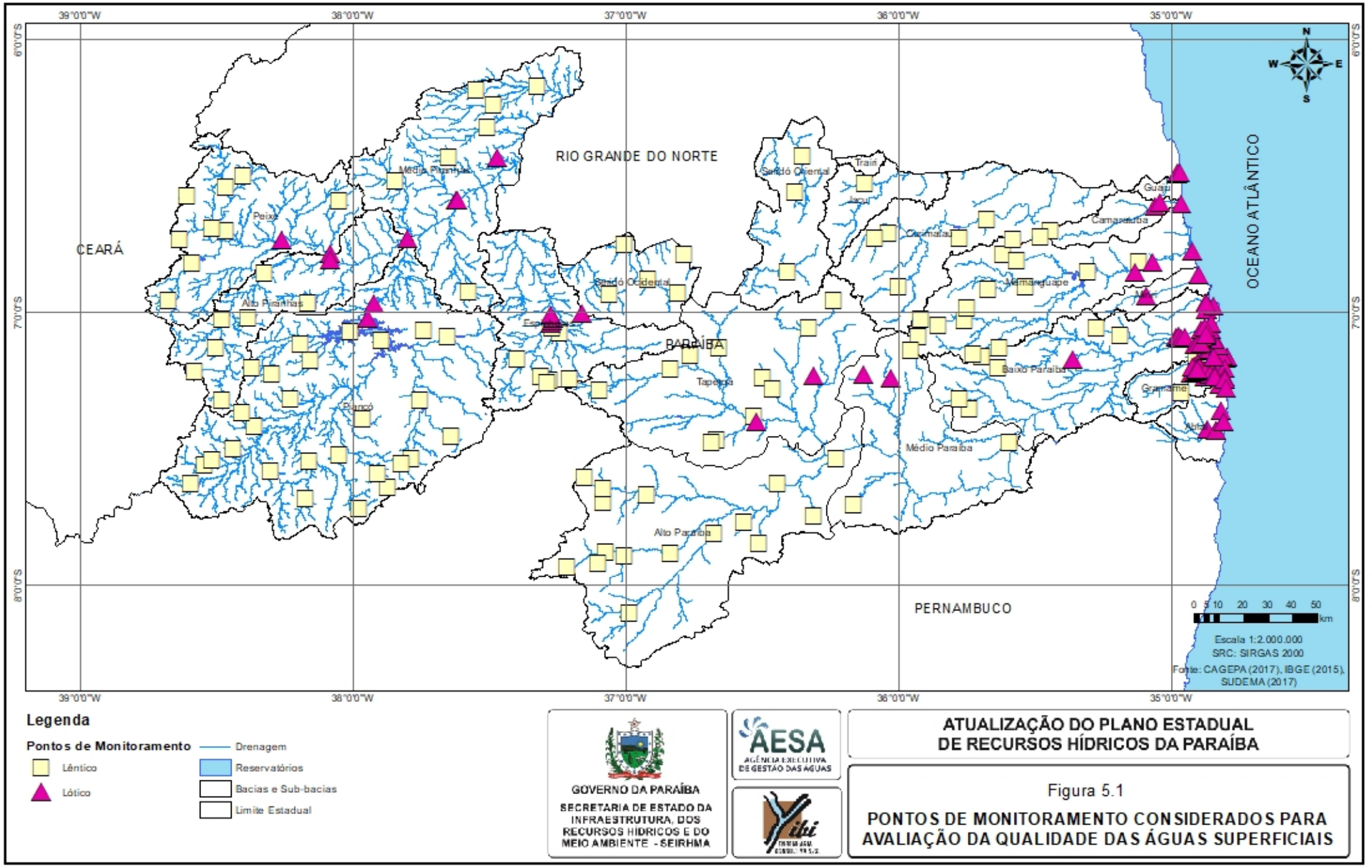
5.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.2.1 Redes de monitoramento

A avaliação da qualidade das águas superficiais, na Paraíba, contou com as bases de dados da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), dos anos de 2006 a 2017. Ao todo, foram considerados 183 locais de monitoramento, sendo 140 de ambientes lênticos (reservatórios) e 43 lóticos (riachos e rios). Desses locais de monitoramento, foram fornecidos 222 pontos de coleta georreferenciados, distribuídos em 123 reservatórios e 30 riachos ou rios, portanto houve mais de 1 ponto de monitoramento por rio (**Figura 5.1**).

Os parâmetros de qualidade monitorados em ambientes lêntico e lótico são os mostrados, respectivamente, nas **Tabelas 5.1** e **5.2**. Verificou-se uma diversidade de parâmetros físico-químicos, biológicos, substâncias inorgânicas e orgânicas, cianotoxinas e agrotóxicos. Dentre os 23 parâmetros mínimos, requeridos pela Resolução n° 903/2013 da Agência Nacional das Águas (ANA), para o monitoramento da qualidade das águas, não foram monitoradas a transparência da água, demanda química de oxigênio, carbono orgânico total, fósforo solúvel reativo e nitrogênio amoniacal, nos ambientes lênticos e nos lóticos, além dos já citados, o nitrogênio total.

Para o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB), de 2006, também foram utilizadas as redes de monitoramento da CAGEPA e SUDEMA, com o adicional dos dados utilizados pelos planos diretores de bacias hidrográficas, estes não disponibilizados para o estudo atual. Em relação aos parâmetros de qualidade monitorados, foram incluídas as análises de nitrogênio e fósforo, apontadas como ausente no PERH-PB de 2006.



Legenda

Pontos de Monitoramento

- Lêntico
- Lótico

- Drenagem
- Reservatórios
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.1

PONTOS DE MONITORAMENTO CONSIDERADOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Tabela 5.1 - Parâmetros monitorados pelos órgãos estaduais (CAGEPA e SUDEMA) da Paraíba nos ambientes lênticos

Rede de monitoramento	Total	Parâmetros monitorados nos ambientes lênticos
CAGEPA	45	Ácido nítrico, Alcalinidade total, Alumínio dissolvido, Arsênio, Aspecto, Bário, Bicarbonato, Cálcio, Carbonato, Chumbo, Cianeto livre, Cilindrospermopsina, Cloreto total, Clorofila-a, Cobre, Coliformes Totais, Condutividade elétrica, Cor Aparente, Dióxido de Carbono, Dureza total, Escherichia Coli, Ferro, Hidróxidos, Magnésio, Manganês, Mercúrio, Microcistina, Níquel, Nitrato, Nitrito, Odor a frio, Odor a quente, Oxigênio consumido, pH, Sabor, Salinidade, Saxitoxina, Sólidos Totais Dissolvidos, Sulfato total, Temperatura da água, Turbidez, Zinco, Cianobactérias, Substâncias Orgânicas e Agrotóxicos
SUDEMA	23	Acidez total, Alcalinidade total, Amônia, Cloreto total, Coliformes termotolerantes, Colônias Atípicas, Condutividade elétrica, Cor, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Dureza total, Ferro, Fósforo total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio total, Oxigênio Dissolvido, pH, Resíduo total, Salinidade, STD, Temperatura Ambiente, Temperatura da água e Turbidez

Tabela 5.2 - Parâmetros monitorados pelos órgãos estaduais (CAGEPA e SUDEMA) da Paraíba em ambientes lóticos

Rede de monitoramento	Total	Parâmetros monitorados nos ambientes lóticos
CAGEPA	40	Ácido nítrico, Alcalinidade total, Alumínio dissolvido, Aspecto, Bicarbonato, Cálcio, Carbonato, Chumbo, Cilindrospermopsina, Cloreto total, Clorofila-a, Cobre, Coliformes Totais, Condutividade elétrica, Cor Aparente, Dióxido de Carbono, Dureza total, Escherichia Coli, Ferro, Hidróxidos, Magnésio, Manganês, Mercúrio, Microcistina, Níquel, Nitrato, Nitrito, Odor a frio, Oxigênio consumido, pH, Salinidade, Saxitoxina, STD, Sulfato total, Temperatura da água, Turbidez, Zinco, Cianobactérias, Substâncias Orgânicas e Agrotóxicos
SUDEMA	21	Acidez total, Alcalinidade total, Amônia, Cloreto total, Coliformes termotolerantes, Colônias Atípicas, Condutividade elétrica, Cor, DBO, Dureza total, Ferro, Fósforo total, Nitrato, Nitrito, Oxigênio Dissolvido, pH, Salinidade, Sólidos Totais Dissolvidos, Temperatura Ambiente, Temperatura da água e Turbidez

5.2.2 Turbidez e pH

A turbidez dos ambientes lênticos (reservatórios) variou entre 0,03 UNT (Açude Epitácio Pessoa) e 851 UNT (Açude Taperoá II) (**Figura 5.2 e Figura 5.3**). Valores de turbidez superiores a 100 UNT foram observados, em 31% dos açudes (Acauã, Albino, Araçagi, Cachoeira dos Alves, Caldeira, Caraibeiras, Carneiro, Catolé I, Chã dos Pereiras, Chupadouro I, Condado, Cordeiro, Curema, Curimatã, Engenheiro Arcoverde, Escondido, Farinha, Glória, Gurjão, Jangada, Jatobá I, Jenipapeiro (Buiú), José Américo, Livramento (Russos), Novo, Pilões, Pocinhos, Riacho dos Cavalos, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Rosa, São José, São Paulo, Soledade, Sumé, Tapera, Taperoá II e Vaca Brava).

Nos ambientes lóticos, a turbidez variou entre 0 (Rio Ingá, Rio Piranhas, Rio Piancó e Rio Bodocongó) e 2.300 UNT (Riacho Mussuré), sendo que 43% dos casos apresentaram concentrações máximas superiores a 100 UNT (**Figura 5.4**).

Figura 5.2 - Variação de turbidez nos reservatórios de 2006 a 2017 (parte 1)

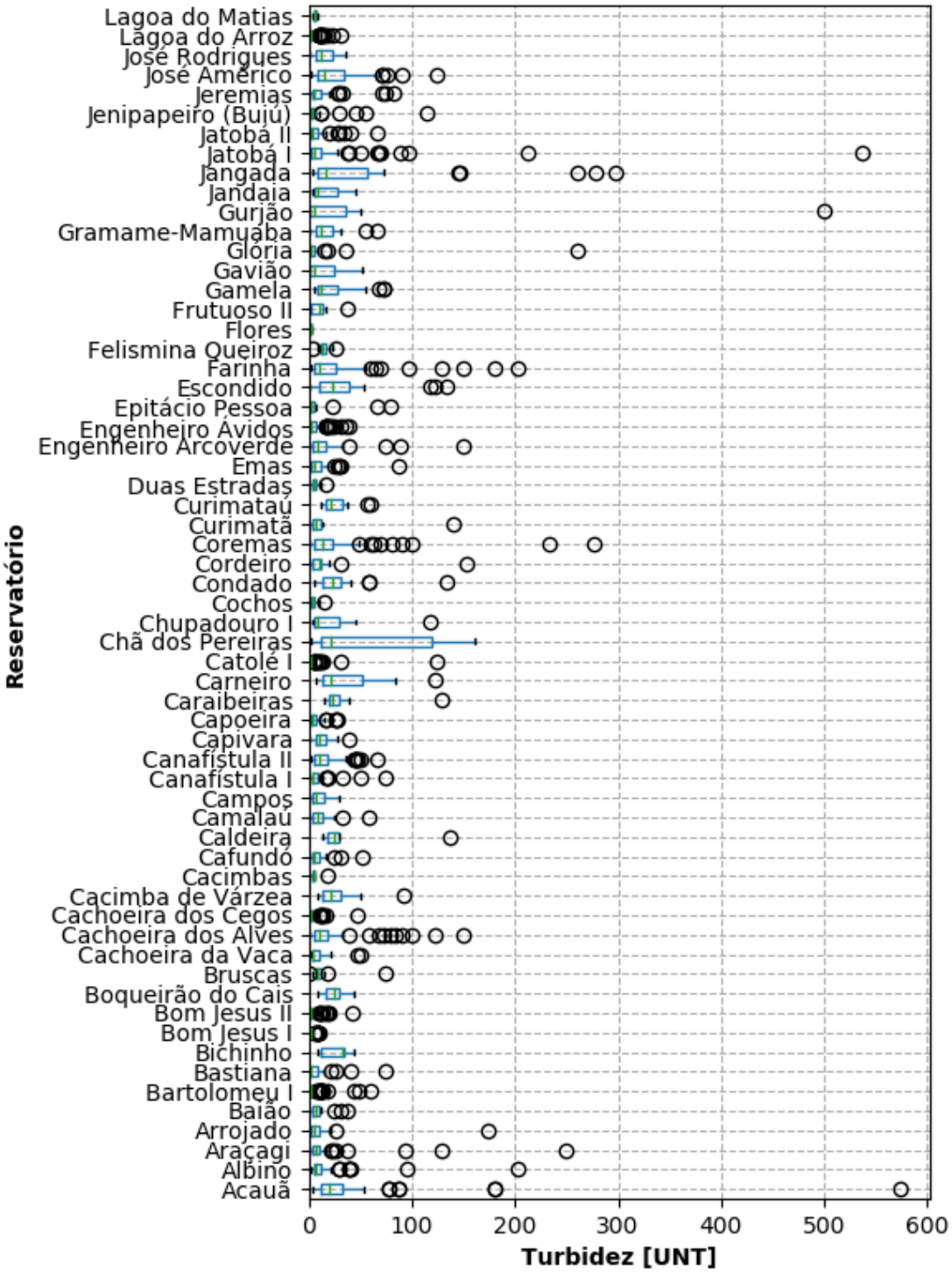


Figura 5.3 - Variação de turbidez nos reservatórios de 2006 a 2017 (parte 2)

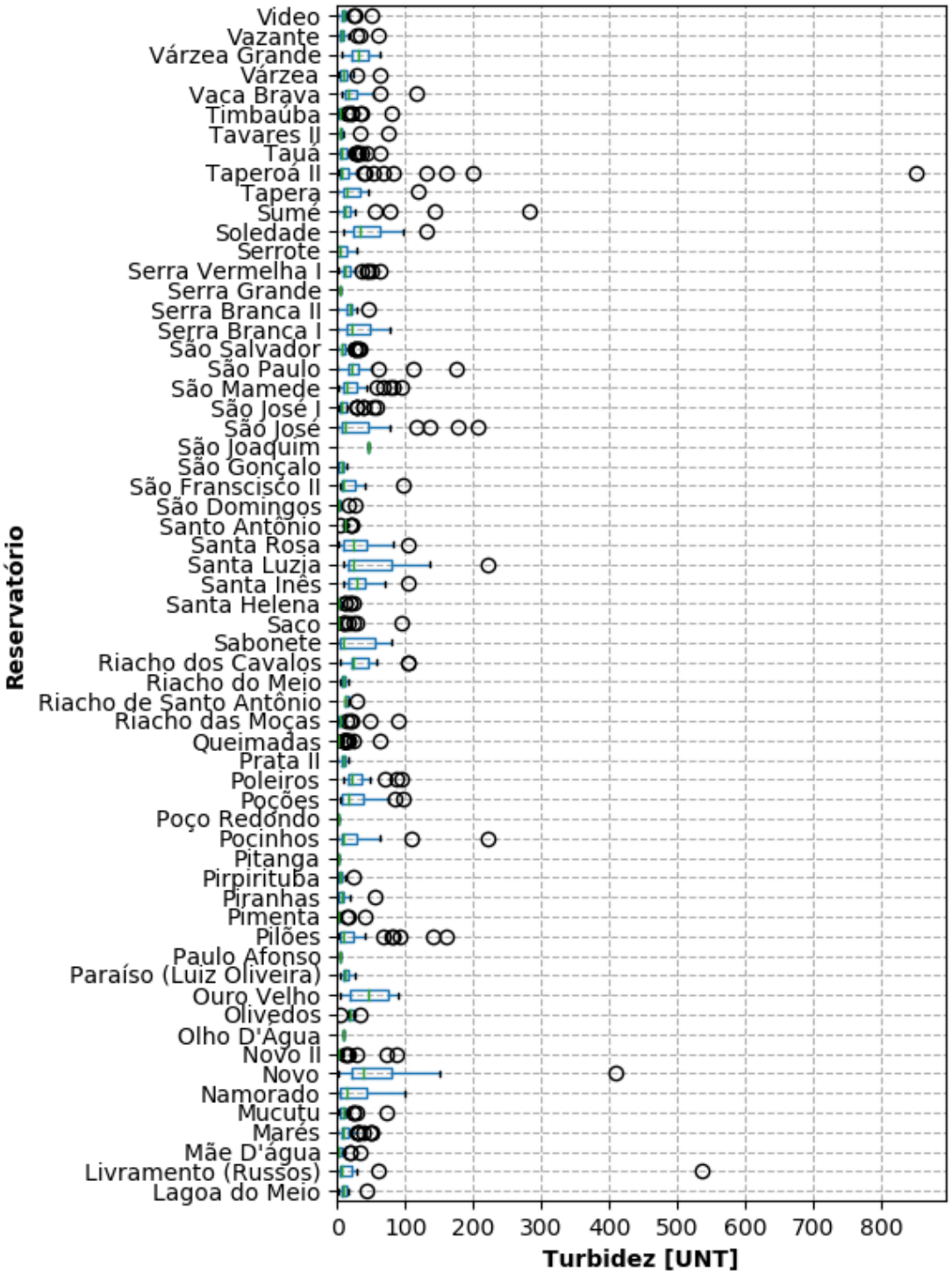
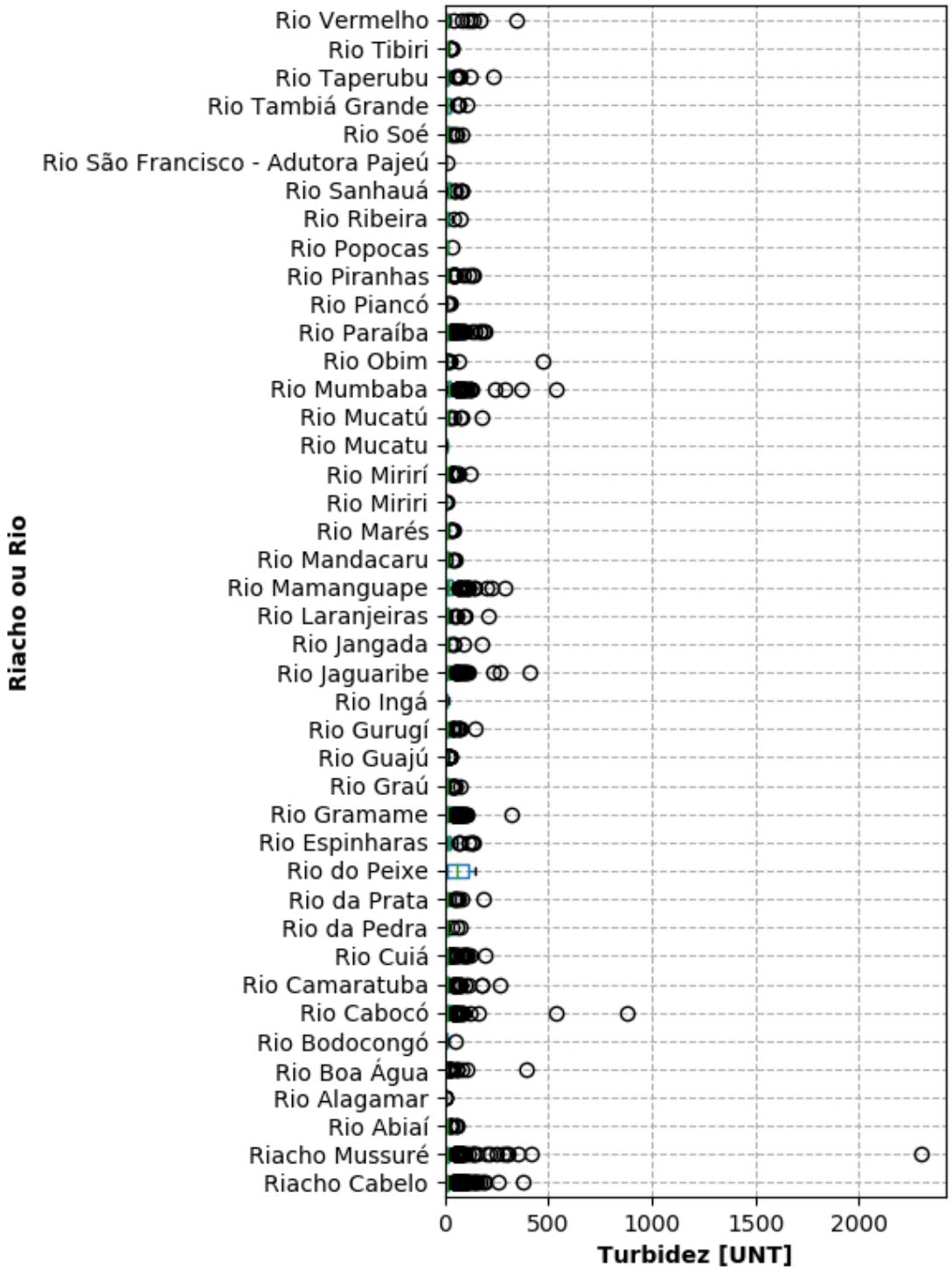


Figura 5.4 - Variação da turbidez de 2006 a 2017 nos ambientes lóticos



Os valores médios de turbidez da água de todos os reservatórios e rios estiveram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução n° 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para águas doces, Classes 1 (40 UNT) e 2 (100 UNT), variando entre 1,17 ± 0,74 UNT (açude Poço Redondo) e 86,81 ± 275,03 UNT (Riacho Mussuré – MS 01A), em que 12 (6%) das águas superficiais apresentaram média superior a 40 UNT (**Figura 5.5**). Considerando os valores médios, não houve inconformidade com o enquadramento das águas determinado pelas diretrizes DZS201 a DZS 210 do COPAM (1988).

Na maioria dos reservatórios, as análises de pH resultaram em valores entre 6 e 10 (**Figura 5.6 e Figura 5.7**). O menor pH (3,05) foi registrado no açude São Gonçalo, e o máximo (9,90), no açude Bartolomeu I. Entre os rios, o Riacho Mussuré confirmou sua má qualidade, com pH máximo altamente alcalino, de 12,53, enquanto o Rio Abiaí teve um pH mínimo extremamente ácido (2,60) (**Figura 5.8**).

O pH médio de todas as águas superficiais monitoradas estiveram dentre do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005. As médias variaram, nos reservatórios, entre 6,10 (amostra única no açude Olho d'água) e 8,40 ± 0,44 (açude Felismina Queiroz), enquanto nos ambientes lóticos, entre 5,86 ± 0,86 (rio Cabocó – CC 01A) e 8,07 ± 0,30 (Estuário Rio Paraíba – PB 04 Est).

Os valores de turbidez da água dependem das concentrações de partículas em suspensão na água. No curto período chuvoso, os sedimentos carreados da bacia de contribuição para os açudes, pelo escoamento superficial, aumentam a concentração de material inorgânico em suspensão, elevando a turbidez da água. Por outro lado, no longo período de estiagem, a turbidez da água tende a variar, em função da profundidade do corpo d´água e da intensidade dos ventos, em que quanto menor for a profundidade do açude, mais os sedimentos são revolvidos. O pH levemente alcalino da água dos açudes, por sua vez, advém dos elevados níveis de produção primária das algas e cianobactérias, as quais, no processo de fotossíntese, consomem carbono inorgânico dissolvido da água, elevando seu pH.

5.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é a demanda de oxigênio exigida por bactérias aeróbias, para degradar matéria orgânica carbonácea. Normalmente, a determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é feita com amostras oxigenadas diluídas e pela medição do oxigênio dissolvido residual, após um período de incubação de 5 dias a 20° Celsius, em que os resultados são expressados em termos de massa de oxigênio, consumido por volume de amostra.

A maioria das águas superficiais (60%) apresentou média de DBO, dentro do limite para Classe 1 da Resolução CONAMA n° 357/2005 (**Figura 5.9**). Já 14 ambientes lótico e 1 reservatório (açude Chã dos Pereiras) apresentaram médias de DBO acima do requerido para Classe 3. As bacias/sub-bacias hidrográficas Rio do Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Taperoá, Alto Paraíba, Curimataú, Mamanguape, Baixo Paraíba e Gramame apresentaram pontos de monitoramento fora do enquadramento determinado pelas diretrizes DZS201 a DZS 210 do COPAM (1988). A sub-bacia hidrográfica Baixo Paraíba teve a pior qualidade, em relação à demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

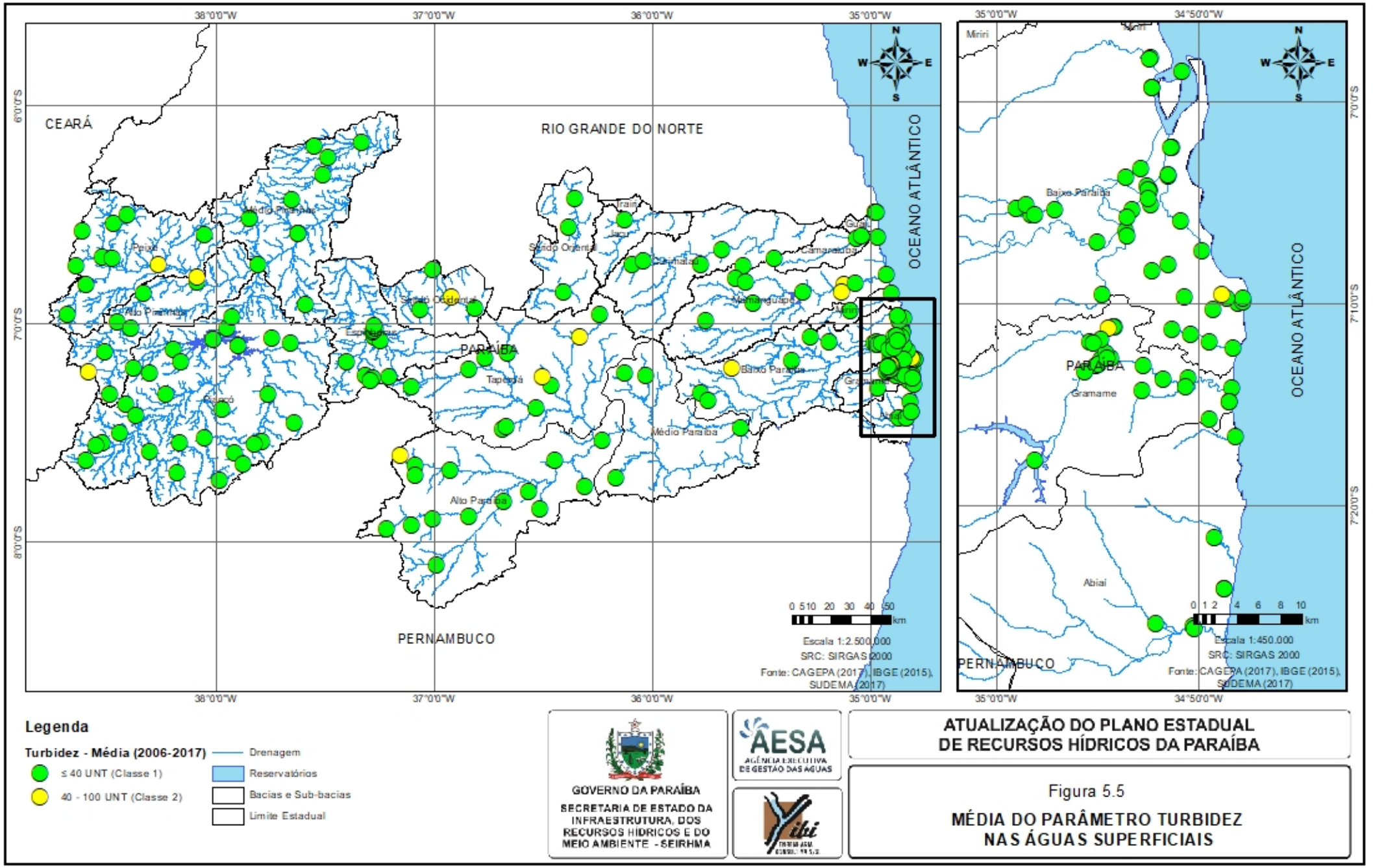

38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Espinharas
Sertão Ocidental
Sertão Oriental
Itaipu
Jacu
Curimataú
Camaratuba
Guaju
Mamanguape
Tapeçará
Baixo Paraíba
Gramame
Médio Paraíba
Alto Paraíba
Abiaí
Miriri
0 5 10 20 30 40 50 km
Escala 1:2.500.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: CAGEPA (2017), IBGE (2015), SUDEMA (2017)
35°0'0"W
34°50'0"W
7°0'0"S
7°10'0"S
7°20'0"S
0 1 2 4 6 8 10 km
Escala 1:450.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: CAGEPA (2017), IBGE (2015), SUDEMA (2017)
Legenda
Turbidez - Média (2006-2017)
≤ 40 UNT (Classe 1)
40 - 100 UNT (Classe 2)
Drenagem
Reservatórios
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.5
MÉDIA DO PARÂMETRO TURBIDEZ NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Figura 5.6 - Variação do pH entre 2006 e 2017 dos reservatórios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA (parte 1)

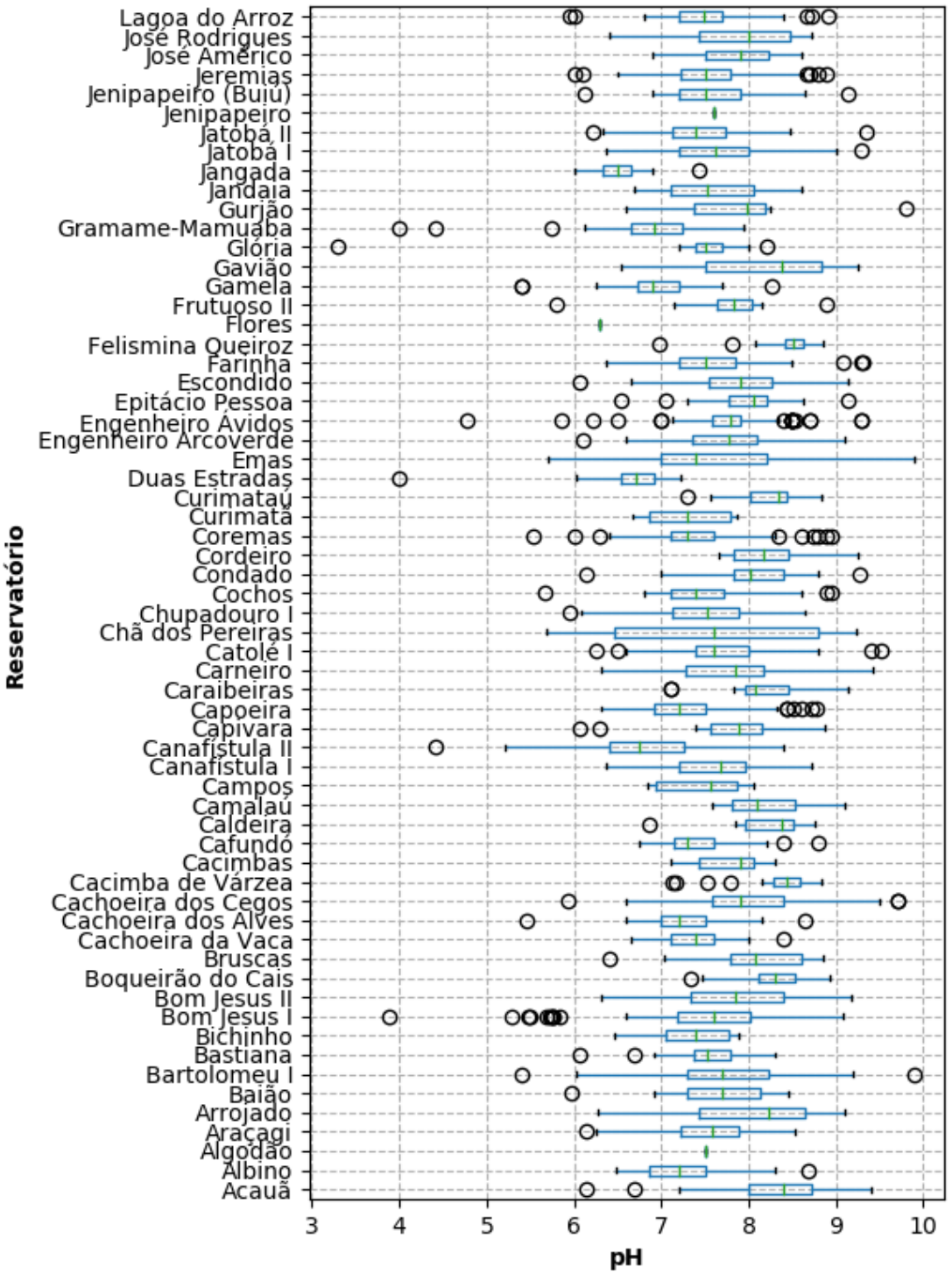


Figura 5.7 - Variação do pH entre 2006 e 2017 dos reservatórios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA (parte 2)

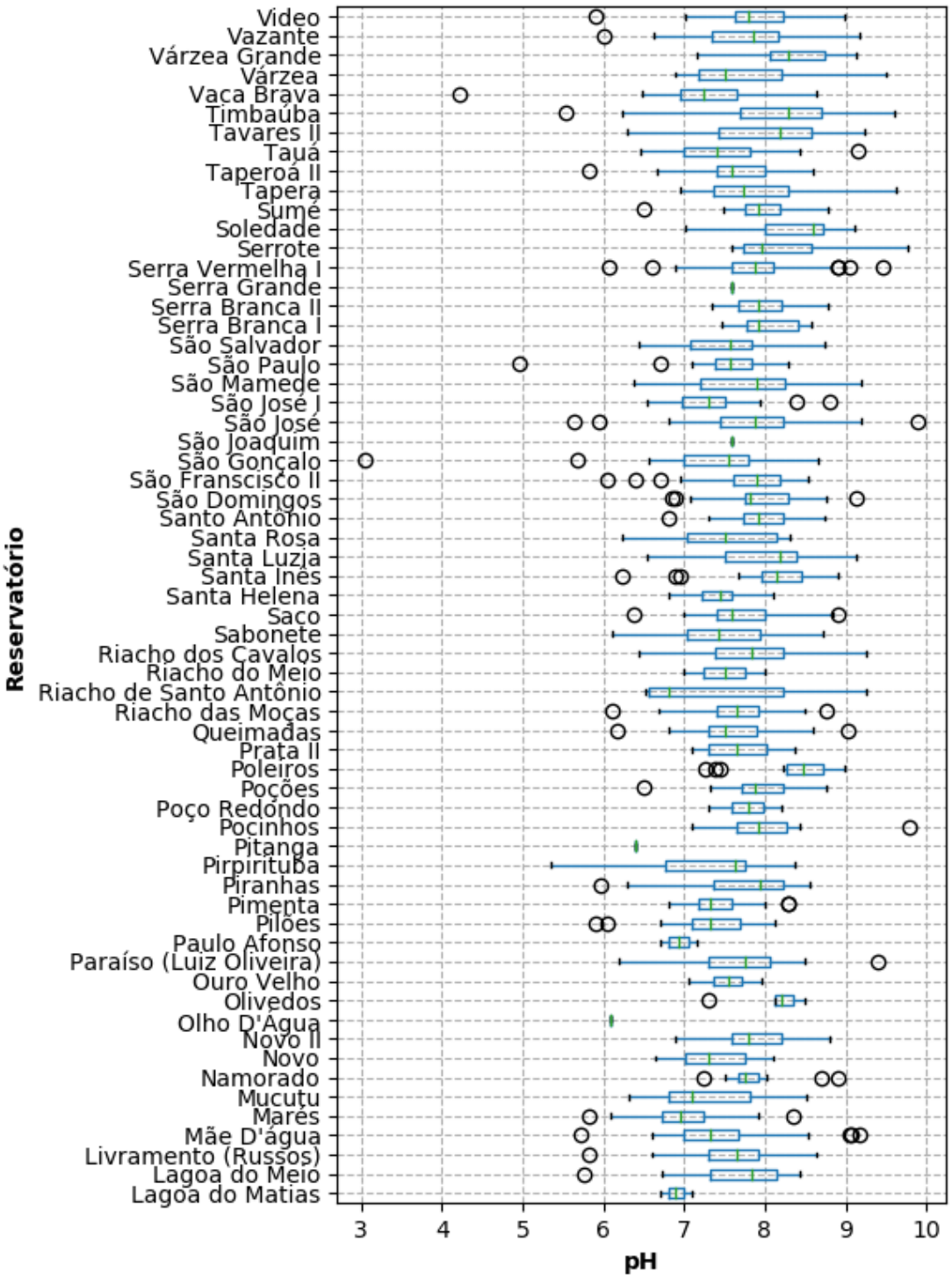
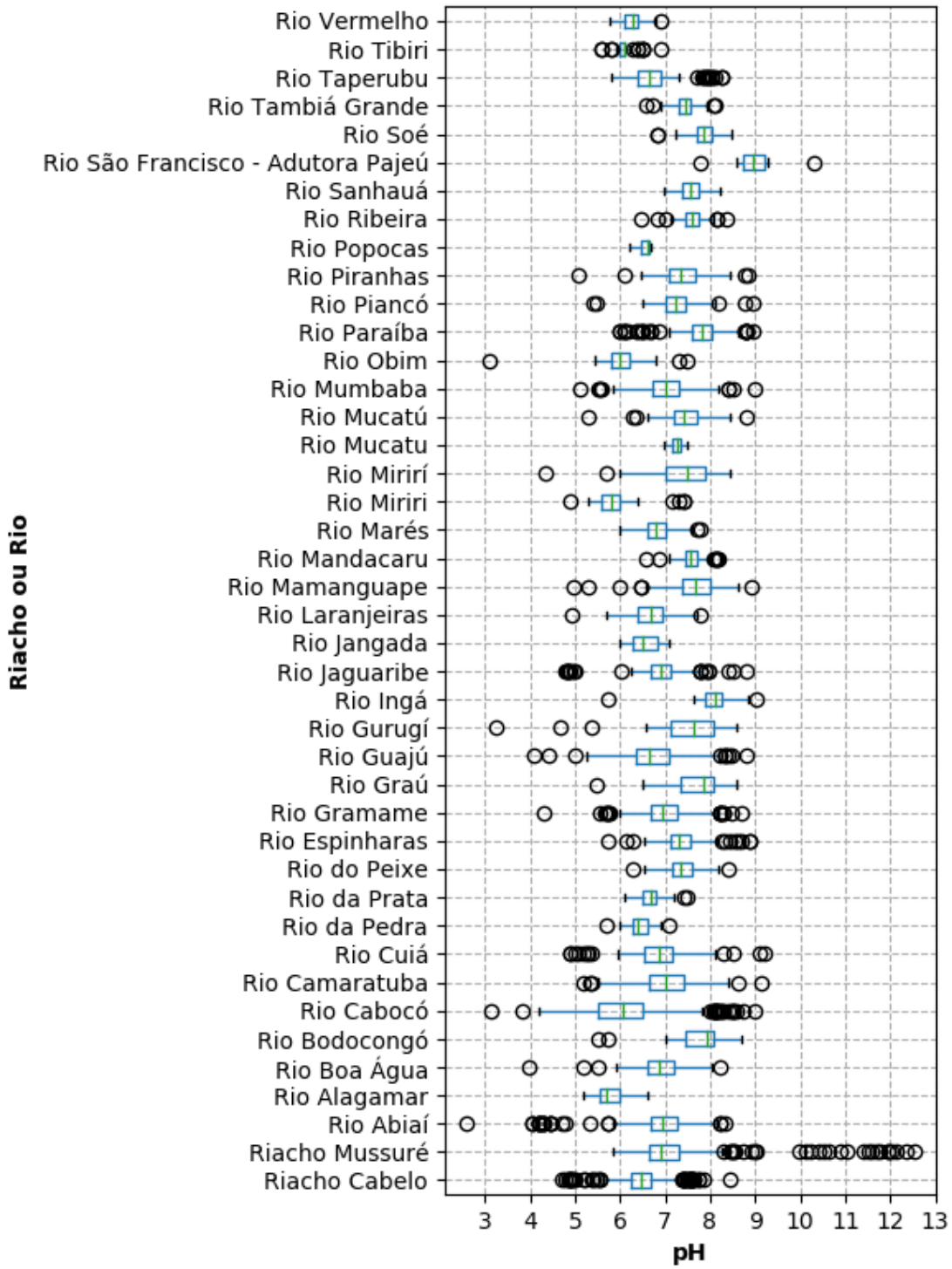
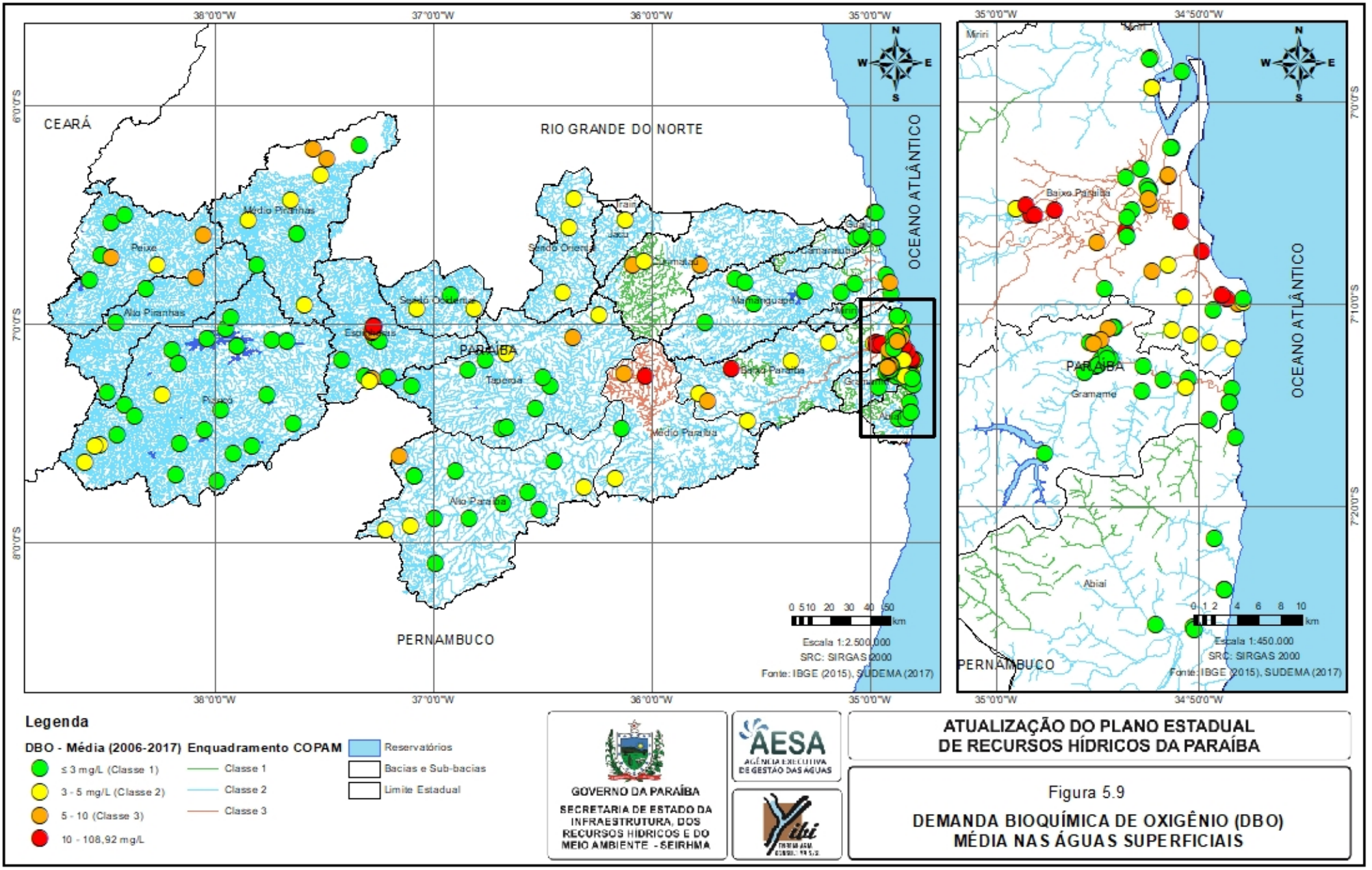


Figura 5.8 - Variação do pH entre 2006 e 2017 dos rios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA





GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.9

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) MÉDIA NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.2.4 Coliformes termotolerantes

Coliformes termotolerantes estão presentes em fezes humanas e de outros animais homeotérmicos, além de ocorrerem em solos, plantas ou outros substratos que tenham sido contaminados por material fecal. Dentre as espécies do grupo dos coliformes termotolerantes, tem-se a *Escherichia Coli*, que se hospeda exclusivamente no intestino humano e de animais homeotérmicos, e ocorre em densidades elevadas. Com essas características, os coliformes termotolerantes consistem em importantes bioindicadores de contaminação por esgoto doméstico.

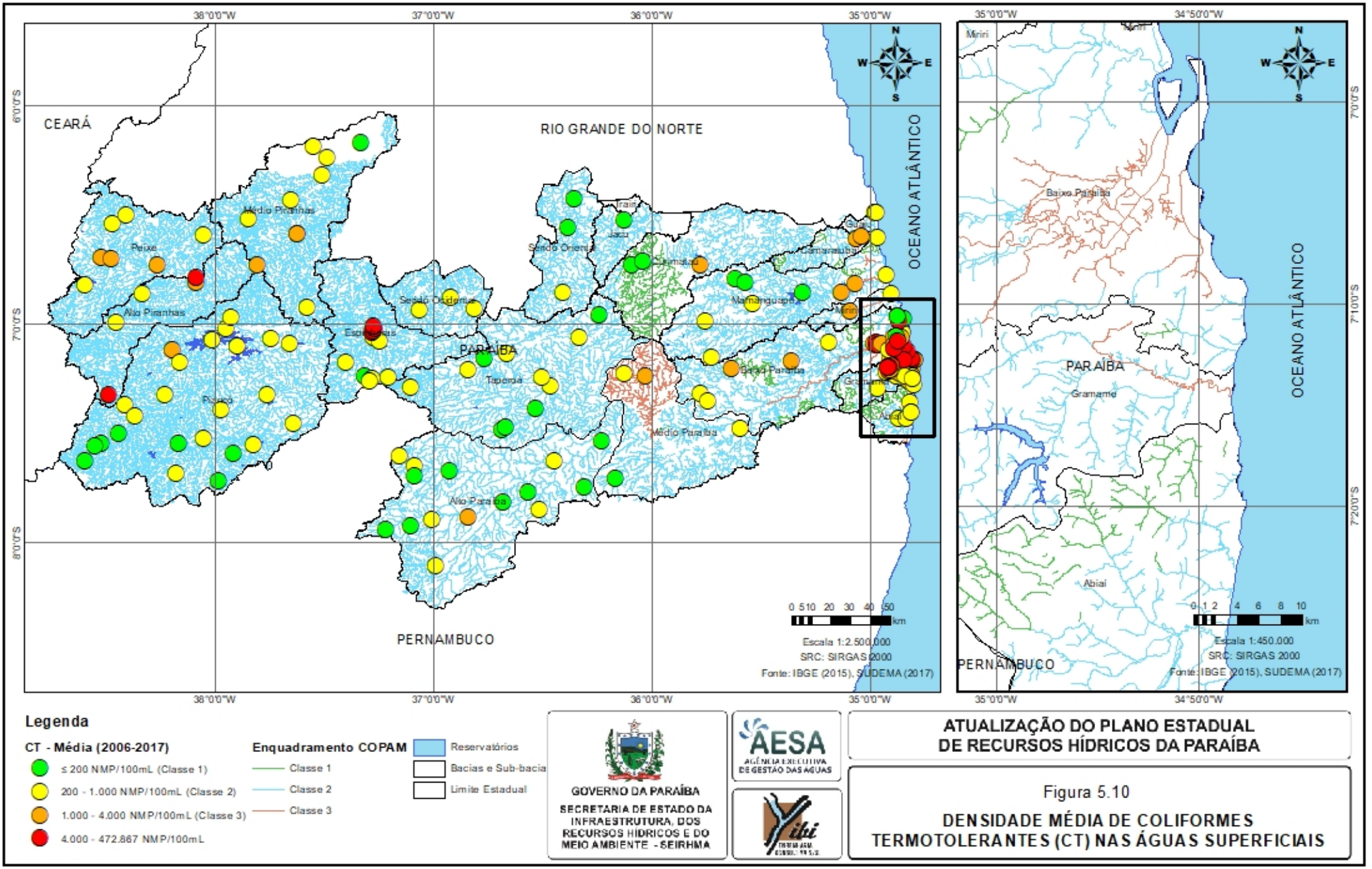
A **Figura 5.10** mostra a distribuição das densidades médias de coliformes termotolerantes, nas águas superficiais monitoradas pela SUDEMA de 2006 a 2017. A menor densidade foi encontrada no açude Canafístula II (19,20 NMP $100mL^{-1}$), enquanto a maior média foi de 472.866,70 NMP $100mL^{-1,}$ no Rio Jaguaribe, em João Pessoa. Dentre os reservatórios com pior qualidade, encontrou-se o açude Bartolomeu I, com média de 4.839,57 NMP 100 mL^{-1} de coliformes termotolerantes.

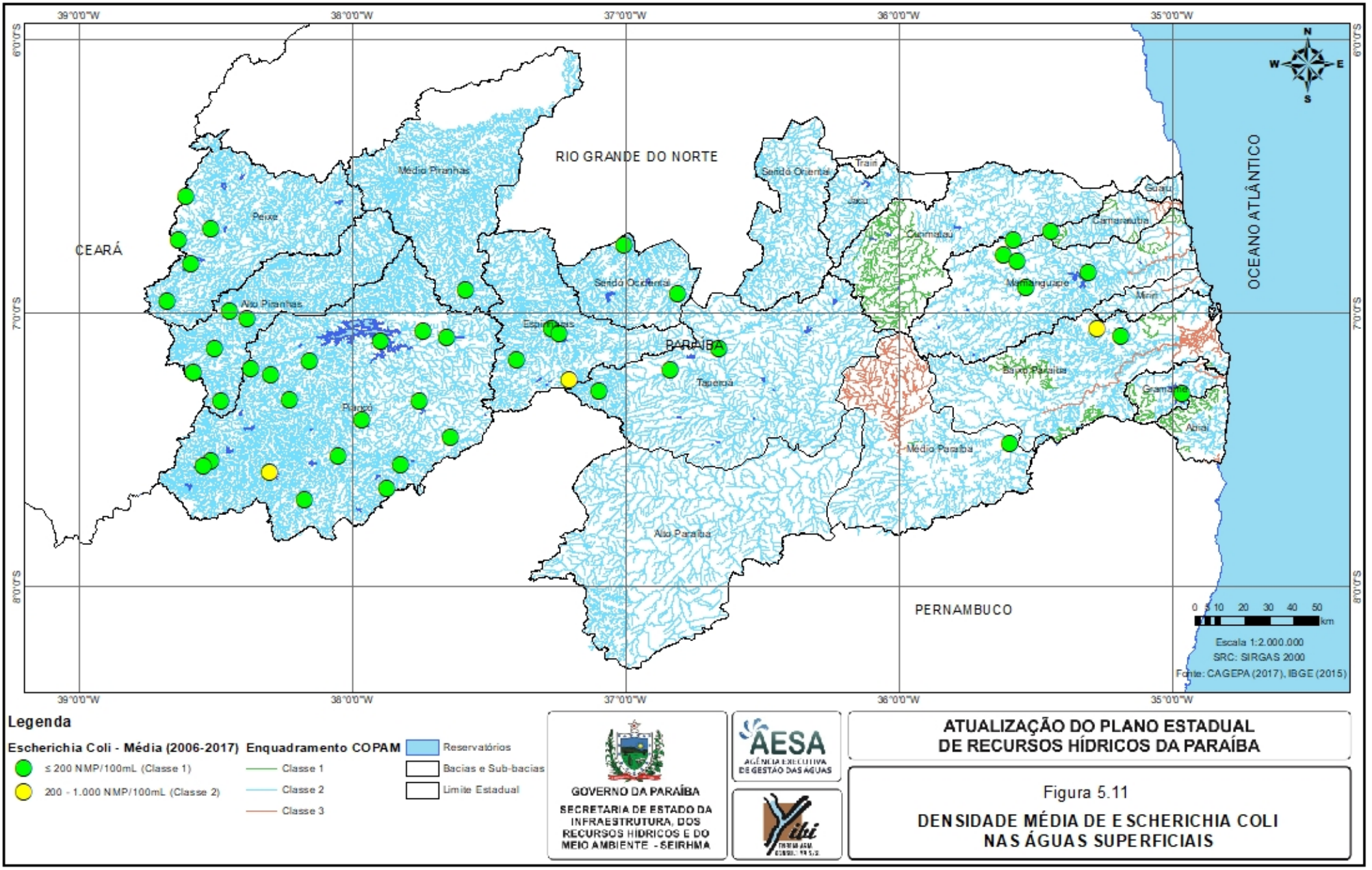
Dentre os pontos monitorados, 18% estiveram dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (≤ 200 NMP $100mL^{-1}$), 43% com densidade entre 200 e 1.000 NMP $100mL^{-1}$ (Classe 2), e 39% com valores superiores a 1.000 NMP $100mL^{-1}$, sendo 3 pontos de amostra no Rio Jaguaribe, com mais de 100.000 NMP $100mL^{-1}$. As SBHs Alto Piranhas (25% das amostras), Espinharas (35% das amostras), Baixo Paraíba (45% das amostras) e Gramame (35% das amostras) apresentaram pontos de monitoramento fora do enquadramento determinado pelas diretrizes DZS201 a DZS 210 do COPAM (1988).

Ao analisar apenas a espécie *Escherechia Coli*, as águas superficiais monitoradas pela CAGEPA, entre 2006 e 2017, por esse parâmetro, apresentaram densidades dentro dos limites estabelecidos para as Classes 1 e 2, pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (**Figura 5.11**). Os açudes Poço Redondo, São Francisco II e Olho d'Água foram os que apresentaram número de *Escherichia Coli* dentro do limite de Classe 2, para coliformes termotolerantes.

5.2.5 Metais pesados

Inconformidades nas concentrações de metais pesados, em relação à Resolução CONAMA n° 357/2005, foram identificadas na maioria das bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs), exceto nas SBHs Alto Paraíba, Curimataú e Jacú (**Tabela 5.3**). Os metais pesados analisados foram Arsênio (As), Bário (Ba), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni) e Zinco (Zn), no período de 2006 a 2017, nos reservatórios e rios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA.


CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Sertão Ocidental
Sertão Oriental
Espinharas
Piancó
Taperoá
Médio Paraíba
Alto Paraíba
Curimataú
Camaratuba
Mamanguape
Gramame
Abiaí
Baixa Paraíba
0 5 10 20 30 40 50 km
Escala 1:2.500.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: IBGE (2015), SUDEMA (2017)
0 1 2 4 6 8 10 km
Escala 1:450.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: IBGE (2015), SUDEMA (2017)
Legenda
CT - Média (2006-2017)
≤ 200 NMP/100mL (Classe 1)
200 - 1.000 NMP/100mL (Classe 2)
1.000 - 4.000 NMP/100mL (Classe 3)
4.000 - 472.867 NMP/100mL
Enquadramento COPAM
Classe 1
Classe 2
Classe 3
Reservatórios
Bacias e Sub-bacia
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.10
DENSIDADE MÉDIA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CT) NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS



Legenda

Escherichia Coli - Média (2006-2017)

- ≤ 200 NMP/100mL (Classe 1)
- 200 - 1.000 NMP/100mL (Classe 2)

Enquadramento COPAM

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3

- Reservatórios
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.11

DENSIDADE MÉDIA DE ESCHERICHIA COLI NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Tabela 5.3 - Médias das concentrações de metais pesados por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

BH/SBH[1]	Concentrações de metais em mg L^{-1}								
	As (0,01)[2]	Ba (0,7)[2]	Pb (0,01)[2]	Cu (0,009)[2]	Fe (0,3)[2]	Mn (0,1)[2]	Hg (0,0002)[2]	Ni (0,025)[2]	Zn (0,18)[2]
Alto Paraíba					0,237 ± 0,19				
Alto Piranhas			0,018 ± 0,011	0,053 ± 0,074	0,42 ± 0,699	0,145 ± 0,202	0 ± 0	0,012 ± 0,017	0,392 ± 0,979
Baixo Paraíba			0,002	0,02	0,952 ± 1,222	0,04	0	0,128	0,03
Curimataú					0,183 ± 0,147				
Espinharas					0,913 ± 1,463				
Gramame					0,37 ± 0,302	0,132 ± 0,232			
Jacú					0,11 ± 0,014				
Mamanguape	0,001	0,008	0,005 ± 0,004	0,022 ± 0,016	0,794 ± 1,298	1,89 ± 2,852	0 ± 0	0,064 ± 0,037	0,035 ± 0,029
Médio Paraíba			0,009	0,125 ± 0,163	0,043 ± 0,035	0,078 ± 0,085	0	0,078	0,18 ± 0,127
Médio Piranhas					0,872 ± 1,148				
Peixe			0,023 ± 0,013	0,15 ± 0,124	0,512 ± 0,867	0,089 ± 0,071	0 ± 0	0,001 ± 0,002	0,218 ± 0,242
Piancó			0,013 ± 0,008	0,039 ± 0,085	0,524 ± 2,272	0,118 ± 0,127	0 ± 0	0,003 ± 0,006	0,049 ± 0,039
Seridó					0,67 ± 1,135				
Taperoá					1,097 ± 1,512				

[1] BH/SBH: Bacia/Sub-bacia Hidrográfica
[2] Valor Máximo Permitido (VMP) Resolução CONAMA n°357/2005 (Classe 2)

O elemento ferro foi o mais abundante entre as BHs/SBHs, principalmente, na SBH Taperoá, com concentração de 1,097 ± 1,512 mg L^{-1} entre os açudes Taperoá II e Mucutu. Na BH Mamanguape a concentração de Manganês foi elevada (1,89 ± 2,852 mg L^{-1}), com destaque ao açude Araçagi, com uma coleta que resultou em 6,15 mg L^{-1} de Mn.

As BHs /SBHs com concentrações elevadas de metais pesados possuem, como característica comum, os polos industriais e atividades de extração mineral. A presença de metais pesados, nas águas superficiais, pode ser relacionada com o despejo irregular de efluentes industriais. Por possuir efeito acumulativo nos seres vivos (bioacumulação), essas substâncias são transferidas ao longo da cadeia alimentar, afetando a biota aquática dos ambientes lênticos, lóticos, oceânicos, inclusive, a população humana, devido à ingestão alimentar desses organismos.

5.2.6 Substâncias orgânicas e agrotóxicos

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba realiza, desde 2006, o monitoramento de substâncias orgânicas e agrotóxicos nos reservatórios estratégicos da Paraíba. O **Quadro 5.1** mostra os reservatórios nos quais os agrotóxicos foram monitorados. Entre 2006 e 2017, as concentrações desses compostos químicos foram inferiores ao limite de quantificação (LQ). Dessa forma, não foi detectada a presença de substância orgânicas nem agrotóxicos, estando as águas superficiais dentro do padrão de potabilidade para tais parâmetros.

Quadro 5.1 - Reservatórios com monitoramento de agrotóxicos pela CAGEPA

Reservatório	BH/SBH[1]
Acauã	Médio Paraíba
Araçagi	Mamanguape
Argemiro de Figueiredo	*
Bartolomeu I	Alto Piranhas
Bastiana	Seridó
Bom Jesus II	Piancó
Boqueirão do Cais	Jacú
Cachoeira dos Alves	Piancó
Cachoeira dos Cegos	Piancó
Campo Verde	*
Canafístula I	*
Canafístula II	Mamanguape
Capoeira	Espinharas
Carneiro	Médio Piranhas
Catolé I	Piancó
Chupadouro I	Peixe
Cochos	Piancó
Cordeiro	Alto Paraíba
Engenheiro Arcoverde	Médio Piranhas
Engenheiro Ávidos	Alto Piranhas
Epitácio Pessoa	Alto Paraíba
Farinha	Espinharas
Gramame-Mamuaba	Gramame
Jangada	Mamanguape
Jatobá I	Espinharas
Jenipapeiro (Buiú)	Piancó
Jeremias	Espinharas
Lagoa do Matias	Mamanguape
Mãe D'Água	Piancó
Marés	Baixo Paraíba
Novo II	Piancó
Olho D'Água	Baixo Paraíba
Paraíso (Luiz Oliveira)	Peixe
Pitanga	*
Pocinhos	Alto Paraíba
São Gonçalo	Alto Piranhas
São José	*
São Mamede	Seridó
São Salvador	Baixo Paraíba
Serra Vermelha I	Piancó
Taperoá II	Taperoá
Tauá	Mamanguape
Várzea Grande	Seridó

[1] BH/SBH: Bacia/Sub-bacia Hidrográfica

* Informação geográfica não disponibilizada

5.2.7 Salinidade

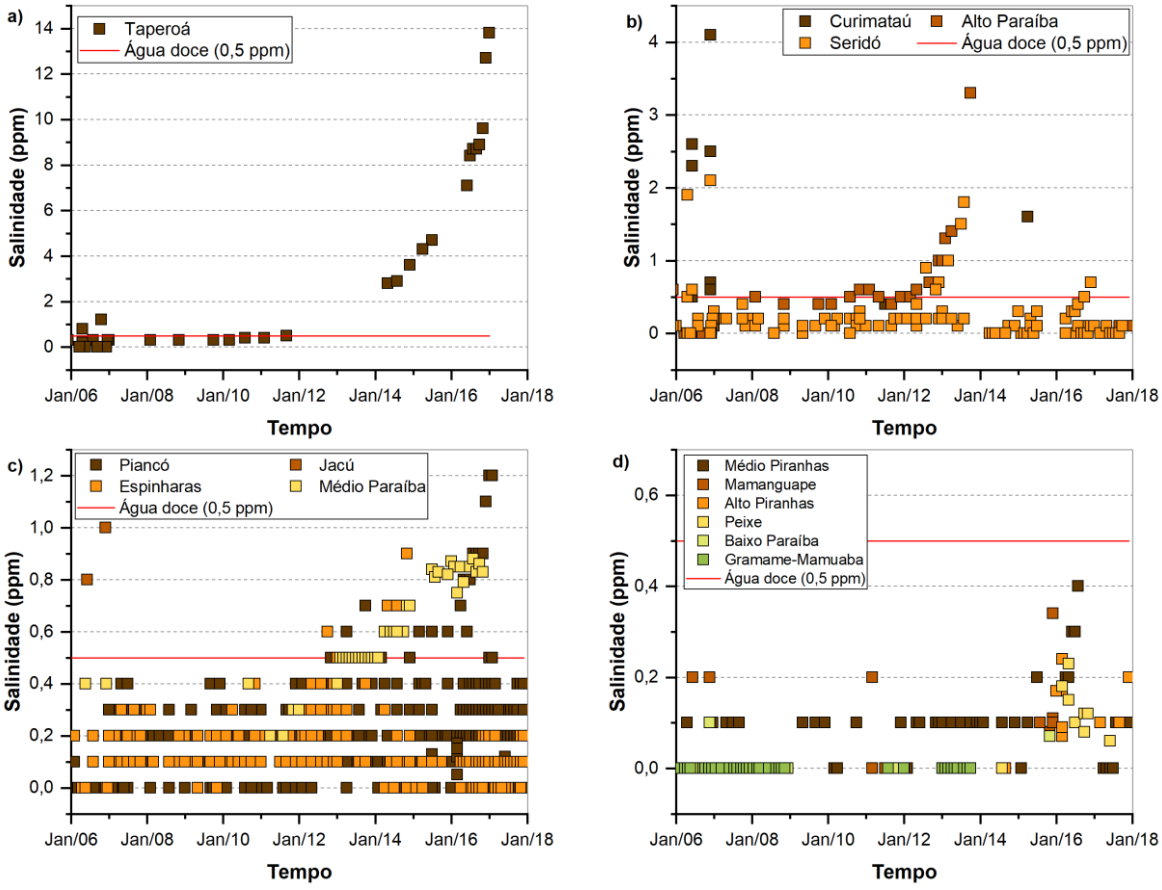
A salinidade mede a quantidade de sais dissolvidos nas águas dos lagos e reservatórios. De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2008, águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (ppm) são consideradas como águas doces, entre 0,5 e 30 ‰ (ppm), como águas salobras, e superior a esse valor, como salgadas.

Em ambientes lóticos, normalmente, a salinidade cresce ao longo do seu curso, devido à deposição atmosférica de aerossóis marinhos, aos sais provenientes da dissolução do solo e rochas e às fontes antropogênicas. Já para os ambientes lênticos (reservatórios), o processo de salinização sofre influências das características estruturais dos açudes, tais como a natureza da bacia de drenagem, sua operação, seu tamanho e sua profundidade, esta por determinar a lâmina evaporada, com relação ao volume armazenado.

A salinidade de reservatórios e de rios foi avaliada, entre 2006 e 2017, usando os resultados analíticos, disponibilizados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA).

Ao longo do período monitorado, a salinidade, nos reservatórios por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH), teve valores entre 0 e 13,8 ppm. Condições de águas salobras foram encontradas nas BHs/SBHs Taperoá (**Figura 5.12a**), Curimataú, Alto Paraíba, Seridó (**Figura 5.12b**), Piancó, Jacú, Espinharas e Médio Paraíba (**Figura 5.12c**), principalmente, entre os anos 2013 e 2017. Particularmente, na SBH Taperoá, os valores de salinidade superiores a 2 ppm foram amostradas no açude Mucutu. Nas SBHs Médio Piranhas, Mamanguape, Alto Piranhas, Peixe, Baixo Paraíba e Gramame **(Figura 5.12d**), não houve medidas de salinidade superior a 0,5 ppm. Por outro lado, em todas as BHs/SBHs, pode ser verificado um aumento expressivo na salinidade em 2017.

Figura 5.12 - Salinidade (média mensal) em ambientes lênticos (reservatórios) por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)



Ao analisar a variação temporal da salinidade deste estudo e a potabilidade das águas mostradas no Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB), de 2006, observa-se uma distribuição semelhante da qualidade das águas, tendo como critério a salinidade. Segundo o PERH-PB, de 2006, as águas potáveis também se concentravam nas bacias do litoral, na SBH Baixo Paraíba e na SBH Peixe. Já a SBH Jacú, caracterizada em 2006, com a pior qualidade, teve poucas amostras entre 2006 e 2017. A BH Curimataú, apesar do monitoramento não contínuo, manteve-se com salinidade alta.

Nos ambientes lóticos (rios e riachos), a salinidade teve médias entre 0 e 25,84 ppm e valores máximos, entre 0 e 37,80 ppm (**Tabela 5.4**). Ao todo, 52% dos rios e riachos monitorados apresentaram salinidade média superior a 0,5 ppm, sendo 2 superiores a 30 ppm (rio Mamanguape – MM 03 e rio Paraíba – PB 04 Est), por serem amostras coletadas em área estuarina. Os maiores valores de salinidade foram registrados no Rio Graú (37,80 ppm) e no Rio Paraíba (37,70 ppm). Há destaque para as águas da transposição do Rio São Francisco (Rio São Francisco - Adutora Pajeú), as quais não apresentaram característica de salinização.

Tabela 5.4 - Variabilidade da salinidade em ambientes lóticos (rios e riachos)

Ambiente lótico	Contagem de amostras	Salinidade (ppm)			
		Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Rio Soé	63	25,84	7,20	35,60	7,27
Rio Mandacaru	64	22,19	1,16	33,40	8,03
Rio Ribeira	64	20,41	1,30	32,00	6,90
Rio Graú	87	20,13	0,00	37,80	12,68
Rio Tambiá Grande	63	19,63	1,70	30,80	7,66
Rio Paraíba	644	18,19	0,00	37,70	13,15
Rio Sanhauá	64	15,16	0,10	29,30	7,20
Rio Gurugí	87	14,35	0,00	36,90	14,60
Rio Mucatu	6	10,18	0,80	22,30	8,17
Rio Mamanguape	252	9,65	0,00	37,20	14,68
Rio Miriri	171	8,05	0,00	37,00	12,84
Rio Mucatú	77	7,88	0,00	33,50	7,47
Rio Camaratuba	261	5,24	0,00	35,30	9,55
Rio Piranhas	168	4,21	0,00	27,30	7,33
Rio Gramame	512	4,08	0,00	37,20	10,29
Rio Abiaí	264	2,32	0,00	32,00	5,48
Rio Cuiá	360	2,21	0,00	36,80	6,80
Rio Guajú	262	1,39	0,00	32,90	5,14
Rio Bodocongó	17	1,34	0,40	2,90	0,70
Rio Ingá	8	1,04	0,40	2,10	0,55
Rio Espinharas	54	0,78	0,00	23,00	3,12
Rio Taperubu	43	0,76	0,00	25,70	4,01
Riacho Mussuré	401	0,28	0,00	8,20	0,84
Rio Piancó	53	0,07	0,00	0,20	0,07
Rio Miriri	20	0,03	0,00	0,03	0,01
Rio Marés	42	0,03	0,00	0,10	0,03
Rio Popocas	7	0,03	0,02	0,04	0,01
Rio da Prata	43	0,02	0,00	0,06	0,03
Rio Jaguaribe	364	0,02	0,00	3,60	0,27
Rio Tibiri	25	0,02	0,00	0,03	0,01
Rio Jangada	41	0,02	0,00	0,09	0,02
Rio Vermelho	41	0,01	0,00	0,04	0,02
Rio Mumbaba	267	0,01	0,00	0,30	0,04

Ambiente lótico	Contagem de amostras	Salinidade (ppm)			
		Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Rio Soé	63	25,84	7,20	35,60	7,27
Rio Mandacaru	64	22,19	1,16	33,40	8,03
Rio Ribeira	64	20,41	1,30	32,00	6,90
Rio Graú	87	20,13	0,00	37,80	12,68
Rio Tambiá Grande	63	19,63	1,70	30,80	7,66
Rio Paraíba	644	18,19	0,00	37,70	13,15
Rio Sanhauá	64	15,16	0,10	29,30	7,20
Rio Gurugí	87	14,35	0,00	36,90	14,60
Rio Mucatu	6	10,18	0,80	22,30	8,17
Rio Mamanguape	252	9,65	0,00	37,20	14,68
Rio Miriri	171	8,05	0,00	37,00	12,84
Rio Mucatú	77	7,88	0,00	33,50	7,47
Rio Obim	42	0,01	0,00	0,03	0,01
Riacho Cabelo	484	0,01	0,00	0,30	0,03
Rio do Peixe	18	0,01	0,00	0,10	0,02
Rio da Pedra	20	0,00	0,00	0,03	0,01
Rio Laranjeiras	88	0,00	0,00	0,30	0,03
Rio Cabocó	401	0,00	0,00	0,10	0,01
Rio São Francisco - Adutora Pajeú	9	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Boa Água	178	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Alagamar	22	0,00	0,00	0,00	0,00

A **Figura 5.13** mostra a distribuição da salinidade média, entre 2006 e 2017, dos rios e reservatórios monitorados pela CAGEPA e pela SUDEMA. Podem ser verificados os pontos de coleta que sofreram influência da intrusão da água do mar.

Como relatado anteriormente, a salinidade é consequência da concentração de sais dissolvidos nas águas superficiais. Essa concentração pode ser expressa pelos parâmetros de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD) e cloreto. As **Figuras 5.14 e 5.15** confirmam a forte relação entre esses parâmetros e a salinidade, para cujo cáclulo, nos ambientes lênticos, foram utilizadas as médias de cada bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs).

A condutividade elétrica média nos reservatórios variou entre 91,41 e 5.032,51 $\mu S\ cm^{-1}$ e, nos ambientes lóticos, de 47,38 a 39.207,11 $\mu S\ cm^{-1}$. Nos riachos e rios, 54% das médias das concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD) estiveram acima do VMP, para águas doces Classes 1, 2 e 3 (500 mg L^{-1}) da Resolução CONAMA 357/2005. As BHs/SBHs Curimataú, Taperoá, Jacú e Médio Paraíba tiveram concentrações médias de STD e cloretos, em inconformidade com a Resolução CONAMA n° 357/2005 (superiores a 500 mg L^{-1} e 250 mg L^{-1}, respectivamente).

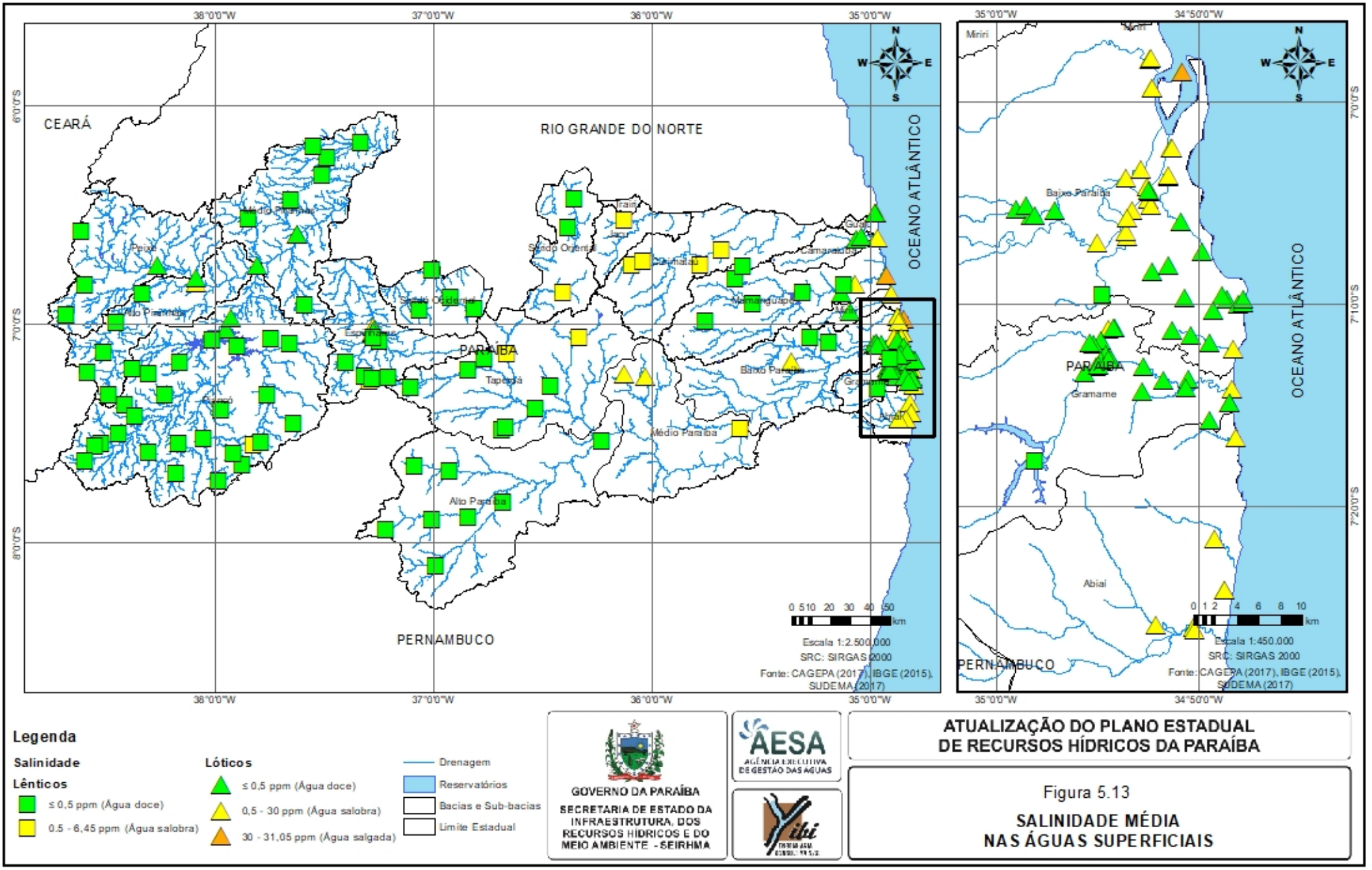

CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Alto Piranhas
Espinharas
Sertão Oriental
Curimataú
Camaratuba
Baixo Paraíba
Tapeçará
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Alto Paraíba
Miriri
Bayeux
Jacaré
Guaju
Jacumã
0 5 10 20 30 40 50 km
Escala 1:2.500.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: CAGEPA (2017), IBGE (2015), SUDEMA (2017)
0 1 2 4 6 8 10 km
Escala 1:450.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: CAGEPA (2017), IBGE (2015), SUDEMA (2017)
Legenda
Salinidade
Lênticos
≤ 0,5 ppm (Água doce)
0,5 - 6,45 ppm (Água salobra)
Lóticos
≤ 0,5 ppm (Água doce)
0,5 - 30 ppm (Água salobra)
30 - 31,05 ppm (Água salgada)
Drenagem
Reservatórios
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.13
SALINIDADE MÉDIA NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Figura 5.14 - Correlações lineares entre a salinidade e os parâmetros condutividade elétrica, STD e cloreto nos reservatórios

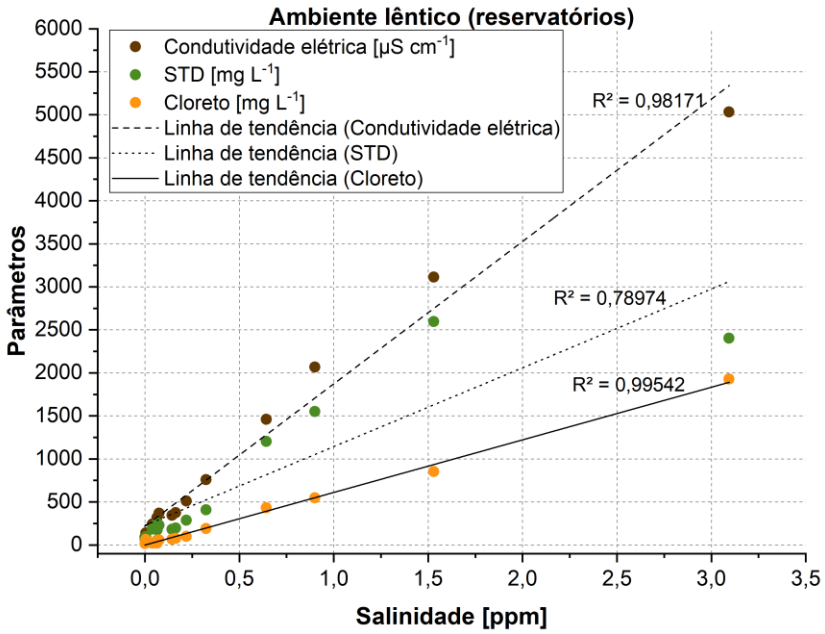
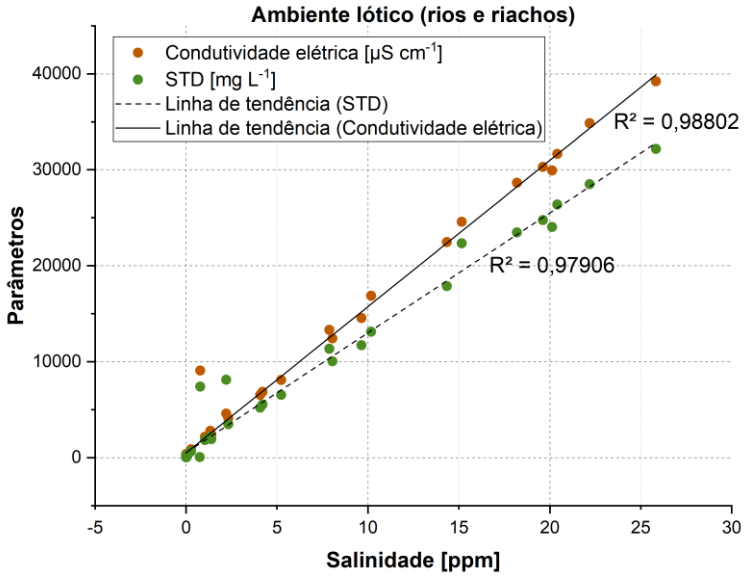


Figura 5.15 - Correlações lineares entre a salinidade e os parâmetros condutividade elétrica e STD nos riachos e rios



5.2.8 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

5.2.8.1 Introdução

Como ferramenta que auxilia a sociedade, na compreensão da qualidade da água de rios e reservatórios, os índices são difusamente utilizados, por agruparem diferentes parâmetros físico-químicos e/ou biológicos, usando somatórios ou produtórios, os quais resultam em único valor que pode ser categorizado, qualitativamente. Por outro lado, ao unir diferentes unidades de medidas, perde-se a interpretação individual das variáveis, a qual confere uma maior confiabilidade à avaliação da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

Tomando como referência o *Water Quality Index* (WQI), desenvolvido pela *National Sanitation Foundation*, em 1970, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou e desenvolveu o índice de qualidade das águas (IQA). O IQA é calculado pelo produtório ponderado de 9 variáveis (coliformes fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido), conforme a equação a seguir.

$$IQA = \prod_{i=1}^{9} {q_i}^{w_i}$$

Em que IQA é o índice de qualidade das águas, que varia entre 0 e 100, q_i a qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida, e w_i , o peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, variando entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

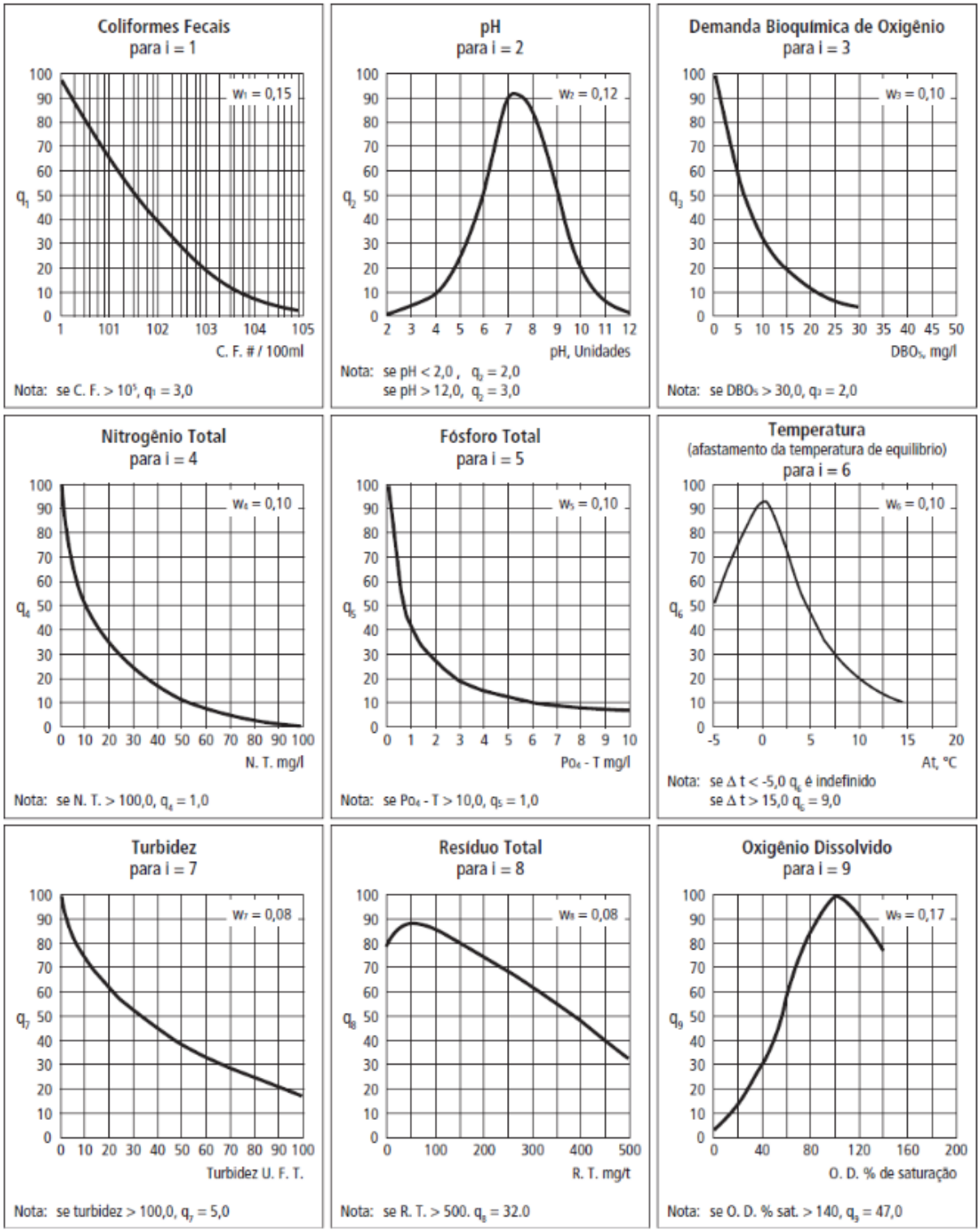
Para cada parâmetro, foram traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas, em função de sua concentração ou medida, e atribuído um peso, de acordo com a sua importância no cálculo do IQA, o qual reflete, especialmente, a poluição da água por esgotos domésticos e por outras cargas orgânicas (CETESB, 2003) (**Figura 5.16**). Como resultado, os valores do IQA podem ser de 0 a 100, classificados conforme os intervalos indicados na **Tabela 5.5**.

A partir dessa metodologia, foi calculado o índice de qualidade das águas (IQA) para os reservatórios monitorados pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), no período de 2007 a 2017, com o auxílio do *software* Qualigraf (Möbüs, 2003).

Tabela 5.5 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Figura 5.16 - Curvas de qualidade para as nove variáveis utilizadas e seus respectivos pesos para o cálculo do IQA (CETESB, 2003)



A **Tabela 5.6** mostra os parâmetros estatísticos (média, mínimo, máximo e variância) para os valores de IQA calculados, entre 2007 e 2017, para cada bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). Em geral, todas as BHs/SBHs apresentaram médias de IQA, correspondentes à qualidade boa. As SBHs Alto Piranhas, Médio Piranhas e Piancó tiveram os maiores IQAs máximo. Ao considerar o mínimo, essa qualidade reduz para regular ou ruim, exceto nas BHs Gramame e Jacú. Já os altos valores de variância apontam uma qualidade variável das águas superficiais, a qual pode ser decorrente da sazonalidade, bem como do efeito de fontes poluidoras difusas e pontuais, que provocam características físico-químicas distintas, entre os reservatórios de uma mesma BH/SBH.

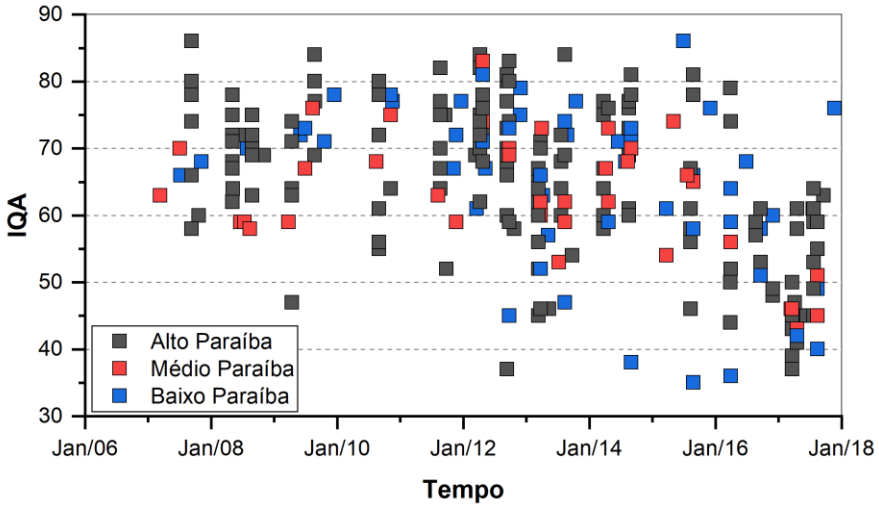
Tabela 5.6 - Parâmetros estatísticos do IQA para cada bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

BH/SBH[1]	Contagem de amostras	Índice de Qualidade das Águas (IQA)			
		Média	Mínimo	Máximo	Variância
Alto Paraíba	163	65,43	37,00	86,00	127,05
Médio Paraíba	38	62,58	43,00	83,00	90,90
Baixo Paraíba	53	64,42	35,00	86,00	153,02
Alto Piranhas	49	70,18	42,00	90,00	98,69
Médio Piranhas	111	62,49	28,00	90,00	136,74
Espinharas	77	68,36	40,00	86,00	108,00
Peixe	92	65,14	25,00	88,00	148,78
Piancó	343	69,87	28,00	90,00	101,60
Seridó	82	63,32	39,00	84,00	89,38
Taperoá	65	64,94	39,00	80,00	89,68
Curimataú	29	68,00	48,00	80,00	49,29
Gramame-	13	70,23	54,00	81,00	79,53
Jacú	11	66,91	62,00	76,00	12,89
Mamanguape	65	71,58	49,00	84,00	68,56
(vazio)[2]	61	62,46	26,00	88,00	205,92
Total Geral	**1252**	**66,74**	**25,00**	**90,00**	**121,50**

[1] BH/SBH: Bacia/Sub-bacia Hidrográfica
[2] Reservatório ou rio com informação geográfica não disponibilizada

A variabilidade temporal da qualidade dos reservatórios da bacia/sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba (SBHs Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba) pode ser observada na **Figura 5.17**. Os valores do IQA variavam entre 55 e 85 até 2013, quando a qualidade das águas dos reservatórios passou a apresentar uma tendência de deterioração, principalmente, no início de 2017. No segundo semestre de 2017, pode ser verificado uma recuperação da qualidade, quando os valores do IQA aumentaram. Além disso, nota-se que a qualidade das águas na SBH Alto Paraíba foi, predominantemente, superior às das SBHs Médio Paraíba e Baixo Paraíba.

Figura 5.17 - Variação temporal do IQA mensal na bacia hidrográfica do Rio Paraíba



Essa queda na qualidade dos reservatórios, a partir de 2013, também esteve presente na bacia hidrográfica do Rio Piranhas, como pode ser visto nas **Figuras 5.18 e 5.19**. Em geral, o IQA oscilou entre ≈25 e 90 (ruim a ótima), com as melhores qualidades registradas no final de 2010. A SBH Piancó, com o maior número de amostras analisadas (total de 343), teve, comumente, suas águas superficiais com classificação melhor que as SBHs Seridó, Espinharas e Taperoá.

Figura 5.18 - Variação temporal do IQA mensal nas SBHs Alto Piranhas, Médio Piranhas e do Peixe

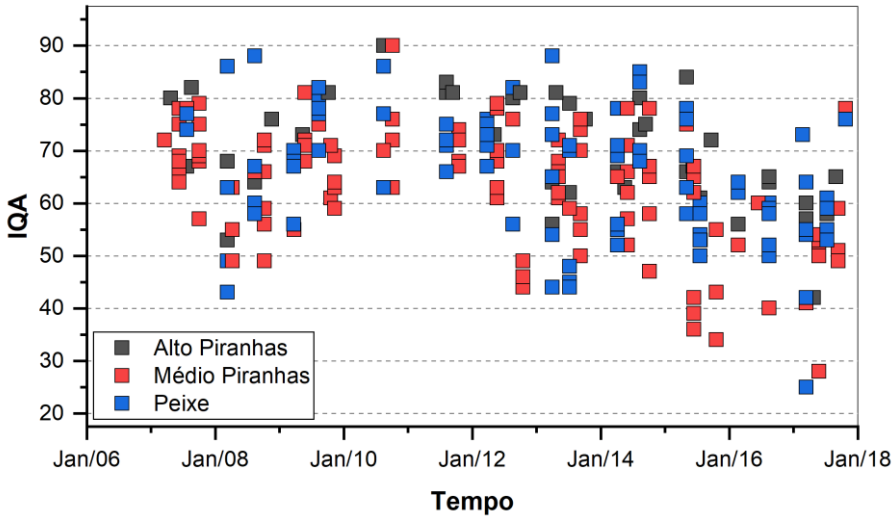
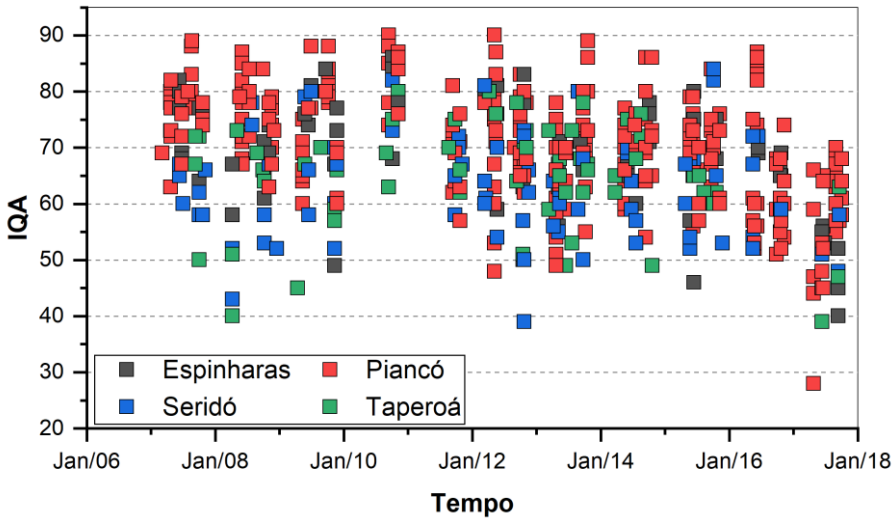
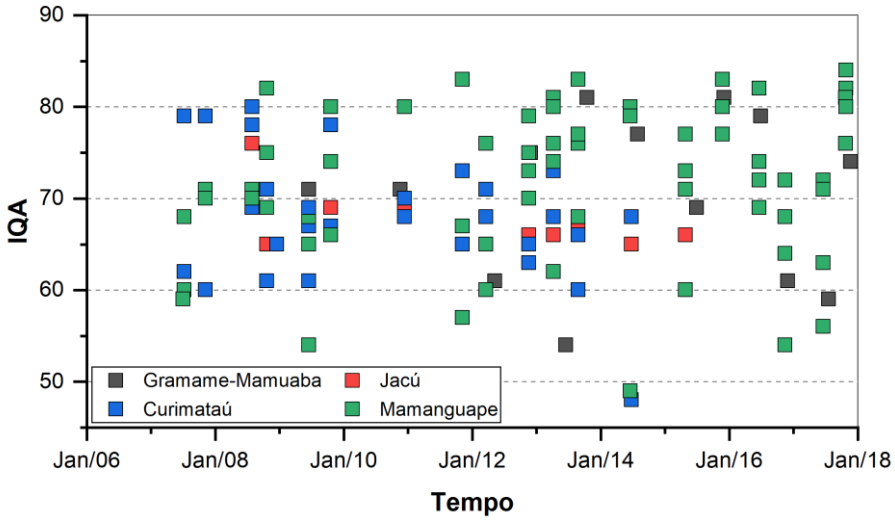


Figura 5.19 - Variação temporal do IQA mensal nas SBHs Espinharas, Piancó, Seridó e Taperoá



Já nas UPHs Curimataú, Gramame, Jacú e Mamanguape, a amplitude dos valores mensais do IQA foi menor, variando entre 48 e 84 (**Figura 5.20**). A partir de 2016, não houve dados suficientes para o cálculo do IQA nas BHs Curimataú e Jacú. Semelhante às BHs/SBHs anteriores, houve uma redução na qualidade das águas dos reservatórios, no início de 2017, com a recuperação após o período chuvoso do mesmo ano. Em 2014, foram registrados os menores valores de IQA, correspondentes à categoria irregular, nas BHs Mamanguape e Curimataú.

Figura 5.20 - Variação temporal do IQA mensal nas BHs Curimataú, Gramame, Jacú e Mamanguape



Em geral, a qualidade das águas dos reservatórios variou entre as classes regular à ótima, no período analisado (**Figuras 5.21 e 5.22**). Em pelo menos uma coleta, qualidade ruim foi identificada, nos açudes Arrojado, Cachoeira dos Alves, Chã dos Pereiras, Escondido, Pocinhos, Riacho dos Cavalos, São José, Tapera e Video. A **Figura 5.23** mostra a espacialização do IQA médio dos reservatórios monitorados pela SUDEMA, em que a

maioria dos açudes apresentaram qualidade boa, exceto o açude Chã de Pereiras, na SBH Baixo Paraíba, com qualidade irregular.

Figura 5.21 - Variação do IQA mensal por reservatórios monitorados pela SUDEMA, de 2007 a 2017 (parte 1)

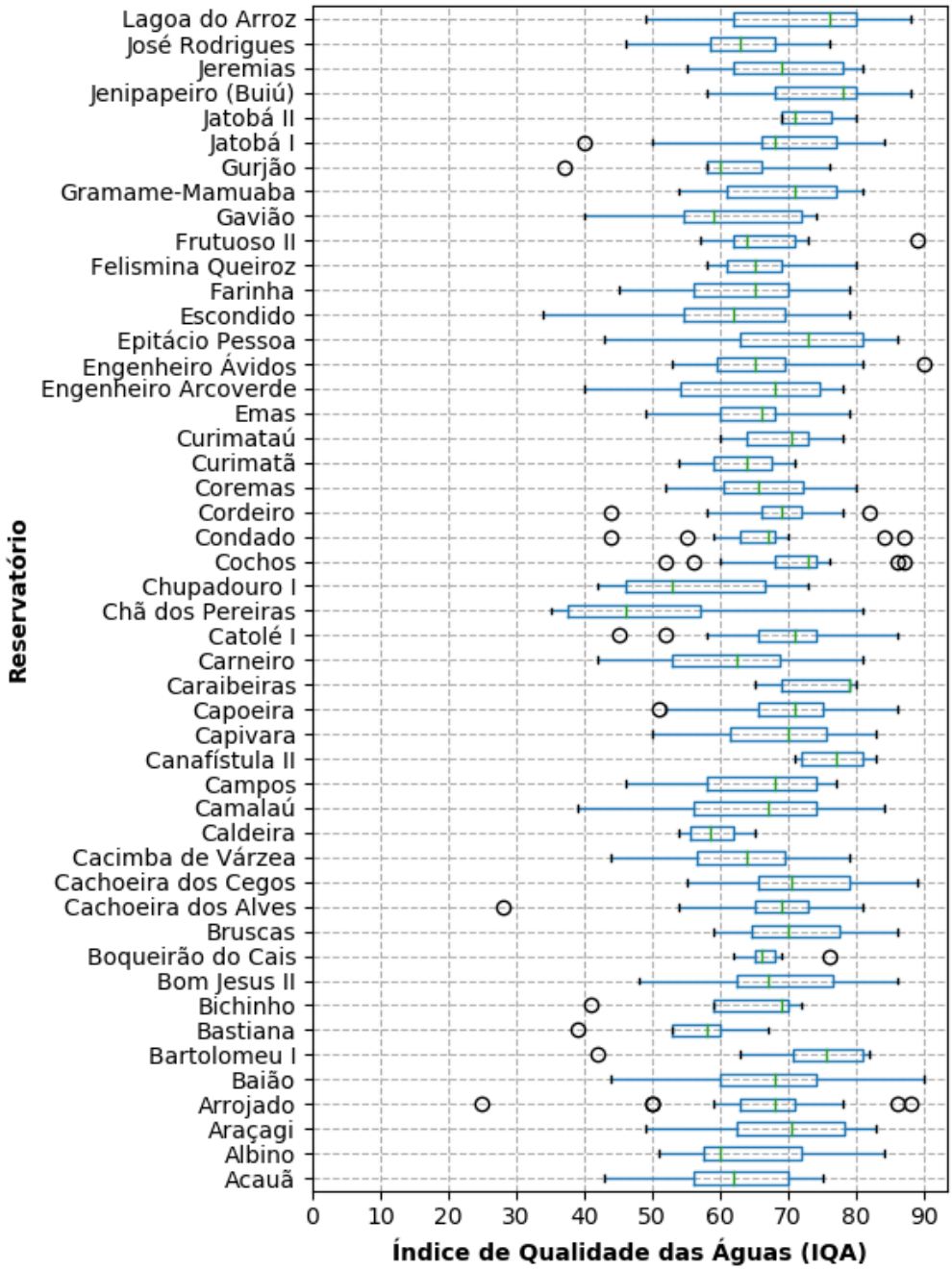
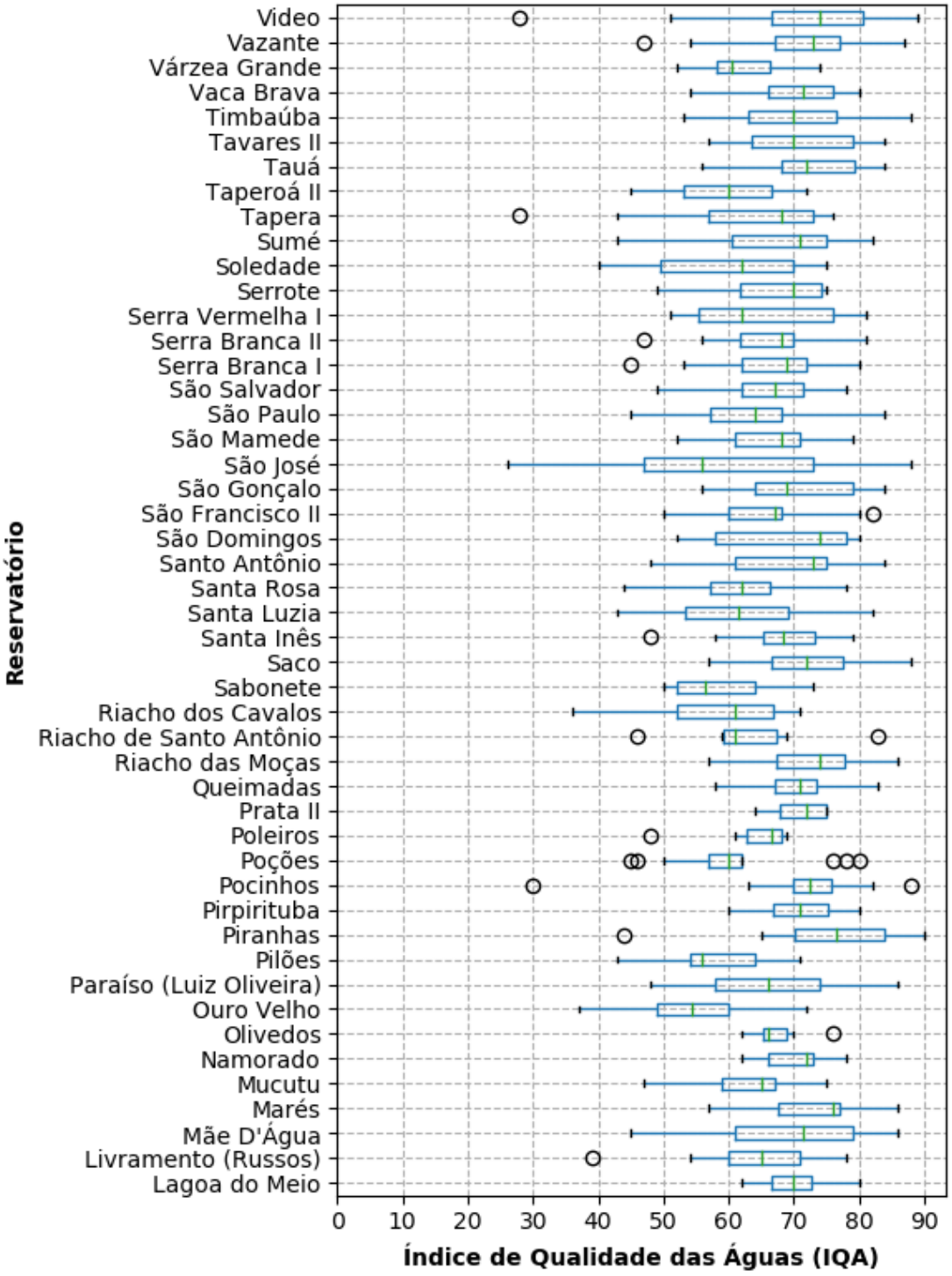
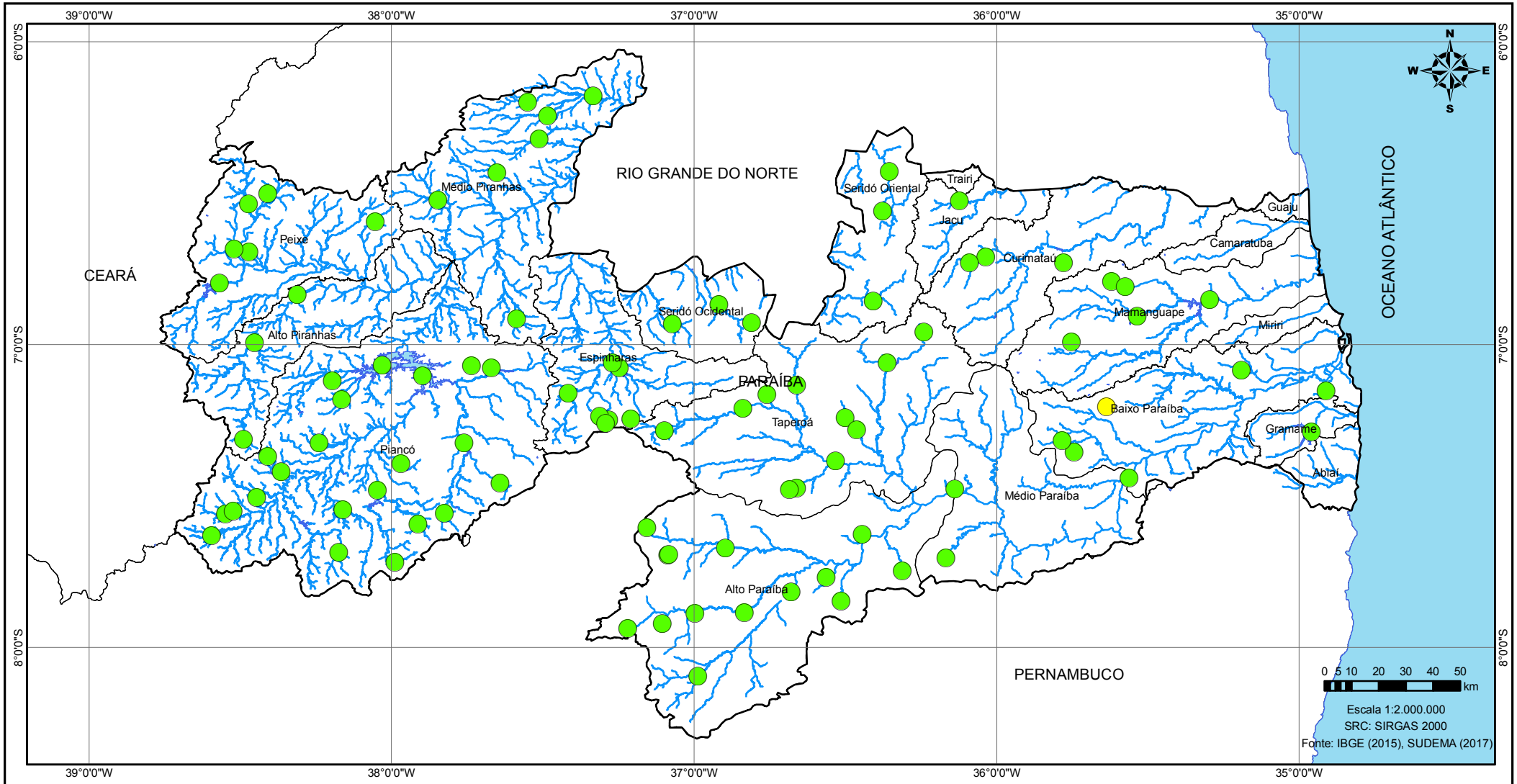


Figura 5.22 - Variação do IQA mensal por reservatórios monitorados pela SUDEMA, de 2007 a 2017 (parte 2)





Legenda

IQA - Média (2007-2017)

- 36 < IQA ≤ 51 (Regular)
- 51 < IQA ≤ 79 (Boa)
- Drenagem
- Reservatórios
- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.23

ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) MÉDIO NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.2.9 Índice de Estado Trófico (IET)

O índice do estado trófico (IET) classifica os corpos d'água, em relação aos 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, 2003). Essas características da qualidade da água podem ser expressas por medidas de fósforo, clorofila-a e transparência.

Neste estudo, o índice foi determinado, apenas, com os dados de concentração de fósforo total, em µg L^{-1}, de rios e reservatórios, provenientes da SUDEMA, de 2006 a 2017. Os dados de clorofila-a, da rede de monitoramento da CAGEPA, não foram adicionados no cálculo porque não existe concordância temporal com as análises da SUDEMA. Para o cálculo do IET, foi utilizada a metodologia proposta por Lamparelli (2004), sendo estabelecida para ambientes lênticos e lóticos pelas equações a seguir.

$$Ambientes\ lênticos - reservatórios$$

$$IET\ (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{1{,}77 - 0{,}42 \times \ln PT}{\ln 2}\right)\right)$$

$$Ambientes\ lóticos - rios\ e\ riachos$$

$$IET\ (PT) = 10\ \times \left(6 - \left(\frac{0{,}42 - 0{,}36 \times \ln PT}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

A partir do valor do IET e as correspondentes concentrações de fósforo total, pode-se caracterizar o estado trófico das águas superficiais, de acordo com os intervalos, mostrados na **Tabela 5.7**, variando de ultraoligotrófico a hipereutrófico. Quanto maior o IET, pior a qualidade da água e mais sujeita à eutrofização.

Tabela 5.7 - Classes de estado trófico por intervalo de IET e concentração de fósforo total (P_{total})

Estado Trófico	IET	Ambiente	P_{total} (µg L^{-1})
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	Lêntico Lótico	P ≤ 8 P ≤ 13
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	Lêntico Lótico	8 < P ≤ 19 13 < P ≤ 35
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	Lêntico Lótico	19 <P ≤ 52 35 < P ≤ 137
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	Lêntico Lótico	52 < P ≤ 120 137 < P ≤ 296
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	Lêntico Lótico	120 < P ≤ 233 296 < P ≤ 640
Hipereutrófico	IET > 67	Lêntico Lótico	P > 233 P> 640

As médias dos índices de estado trófico (IET), por UPH, apontaram características de meio supereutrófico ou hipereutrófico, entre os reservatórios e rios, ou seja, elevada carga de nutrientes (**Tabela 5.8**). De acordo com os mínimos valores dos IETs, não houve registros, no período analisado, de reservatório em situação ultraoligotrófica. O maior grau de trofia (IET = 95,82) foi identificado, na SBH Taperoá, com uma variância de 49,81, enquanto na SBH Piancó, foi calculado o menor IET (48,42) equivalente a ambiente oligotrófico.

Tabela 5.8 - Parâmetros estatísticos do índice de estado trófico (IET) por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)

BH/SBH[1]	Contagem de Amostras	Índice de Estado Trófico (IET)			
		Média	Mínimo	Máximo	Variância
Alto Paraíba	241	68,14	52,62	85,39	38,44
Médio Paraíba	47	69,47	59,27	87,49	44,42
Baixo Paraíba	66	66,14	50,46	88,92	42,93
Alto Piranhas	75	66,22	52,62	79,64	43,92
Médio Piranhas	140	68,94	48,42	84,25	44,58
Espinharas	99	67,64	48,42	81,82	38,07
Peixe	108	67,46	55,07	82,90	48,21
Piancó	434	65,48	48,42	89,71	45,56
Seridó	108	68,82	58,17	87,22	37,76
Taperoá	98	69,61	58,17	95,82	49,81
Curimataú	66	67,70	59,27	86,31	30,89
Gramame	25	66,87	56,82	94,77	58,27
Jacú	16	67,48	58,17	90,33	57,62
Mamanguape	81	65,79	58,17	76,32	25,82
(vazio)[2]	31	70,16	55,07	90,57	70,52
Total Geral	**1635**	**67,31**	**48,42**	**95,82**	**44,72**

[1] BH/SBH: Bacia/Sub-bacia Hidrográfica
[2] Reservatório ou rio com informação geográfica não disponibilizada

Ao analisar as águas superficiais monitoradas, de forma individual, os estados hipereutrófico e supereutrófico também foram predominantes entre 2006 e 2017 (mediana entre 63 e 75) (**Figura 5.24 e 5.25**). Ao todo, 57% das águas superficiais têm condições hipereutróficas e 42% supereutróficas. Apenas o Rio Piancó possuiu características eutróficas. Os reservatórios Bruscas, Cachoeira dos Cegos, Capoeira, Catolé I, Engenheiro Arcoverde, Gavião e Tapera tiveram, ocasionalmente, condições oligotróficas em pelo menos uma coleta.

Na **Figura 5.26**, pode ser observado que os reservatórios e rios que possuem IET médio, correspondente à ambiente hipereutrófico, concentraram-se na porção central e noroeste do Estado, nas SBHs Médio Piranhas, Espinharas, Taperoá, Seridó e Alto Paraíba. Nas porções leste e oeste, predominaram águas supereutróficas. Apenas o Rio Piancó obteve amostras com médias referentes a eutrófico e mesotrófico.

Figura 5.24 - Variação do IET mensal por reservatórios monitorados pela SUDEMA, de 2006 a 2017 (parte 1)

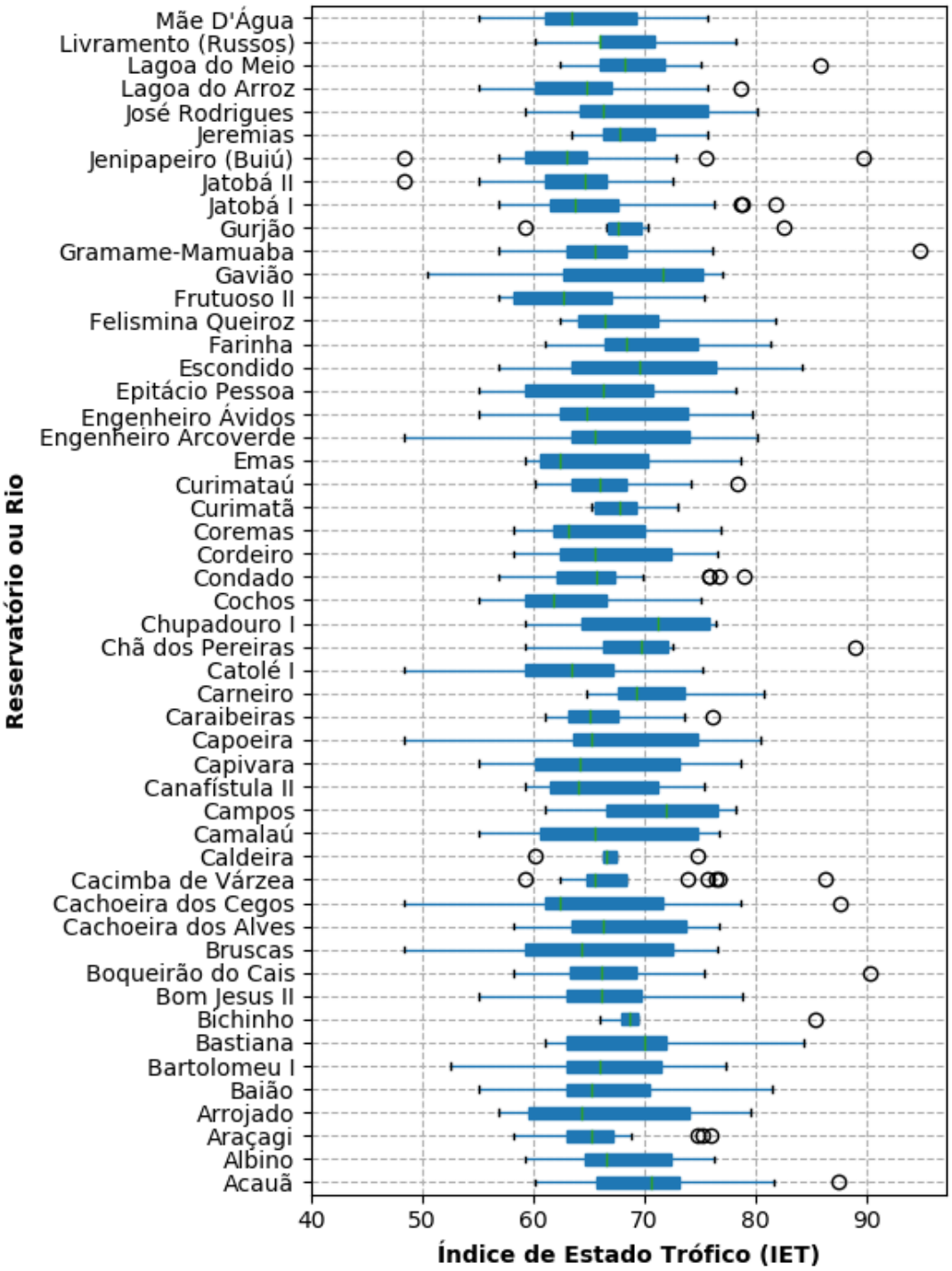
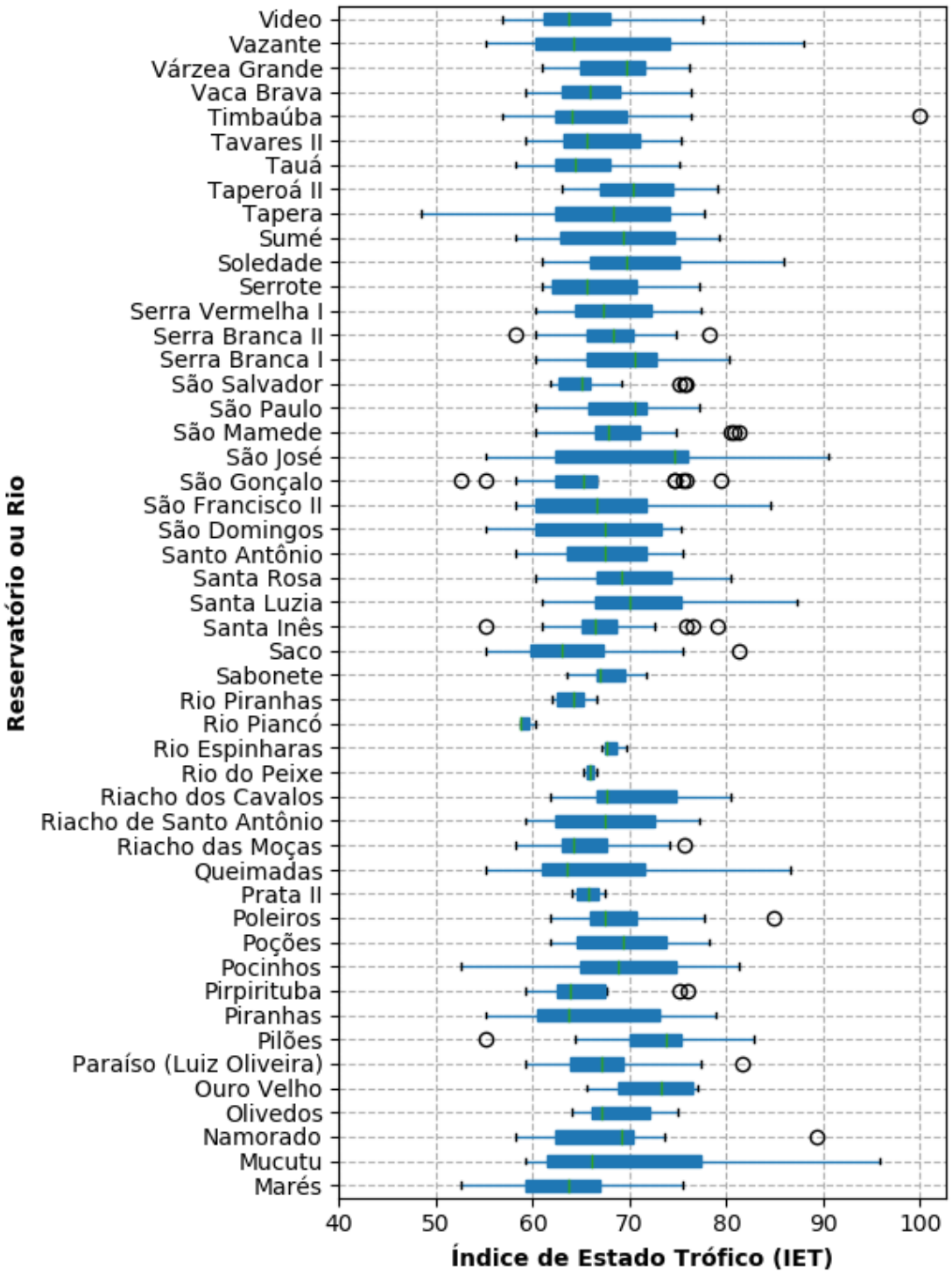
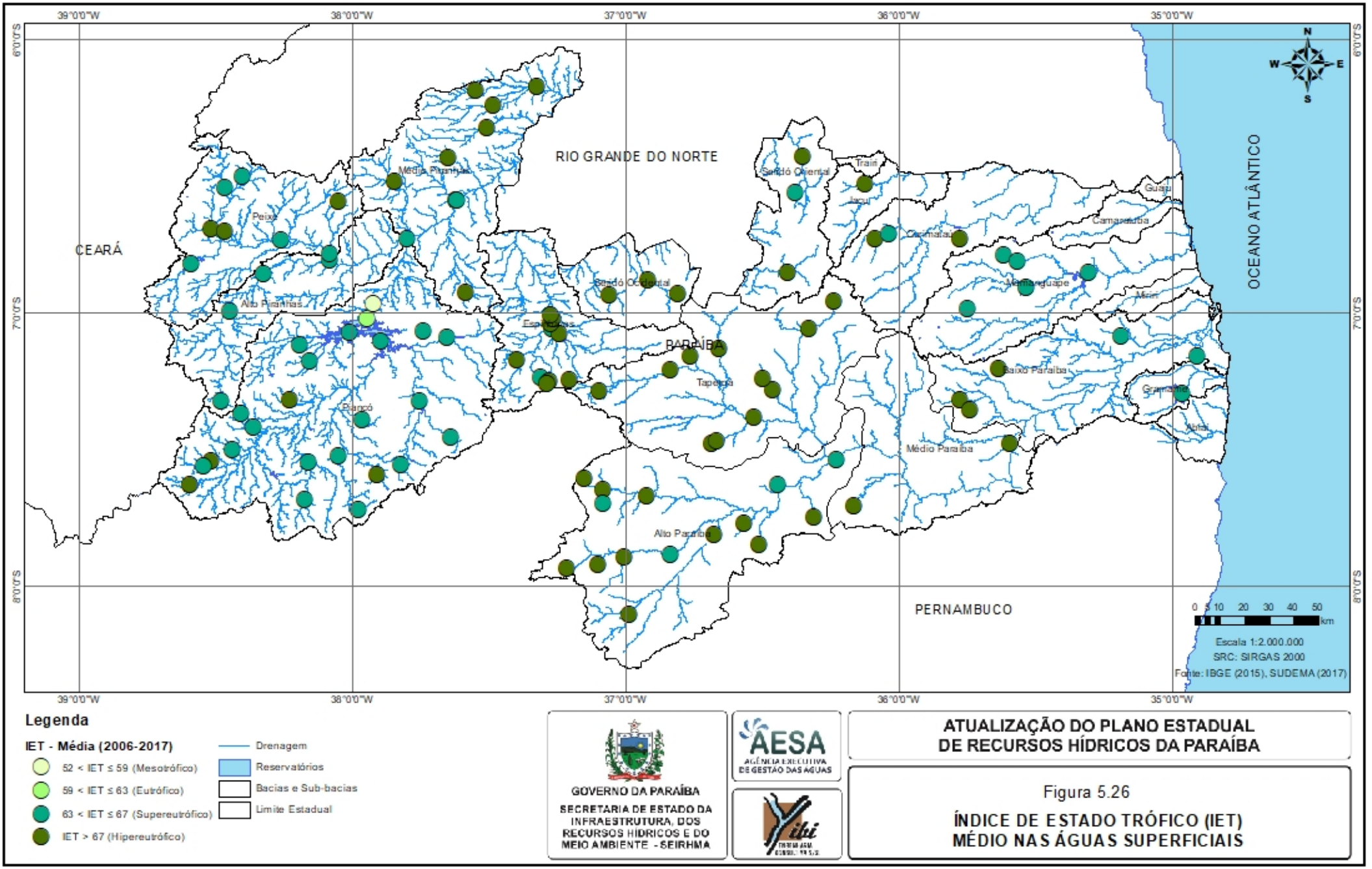


Figura 5.25 - Variação do IET mensal por reservatórios ou rios monitorados pela SUDEMA, de 2006 a 2017 (parte 2)




39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Sertão Oriental
Trairi
Curimataú
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Médio Paraíba
Alto Paraíba
Alto Piranhas
Piancó
Peixe
Taperoá
Guaju
Gramame
Abiaí
N
W
E
S
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: IBGE (2015), SUDEMA (2017)
Legenda
IET - Média (2006-2017)
52 < IET ≤ 59 (Mesotrófica)
59 < IET ≤ 63 (Eutrófica)
63 < IET ≤ 67 (Supereutrófica)
IET > 67 (Hipereutrófica)
Drenagem
Reservatórios
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.26
ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) MÉDIO NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.2.10 Cianobactérias e cianotoxinas

O plâncton consiste na comunidade que vive na água, caraterizado por organismos de pequeno tamanho, desde alguns micrômetros até poucos milímetros, e possuem pouca capacidade de locomoção. Os ambientes aquáticos e, em especial os lagos (incluindo os reservatórios), possuem comunidades planctônicas com variedade, abundância e distribuição próprias,as quais dependem das características abióticas (temperatura, luz, oxigênio dissolvido e concentração de nutrientes) e bióticas (predadores, parasitas, competição) (Di Bernardo et al., 2010).

Uma das principais famílias de fitoplâncton, encontradas em reservatórios tropicais, consiste nas cianobactérias que possuem importante significado ecológico e sanitário, por serem indicadores biológicos de alteração na qualidade das águas. Isso se deve a um enriquecimento artificial dos corpos d'água, por nutrientes em excesso, principalmente nitrogênio e fósforo, os quais provocam uma reprodução acelerada das cianobactérias, levando, assim, ao processo de eutrofização de águas superficiais. Além disso, possuem a capacidade de sintetizar compostos bioativos (cianotoxinas), que promovem efeito toxigênico à biota aquática e a seres humanos (Di Bernardo et al., 2010).

Valores de densidade de cianobactérias, disponibilizados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), foram analisados, no período de 2014 a 2017, nos reservatórios estratégicos de 13 bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs) (Alto Paraíba, Médio Paraíba, Baixo Paraíba, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Peixe, Espinharas, Piancó, Taperoá, Seridó, Curimataú, Gramame e Mamanguape). Apenas os mananciais com informação disponibilizada sobre a localização foram considerados.

Ao todo, foram identificados 30 tipos de gênero, entre as amostras com médias de densidade entre 632,50 e 944.192,92 cel mL^{-1} (**Tabela 5.9**). A maior média de densidade celular corresponde a, aproximadamente, 19 vezes o valor máximo permitido (VMP) pela Resolução CONAMA n°357/2005 para águas doces de Classe 2 (50.000 cel mL^{-1}).

Tabela 5.9 - Gêneros de cianobactérias identificados nos reservatórios estratégicos, entre 2014 e 2017

Gênero - Cianobactéria	Contagem de amostras	Densidade média (cel mL^{-1})
Aphanocapsa	977	66.130,27
Cylindrospermopsis	799	944.192,92
Pseudanabaena	652	139.036,63
Chroococcus	513	8.038,80
Limnothrix	382	228.195,06
Planktothrix	350	123.893,06
Merismopedia	332	25.856,50
Dolichospermum	313	112.351,21
Coelomoron	313	56.663,82
Oscillatoria	306	81.769,99
Planktolyngbya	266	381.998,09
Cuspidothrix	129	73.836,05
Microcystis	128	260.508,48
Geitlerinema	121	73.650,90
Aphanothece	94	154.219,64
Coelosphaerium	76	7.492,05
Eucapsis	64	2.521,17
Radiocystis	61	52.227,49

Gênero - Cianobactéria	Contagem de amostras	Densidade média (cel mL^{-1})
Komvophoron	39	2.305,36
Leptolyngbya	26	345.306,46
Limnococcus	15	3.464,53
Sphaerocavum	15	51.897,80
Phormidium	13	9.711,38
Romeria	10	13.024,00
Aphanizomenon	10	14.598,80
Spirulina	9	8.352,78
Snowella	5	119.538,40
Synechococcus	3	3.158,67
Sphaerocystis	2	632,50
Spirogyra	1	1.281,00

Espécies do *Aphanocapsa* foram as mais recorrentes entre as amostras, enquanto a maior densidade foi de células do *Cylindrospermopsis*. Esse último gênero agrega espécies com potencial de síntese da cianotoxinas, tais como cilindrospermopsina e saxitoxina. Outros gêneros presentes, com potencialidade de emissão de cianotoxinas, foram *Oscillatoria, Aphanizomenon, Planktothrix, Anabaena, Cylindrospermum, Aphanizomenon, Anabaena, Lyngbya, Aphanizomenon, Lyngbya* e *Anabaena.*

Em todas as BHs/SBHs monitoradas, foram encontradas inconformidades com a Resolução CONAMA n°357/2005, em relação ao VMP de densidade de cianobactérias, além da presença de espécies tóxicas dos gêneros *Cylindrospermum* e *Oscillatoria* (**Figuras 5.27 a 5.30**). Uma excessiva abundância de cianobactérias, com densidades médias, por gênero, superiores a 1.000.000 cel mL^{-1} foram mensuradas nas SBHs Médio Paraíba, Alto Piranhas e Curimataú, com o predomínio dos gêneros *Cylindrospermopsis*, *Planktolyngbya* e *Microcystis*. Já as SBHs Alto Paraíba, Médio Piranhas, Espinharas e Gramame tiveram densidades médias entre 80 e 171.350 cel mL^{-1}. A UPH Piancó apresentou a maior diversidade de espécies.

Figura 5.27 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Médio Paraíba, Alto Piranhas e BH Curimatáu

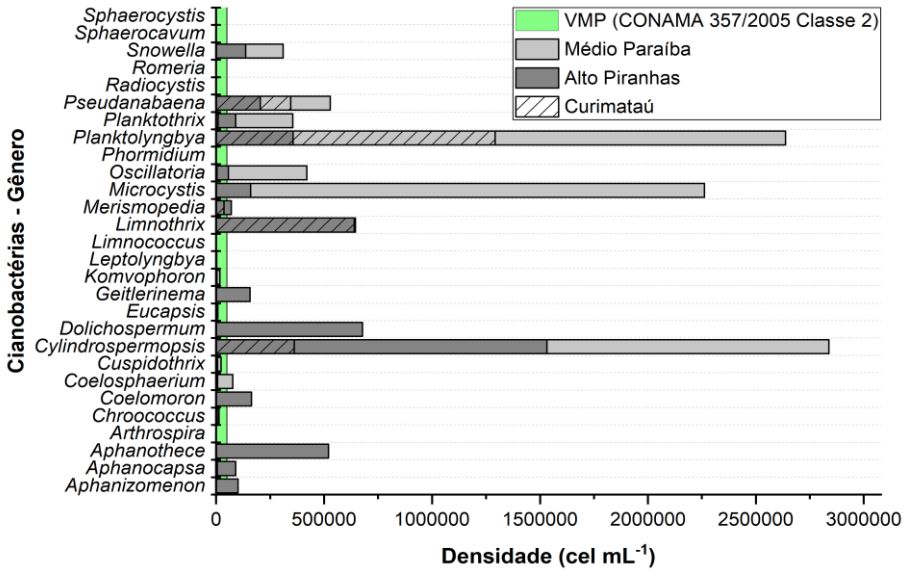


Figura 5.28 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Piancó, Mamanguape e Seridó

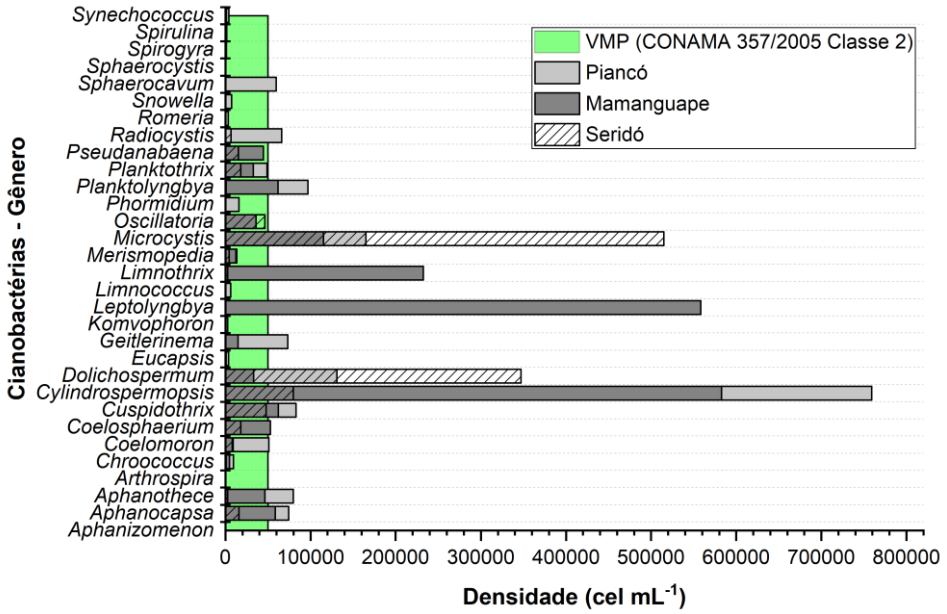


Figura 5.29 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Baixo Paraíba, Taperoá e Peixe

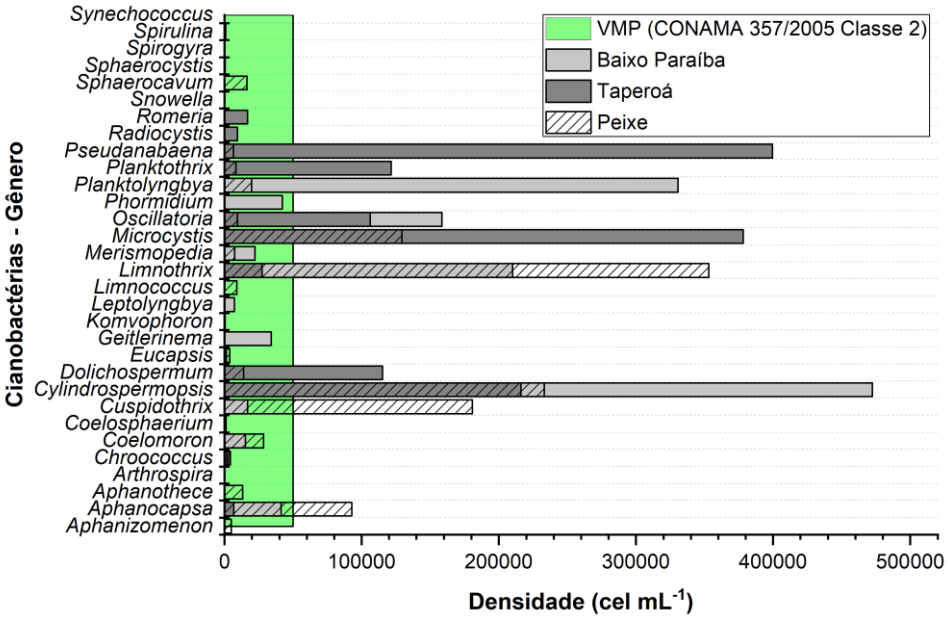
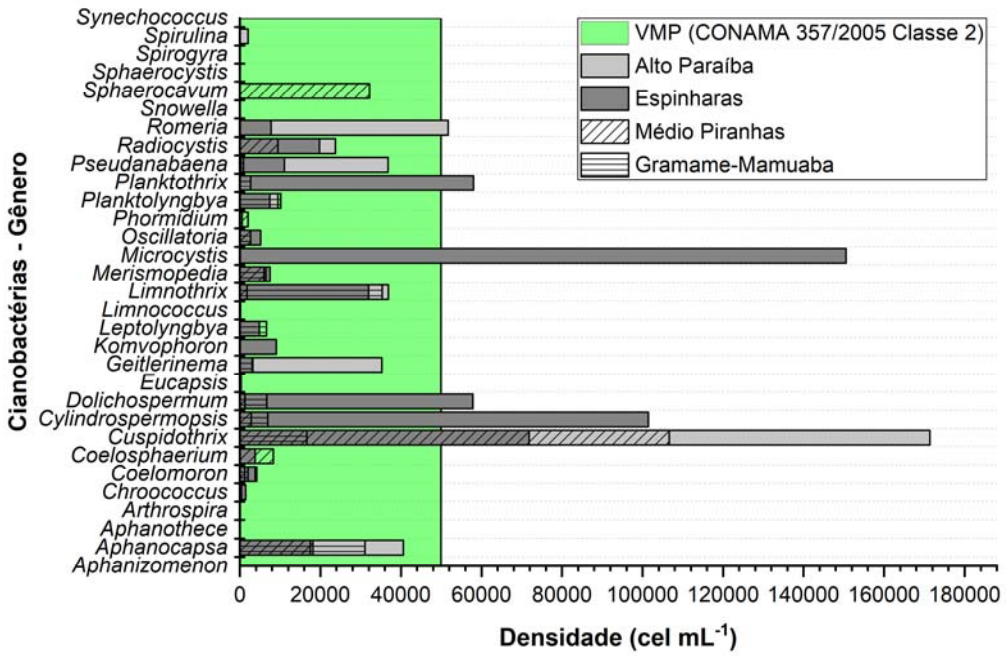


Figura 5.30 - Densidade média (cel mL^{-1}) de cianobactérias, por gênero, nas SBHs Alto Paraíba, Espinharas, Médio Piranhas e Gramame



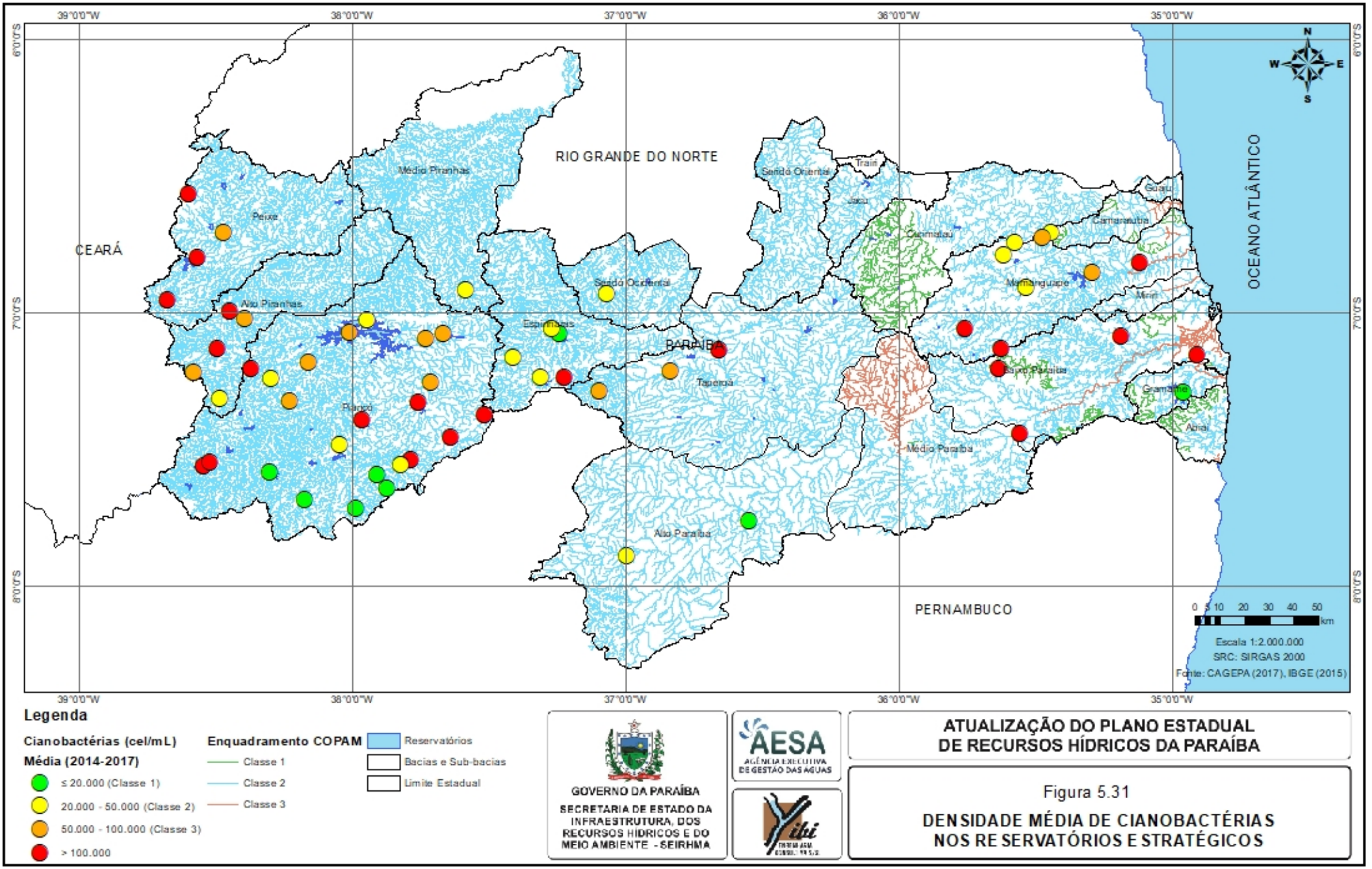
Ao todo, 39% das amostras (997 de 2544) apresentaram total de cianobactérias superior a 100.000 cel mL^{-1}. Apenas 40% dos reservatórios apresentaram densidades médias inferiores a 50.000 cel mL^{-1}, sendo 8 reservatórios com médias dentro do padrão de águas doces de Classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 (**Tabela 5.10**). Os reservatórios mais afetados, com densidades médias superiores a 1.000.000 cel mL^{-1}, foram Condado, Acauã, Brejinho e Serra Vermelha I. A **Figura 5.31** mostra a distribuição desses reservatórios estratégicos, classificados de acordo com os VMPs, nas bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs). Segundo a classificação estabelecida na Resolução CONAMA n° 357/2005, 22 reservatórios (38% do total) apresentaram densidades médias superiores ao VMP de águas doce de Classe 3.

Tabela 5.10 - Densidade média (cel mL^{-1}) por reservatório

	Reservatórios	Contagem de amostras	Densidade média (cel mL^{-1})	Classificação[1]
1	Condado	235	1.663.178,98	Superior ao VMP Classe 3
2	Acauã	579	1.402.293,32	Superior ao VMP Classe 3
3	Brejinho	86	1.124.272,26	Superior ao VMP Classe 3
4	Serra Vermelha I	105	1.103.550,25	Superior ao VMP Classe 3
5	Engenheiro Avidos	599	787.479,94	Superior ao VMP Classe 3
6	São José I	101	699.802,38	Superior ao VMP Classe 3
7	São Francisco II	10	516.351,40	Superior ao VMP Classe 3
8	Camará	48	411.839,83	Superior ao VMP Classe 3
9	São Salvador	626	302.591,31	Superior ao VMP Classe 3
10	Mucutu	50	262.691,32	Superior ao VMP Classe 3
11	Gamela	69	222.128,32	Superior ao VMP Classe 3
12	Bom Jesus II	301	193.986,98	Superior ao VMP Classe 3
13	Glória	9	171.800,44	Superior ao VMP Classe 3
14	Chã dos Pereiras	3	165.424,67	Superior ao VMP Classe 3

	Reservatórios	Contagem de amostras	Densidade média (cel mL^{-1})	Classificação[1]
15	Jangada	189	161.038,43	Superior ao VMP Classe 3
16	Queimadas	242	151.784,88	Superior ao VMP Classe 3
17	Cafundó	186	139.907,43	Superior ao VMP Classe 3
18	Cachoeira da Vaca	43	128.884,74	Superior ao VMP Classe 3
19	Albino	95	127.167,77	Superior ao VMP Classe 3
20	Jenipapeiro (Buiú)	296	104.546,34	Superior ao VMP Classe 3
21	Marés	229	103.152,58	Superior ao VMP Classe 3
22	Lagoa do Arroz	204	102.568,82	Superior ao VMP Classe 3
23	Araçagi	437	99.466,56	Classe 3
24	Cochos	339	98.951,99	Classe 3
25	Chupadouro I	27	92.503,11	Classe 3
26	Catingueira	11	89.833,09	Classe 3
27	Bom Jesus I	6	85.508,00	Classe 3
28	Jeremias	73	79.851,75	Classe 3
29	Cachoeira dos Cegos	255	78.810,93	Classe 3
30	Suspiro	23	78.296,09	Classe 3
31	Novo	68	59.698,71	Classe 3
32	Mãe D'Água	77	58.694,29	Classe 3
33	Emas	127	58.449,07	Classe 3
34	Cachoeira dos Alves	86	52.062,65	Classe 3
35	Taperoá II	82	50.505,27	Classe 3
36	Riacho das Moças	46	49.842,26	Classe 2
37	Duas Estradas	47	45.483,32	Classe 2
38	Bartolomeu I	97	38.740,19	Classe 2
39	Jatobá I	38	35.382,95	Classe 2
40	Pimenta	180	33.624,29	Classe 2
41	Capoeira	90	33.182,27	Classe 2
42	Engenheiro Arcoverde	72	32.189,89	Classe 2
43	Canafístula II	75	31.443,07	Classe 2
44	Timbaúba	183	30.954,72	Classe 2
45	Curema	116	26.211,63	Classe 2
46	São Mamede	37	23.559,08	Classe 2
47	Lagoa do Matias	74	22.524,89	Classe 2
48	Tauá	99	22.259,94	Classe 2
49	Saco	134	22.075,37	Classe 2
50	Poções	87	21.464,72	Classe 2
51	Gramame-Mamuaba	109	15.684,26	Classe 1
52	Campos	2	15.458,00	Classe 1
53	Farinha	73	15.150,25	Classe 1
54	Catolé I	93	14.245,01	Classe 1
55	Jatobá II	41	8.596,05	Classe 1
56	Tavares II	50	6.687,08	Classe 1
57	Novo II	56	4.086,71	Classe 1
58	Poço Redondo	1	0,00	Classe 1

[1] Conforme a Resolução CONAMA n° 357/2005


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Serido Ocidental
Espinharas
Serido Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Camaratuba
Guaju
Mamanguape
Miriri
Taperoá
Piancó
Alto Paraíba
Baixo Paraíba
Médio Paraíba
Gramame
Abiaí
N
S
W
E
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: CAGEPA (2017), IBGE (2015)
Legenda
Cianobactérias (cel/mL)
Média (2014-2017)
≤ 20.000 (Classe 1)
20.000 - 50.000 (Classe 2)
50.000 - 100.000 (Classe 3)
> 100.000
Enquadramento COPAM
Classe 1
Classe 2
Classe 3
Reservatórios
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.31
DENSIDADE MÉDIA DE CIANOBACTÉRIAS NOS RESERVATÓRIOS ESTRATÉGICOS

As concentrações de 3 cianotoxinas (cilindrospermopsina, microcistina e saxitoxina), monitoradas entre 2015 e 2017, conforme obrigatoriedade da Portaria n° 5/2017 do Ministério da Saúde (MS), apresentaram médias entre 0,1 a 5,47 μg L^{-1} , nas BHs/SBHs (**Tabela 5.11**). As maiores concentrações foram de microcistina, obtidas nas SBHs Baixo Paraíba (5,47 ± 4,92 μg L^{-1}), Mamanguape (5,37 ± 5,86 μg L^{-1}) e Alto Piranhas (4,63 ± 3,08 μg L^{-1}). Importante ressaltar que essas concentrações foram medidas em amostras de água bruta, sem tratamento.

Tabela 5.11 - Concentração média de cianotoxinas nas bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH) do Estado da Paraíba

BH/SBH[1]	Concentração média de cianotoxinas em μg L^{-1}		
	Cilindrospermopsina	Microcistina	Saxitoxina
Alto Paraíba	1,06	2,89 ± 0,5	0,44 ± 0,17
Alto Piranhas	1,51 ± 3,38	4,63 ± 3,08	1,31 ± 3,52
Baixo Paraíba	0,78 ± 0,55	5,47 ± 4,92	0,46 ± 0,45
Curimataú	0,46 ± 0,39	1,43 ± 0,96	0,1 ± 0
Espinharas	0,52 ± 0,37	0,92 ± 0,96	0,2 ± 0,17
Gramame	0,49 ± 0,77	0,72 ± 1,16	
Mamanguape	0,67 ± 0,45	5,37 ± 5,86	0,58 ± 0,39
Médio Paraíba	0,79 ± 0,6	1,44 ± 1,2	0,77 ± 0,67
Peixe	2,68 ± 7,64	0,45 ± 0,25	1,75 ± 3,43
Piancó	1,07 ± 1,62	2,05 ± 1,83	0,64 ± 0,72
Seridó		0,80	0,20
Taperoá	0,70	0,30	0,10

[1] BH/SBH: Bacia/Sub-bacia Hidrográfica

A Portaria MS n° 5/2017 também define, para água tratada, os valores máximos de concentração, para cilindrospermopsina, microcistina e saxitoxina como sendo, respectivamente, 1,0, 1,0 e 3,0 μg L^{-1}. Dessa forma, 36% das médias de cilindrospermopsina, por BH/SBH, estiveram fora do padrão de potabilidade, enquanto para a microcistina, esse percentual subiu para 58%. Isso alerta a continuidade do monitoramento, nas sstações de tratamento de água (ETAs), para verificar a remoção dessas cianotoxinas na água tratada.

As cilindrospermopsina e microcistina são hepatoxinas, sendo a primeira capaz de promover a inibição da síntese protéica, provocando danos a células renais, e a última, de acarretar uma desorganização nas células hepáticas, perdendo a estrutura do fígado e desenvolvendo graves lesões intestinais. A saxitoxina, por sua vez, por ser uma neurotoxina, interfere na comunicação entre os neurônios. Com isso, a presença de cianotoxinas em águas de abastecimento, devem ser informadas à população, principalmente, a clínicas de hemodiálise.

Dentre os mananciais de água superficial monitorados, 16 (37%) apresentaram concentrações fora do padrão de potabilidade de cilindrospermopsina, 30 (65%) de microcistina e 3 (8%) de saxitoxina (**Tabela 5.12**). O açude Novo apresentou a maior concentração de saxitoxina (24,27 μg L^{-1}). Elevadas concentrações de cilindrospermopsina (5,03 ± 7,78) e saxitoxina (4,75 ± 5,54) também estiveram presentes no açude Lagoa do Arroz. O açude São José I teve inconformidade com a legislação para todas as cianotoxinas.

Tabela 5.12 - Concentração de cianotoxinas em mananciais monitorados pela CAGEPA, entre 2014 e 2017

	Reservatório	Concentração em µg L^{-1}		
		Cilindrospermopsina	Microcistina	Saxitoxina
1	Acauã	0,79 ± 0,6	1,44 ± 1,2	0,77 ± 0,67
2	Araçagi	0,51 ± 0,41	7,6 ± 6,61	0,56 ± 0,43
3	Bartolomeu I	10,83	0,08	0,03
4	Bom Jesus II	1,43 ± 1,13	4,36 ± 5,35	0,58 ± 0,44
5	Brejinho	0,65 ± 0,21	1,5	1,2 ± 0,14
6	Cachoeira da Vaca	0,64 ± 0,6	0,61 ± 0,26	0,1 ± 0
7	Cachoeira dos Cegos	1,29 ± 0,56	1,59 ± 1,27	0,49 ± 0,19
8	Cafundó	0,73 ± 0,92	3,73 ± 2,52	0,1 ± 0,01
9	Campo Verde	0,4 ± 0,14	0,15 ± 0,07	
10	Canafístula I	0,15 ± 0,06	0,5 ± 0,4	0,1 ± 0
11	Capoeira	0,4 ± 0,12	0,7 ± 0,23	0,1 ± 0
12	Catolé I		0,1 ± 0	
13	Chupadouro I	0,9	0,3	
14	Cochos	0,8 ± 0,42	2,91 ± 1,27	0,31 ± 0,3
15	Condado	0,44 ± 0,53	1,1 ± 1,12	1,29 ± 1,07
16	Curema	0,59 ± 0,32	2,62 ± 0,69	0,54 ± 0,04
17	Emas	1,92 ± 0,38	5,71 ± 1,05	0,18 ± 0,18
18	Engenheiro Avidos	1,16 ± 2,8	5,04 ± 2,97	0,7 ± 0,65
19	Flores	1,25 ± 0,16	2,5 ± 0,37	0,51 ± 0,17
20	Gamela	0,53	0,27 ± 0,23	1,45
21	Gramame-Mamuaba	0,49 ± 0,77	0,72 ± 1,16	
22	Jandaia	0,46 ± 0,39	1,43 ± 0,96	0,1 ± 0
23	Jangada	1,05 ± 0,19	1,52 ± 1,25	0,34 ± 0,23
24	Jatobá I	0,2	0,6 ± 0,24	
25	Jenipapeiro (Buiú)	1,8 ± 0,74	2,31 ± 1,5	0,36 ± 0,41
26	Jeremias	0,63 ± 0,45	1,33 ± 1,44	0,32 ± 0,21
27	Lagoa do Arroz	10,09 ± 16,53	0,35 ± 0,17	8,67
28	Marés	0,84 ± 0,58	2,2 ± 1,18	0,99 ± 0,67
29	Mucutu	0,7	0,3	0,1
30	Novo		2,37	24,27
31	Olho D'Água		0,4 ± 0,28	0,2
32	Pimenta	0,41 ± 0,45	1,38 ± 2,37	0,29 ± 0,38
33	Queimadas	1,83 ± 1,24	1,83 ± 1,06	0,57 ± 0,26
34	Riacho do Meio	0,54 ± 0,49	1,46 ± 1,16	0,67 ± 0,25
35	Saco		0,4	
36	Santana	0,1	0,1	
37	São Francisco II		0,8	0,2
38	São José I	5,03 ± 7,78	1,01 ± 0,86	4,75 ± 5,54
39	São Salvador	0,74 ± 0,53	7,55 ± 5,15	0,3 ± 0,19
40	Serra Grande	1 ± 0,17	1,67 ± 1,3	0,68 ± 0,25
41	Serra Vermelha I	18	1,09	0,1
42	Suspiro	1,23 ± 0,27	2,84 ± 0,47	0,56 ± 0,12
43	Taperoá II	1,06	2,89 ± 0,5	0,44 ± 0,17
44	Tavares II	1,74	1,66 ± 1,24	0,39 ± 0,22
45	Timbaúba	0,55 ± 0,49	1,78 ± 1,74	0,27 ± 0,15
46	Veados		1,95 ± 0,08	0,45 ± 0,02

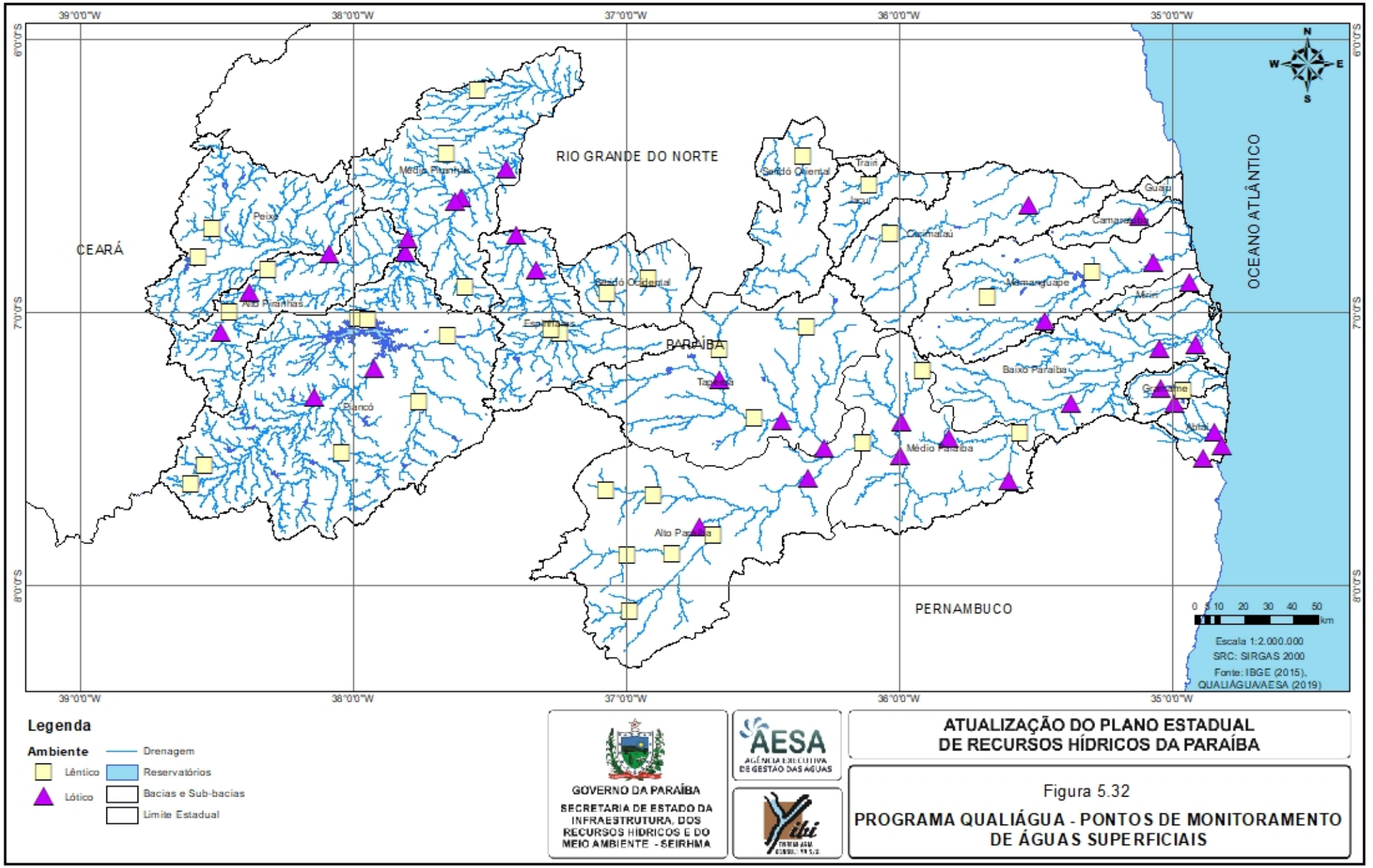
Em Estações de Tratamento de Água (ETAs), a floração de cianobactérias pode causar sérios problemas operacionais, porque podem flotar nos decantadores e serem direcionadas para os filtros, obstruindo-os em poucas horas de funcionamento. Visto a possibilidade de liberar toxinas na água, extremamente perigosas para o ser humano, os sistemas de abastecimento de água devem contar com ETAs preparadas para inativá-las e/ou removê-las. As principais tecnologias para o tratamento de águas superficiais com cianobactérias, sem coagulação, envolvem tratamentos terciários, os quais incluem oxidação, filtração lenta, adsorção em carvão ativado granular e filtração em membranas. Todavia, a melhor alternativa preventiva e corretiva consiste na expansão do esgotamento sanitário, para a redução da emissão de efluentes domésticos nos mananciais e a preservação das áreas de preservação permanente (APP), no entorno dos rios e reservatórios.

5.2.11. Qualiágua

O Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA) foi instituído pela Resolução n° 643, de 27 de junho de 2016, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O QUALIÁGUA visa a estimular a padronização dos critérios e métodos de monitoramento de qualidade de água, para tornar essas informações comparáveis em âmbito nacional. Na Paraíba, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) é o órgão responsável pela realização das atividades prevista no QUALIÁGUA, conforme publicado no Diário Oficial da União de 5 de setembro de 2019, sendo o acordo vigente até 31 de dezembro de 2020 (ASCOM/ANA, 2019).

A rede de monitoramento da AESA conta com 70 pontos de monitoramento de águas superficiais, dos quais 36 são açudes (ambientes lênticos) e 34, rios (ambientes lóticos) (**Figura 5.32**). Entre 2017 e 2019, foram analisados 10 parâmetros: condutividade elétrica, fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal, ortofosfato dissolvido, oxigênio dissolvido, pH, temperatura da água, temperatura do ar e turbidez. Os parâmetros fósforo total, ortofosfato dissolvido, nitrato e nitrogênio amoniacal começaram a ser analisados no primeiro semestre de 2019.

A **Figura 5.33** mostra a média de ortofosfato dissolvido nos açudes e rios, monitorados pelo QUALIÁGUA, sob responsabilidade da AESA. As médias variaram entre 0,06 e 2,89 mg L-1 de PO4. As maiores concentrações foram encontradas na sub-bacia hidrográfica (SBH) do Médio Paraíba, especificamente, no açude Bodocongó (2,89 mg L-1 de PO4), seu afluente, Rio Bodocongó (1,93 mg L-1 de PO4), e no Rio Paraíba (1,91 mg L-1de PO4), além nas bacias hidrográficas (BH) Espinharas (Rio Espinharas com concentração média de 1,66 mg L-1 de PO4) e Alto Piranhas (Rio do Peixe com concentração média de 1,59 mg L-1 de PO4).



Legenda

Ambiente

- Lêntico
- Lótico
- Drenagem
- Reservatórios
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

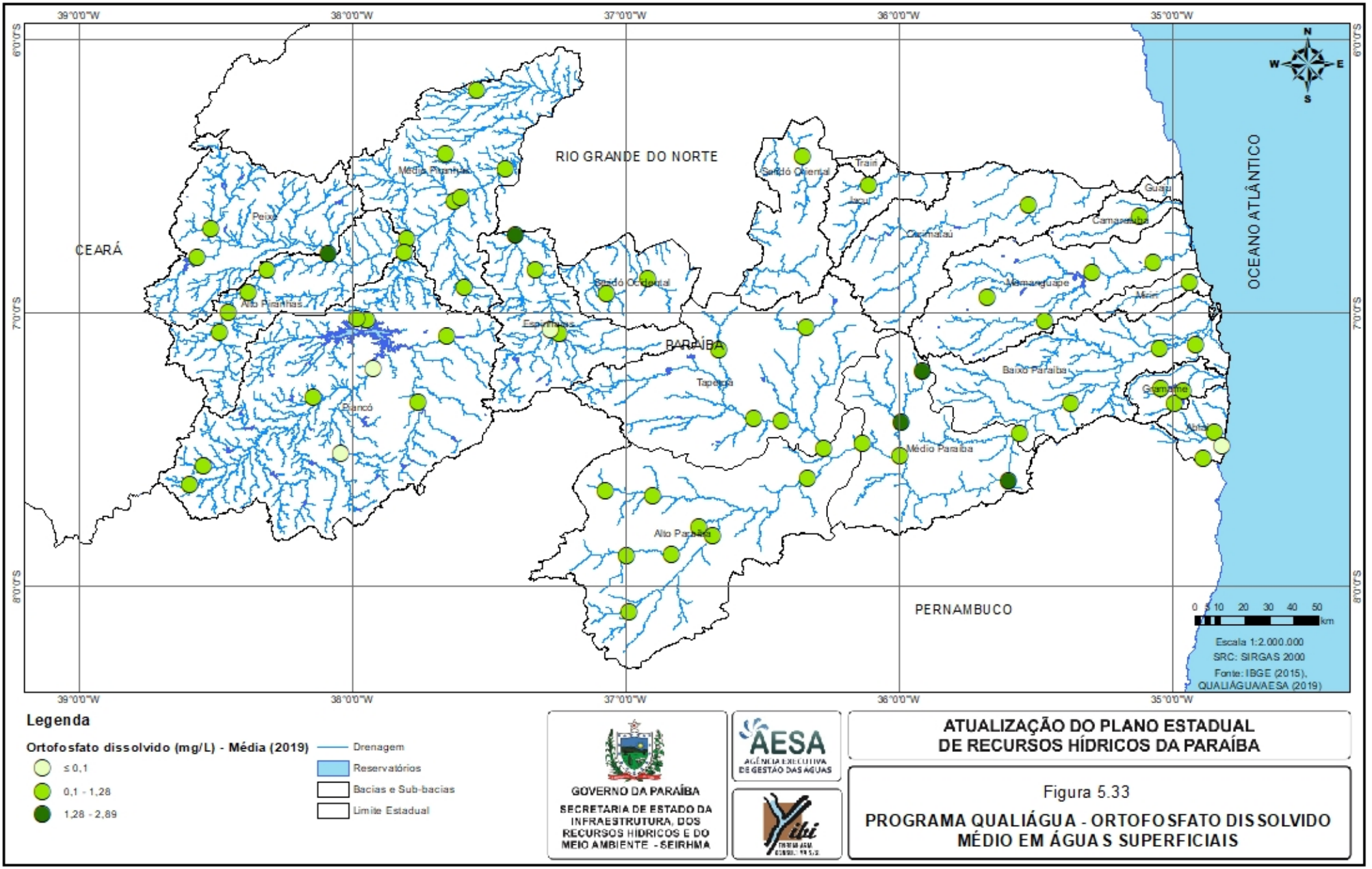
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.32

PROGRAMA QUALIÁGUA - PONTOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS



Legenda

Ortofosfato dissolvido (mg/L) - Média (2019)

- ≤ 0,1
- 0,1 - 1,28
- 1,28 - 2,89

- Drenagem
- Reservatórios
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.33

PROGRAMA QUALIÁGUA - ORTOFOSFATO DISSOLVIDO MÉDIO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS

O fósforo pode se apresentar em três formas diferentes, sendo uma delas como ortofosfato, que contem radicais associados a cátions, formando sais inorgânicos nas águas (CETESB, 2017). O ortofosfato dissolvido corresponde à forma mais disponível e assimilável de fósforo, sendo rapidamente consumida pelos organismos autotróficos (fitoplâncton e macrófitas) (de Paula Filho et al., 2012; Maia et al., 2016). O fósforo na forma de fosfato, nas águas, alerta para a preocupação com a preservação dos reservatórios e rios, da biota aquática e também para o cultivo de organismos aquáticos. O fósforo total, presente na água, não deve exceder a 0,1 mg L-1 para evitar o crescimento exacerbado de algas e de outras plantas aquáticas, as quais podem levar à eutrofização (APHA, 1998, Cagol et al., 2016).

Nutrientes em excesso, nas águas superficiais da Paraíba, como apontado pelas médias de ortofosfato dissolvido, podem reduzir o teor de oxigênio dissolvido (OD). Microrganismos envolvidos na depuração da matéria orgânica consomem o oxigênio, em sua atividade de respiração (von Sperling, 1996). Em regiões semi-áridas, elevados níveis de matéria orgânica nas águas acarretam uma maior preocupação, devido aos regimes intermitentes dos corpos hídricos, os quais limitam a capacidade de assimilação das cargas orgânicas, consumindo grande parte do oxigênio dissolvido (Barbosa et al., 2012; Freitas et al., 2011).

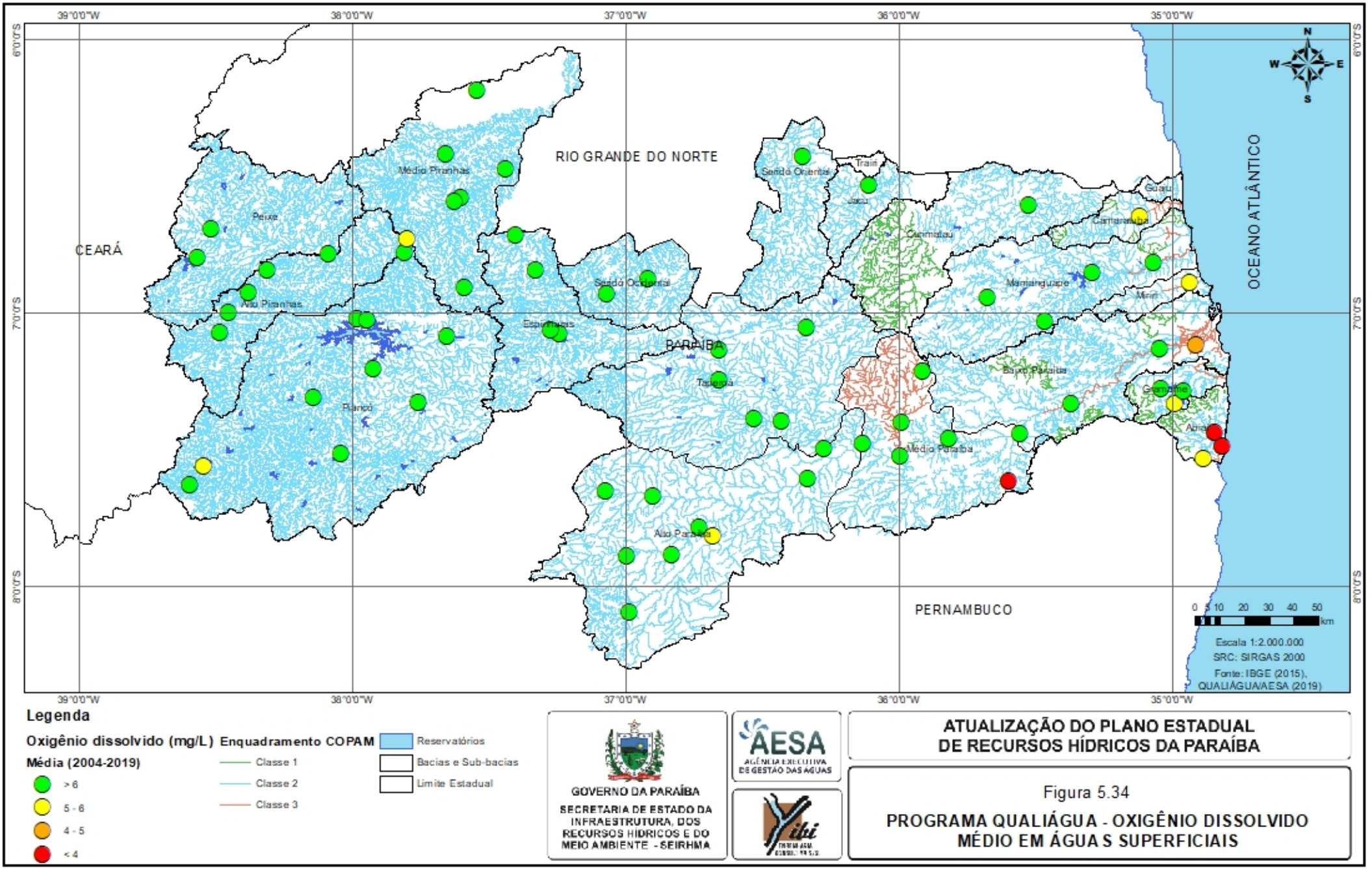
A Resolução CONAMA n°357/2005 determina os valores mínimos de oxigênio dissolvido para as classes de água doce. Pode ser observado, na **Figura 5.34**, que a maioria das águas superficiais monitoradas pelo QUALIÁGUA (84%) apresentaram média de oxigênio dissolvido superior a 6 mg L-1 de O2, estando dentro do enquadramento das águas determinado pelas diretrizes DZS201 a DZS 210 do COPAM (1988). Inconformidades foram encontradas na SBH Médio Paraíba e BH Abiaí, com amostras de água com concentrações de OD abaixo do limite inferior para águas classe 3 (4 mg L-1 de O2).

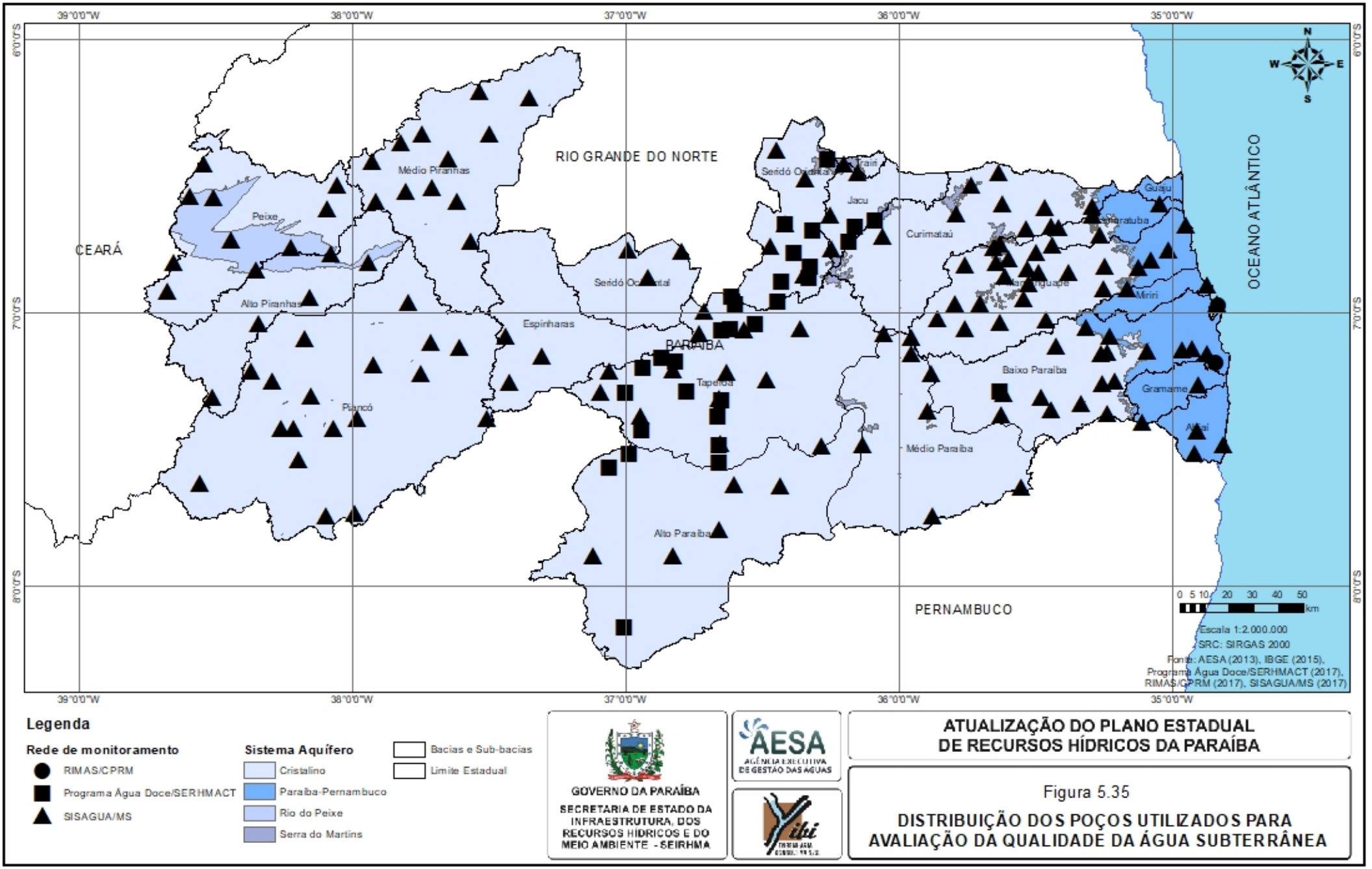
5.3 QUALIDADES DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

5.3.1 Redes de monitoramento

A avaliação da qualidade da água subterrânea na Paraíba contou com as bases de dados da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) do Ministério da Saúde (MS) e do Programa Água Doce, administrado no Estado, pela Secretaria de Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (SEIRHMA).

Os poços de monitoramento utilizados são ilustrados na **Figura 5.35**, categorizados pelas redes de monitoramento. O SISAGUA/MS possui o maior número de pontos de amostragem, inseridos em todos os Sistemas Aquíferos mapeáveis do Estado (Cristalino, Paraíba-Pernambuco, Rio do Peixe e Serra dos Martins), seguido pelo Programa Água Doce/ SEIRHMA (30 poços), com amostras concentradas na porção central da Paraíba, inseridas no Sistema Cristalino e Sistema Serra dos Martins, e por último, o RIMAS/CPRM, com apenas 2 poços (CGP-04-PB e CGP-06-PB) localizados no Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco.


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Serido Oriental
Serido Ocidental
Espinharas
Piancó
Taperoá
Alto Paraíba
Médio Paraíba
Baixo Paraíba
Mamanguape
Camaratuba
Gramame
Miriri
Abiaí
Curimataú
Jacu
Trairi
Guaju
N
S
W
E
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: IBGE (2015),
QUALIÁGUA/AESA (2019)
Legenda
Oxigênio dissolvido (mg/L)
Média (2004-2019)
> 6
5 - 6
4 - 5
< 4
Enquadramento COPAM
Classe 1
Classe 2
Classe 3
Reservatórios
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.34
PROGRAMA QUALIÁGUA - OXIGÊNIO DISSOLVIDO MÉDIO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS



Legenda

Rede de monitoramento
- RIMAS/CPRM
- Programa Água Doce/SERHMACT
- SISAGUA/MS

Sistema Aquífero
- Cristalino
- Paraíba-Pernambuco
- Rio do Peixe
- Serra do Martins

- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.35

DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Apesar de possuir uma ampla abrangência espacial, o SISAGUA/MS não fornece as coordenadas geográficas dos locais de coleta. Para este estudo, foram utilizadas as sedes municipais locais de amostragem, totalizando 146 pontos.O total de poços monitorados no SISAGUA/MS na Paraíba, porém, pode superar esse valor. Para cada município amostrado no SISAGUA/MS, foi atribuído um código enumerado com o acrônimo "MS-SISAGUA".

A partir da localização dos poços de monitoramento, foi observada uma relação entre quantidade de amostragem e área territorial do Sistema Aquífero, ou seja, quanto maior a área, mais pontos de amostragem. Porém, a exemplo do observado no Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) de 2006, uma densa cobertura espacial deveria existir, principalmente, na costa litorânea da Paraíba, para a investigação de intrusão salina.

Em relação aos parâmetros monitorados, não existe uma padronização entre as redes de monitoramento as quais visam a atender suas demandas particulares. A RIMAS/CPRM monitora a maior diversidade de substâncias orgânicas e inorgânicas (total de 55), descritas no **Quadro 5.2**. Já no SISAGUA/MS, 22 parâmetros de qualidade, incluindo agrotóxicos, são utilizados para o controle sanitário. O Programa Água Doce fornece resultados de 24 parâmetros usados, como referência, para o tratamento químico aplicado na produção do permeado em dessalinizadores, como também, para o controle de qualidade ambiental.

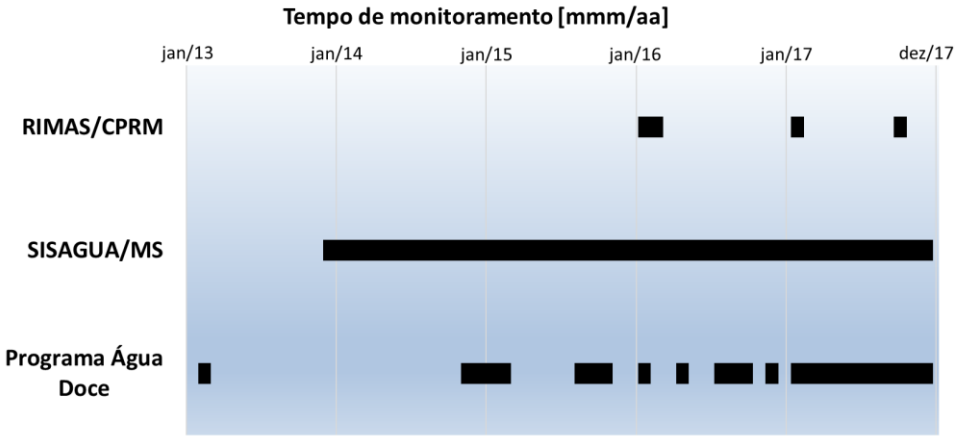
Com isso, faz-se necessário, na Paraíba, instalar ou articular, entre os órgãos ativos de monitoramento de poços, uma rede padronizada, georreferenciada e bem distribuída, espacialmente, contendo os níveis de água, perfis geológicos e os parâmetros mínimos (Sólidos Totais Dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes) requeridos pelo parágrafo único do art. 12 da Resolução CONAMA n° 396/2008.

Quadro 5.2 - Parâmetros analisados nas águas subterrâneas por rede de monitoramento

Rede de monitoramento	Parâmetros monitorados
RIMAS/CPRM	Alcalinidade Total, Alumínio, Nitrito, Nitrato, Bicarbonato, Cálcio, Carbonato, Cloreto, Condutividade Elétrica, Ferro Total, Fosfato, Hidróxidos, Magnésio, pH, Potássio, Sílica, Sódio, Sulfato, Antimônio (Sb), Arsênio (As), Bário (Ba), Benzeno, Berílio (Be), Boro (B), Brometo, Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cloreto De Vinila, Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Dicloroetano-1,2, Dicloroeteno-1,1, Diclorometano, Estanho (Sn), Estireno, Estrôncio (Sr), Etilbenzeno, Fluoretos, Lítio (Li), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio (Se), Tetracloreto De Carbono, Titânio (Ti), Tolueno, Triclorobenzeno (1,2,3-TCB), Triclorobenzeno (1,2,4-TCB), Triclorobenzeno (1,3,5-TCB), Tricloroeteno-1,1,2, Vanádio (V), Xileno e Zinco (Zn)
SISAGUA/MS	Coliformes totais, *Escherichia Coli*, Turbidez, Cor, pH, 2,4 D + 2,4,5 T, Alaclor, Aldrin + Dieldrin, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (α, β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Metamidofós, Metolacloro, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Terbufós e Trifluralina
Programa Água Doce/SERHMACT	Alcalinidade Total, Alumínio, Amônia, Nitrito, Nitrato, Bicarbonato, Cálcio, Carbonato, Cloreto, Condutividade Elétrica, Cor, Dureza Total, Ferro Total, Fósforo, Hidróxidos, ILS, Magnésio, pH, Potássio, Sílica, Sódio, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Sulfato e Turbidez

Para a avaliação da qualidade da água subterrânea, foram considerados dados de janeiro de 2013 a dezembro de 2017, cuja distribuição temporal pode ser observada na **Figura 5.36**.

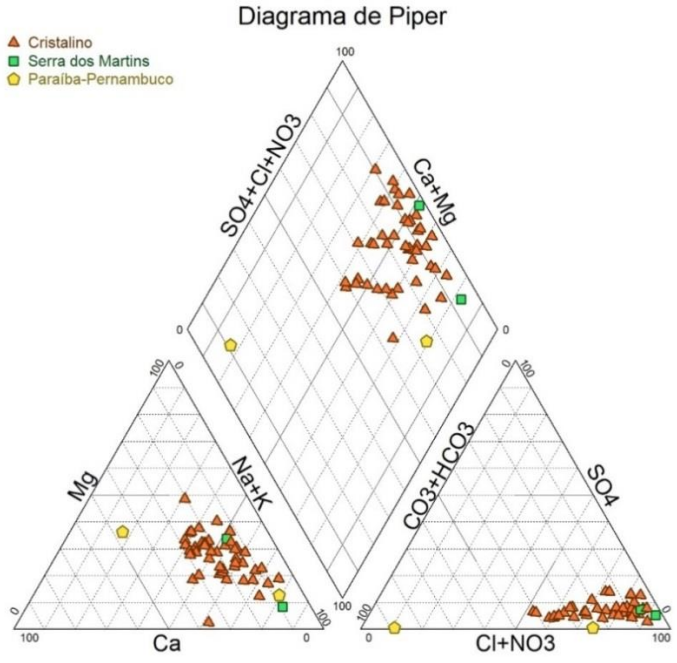
Figura 5.36 - Período de monitoramento utilizado das redes de monitoramento RIMAS/CPRM, SISAGUA/MS e Programa Água Doce/SERHMACT



5.3.2 Caracterização hidrogeoquímica

A partir dos poços com dados disponíveis para a construção do Diagrama de Piper (**Figura 5.37**), foi observada a predominância dos cátions Na^{2+} e K^{+} e do ânion Cl^{-}. Com isso, as águas subterrâneas da Paraíba podem ser classificadas em 3 tipos: cloretadas sódicas, cloretadas mistas e bicarbonatadas mistas. Em geral, as águas ficaram entre os dois primeiros tipos, com apenas uma amostra (CGP-04-PB), no Sistema Paraíba-Pernambuco, sendo classificada como bicarbonatada mista. Ao analisar o perfil geológico desse poço, foi verificado que o filtro, inserido em camadas de arenito grosso a médio, está sotoposto a camadas de arenito e argila calcíferos.

Figura 5.37 - Diagrame de Piper das águas subterrâneas do Estado da Paraíba



5.3.3 Classificação das águas para irrigação

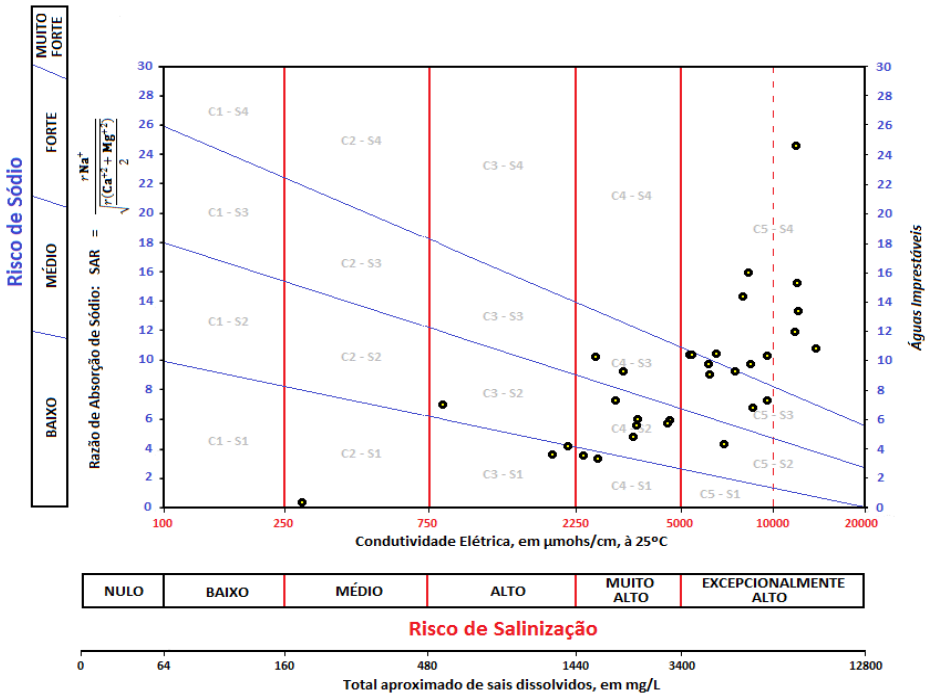
A classificação das águas para irrigação é determinada pela concentração de alguns íons, tais como o sódio, potássio, cloreto, sulfato e borato e parâmetros como os sais dissolvidos, condutividade elétrica e a concentração total de cátions, os quais influenciam de maneira diferenciada no crescimento de cada espécie vegetal.

Dentre os critérios para a classificação da água para fins de irrigação, um dos mais aceitos, atualmente, é a classificação proposta pelo *United States Salinity Laboratory* (USSL). Essa classificação baseia-se na razão de adsorsão de sódio (SAR) e na condutividade elétrica da água. O SAR (Sodiun Adsortion Ration), ou simplesmente Razão de Adsorsão de Sódio – RAS, é utilizada, juntamente à condutividade elétrica, para a classificação da água para fins de irrigação. Quanto maior o SAR, menos apropriada a água será para a irrigação.

Para o cálcudo do SAR, com o auxílio do *software* Qualigraf (Möbüs, 2003), são necessárias as concentrações dos cátions Na^{+}, Ca^{2+} e Mg^{2+}, as quais estão disponíveis nas redes de monitoramento do RIMAS/CPRM e do Programa Água Doce/SERHMACT. Como a disponibilidade dessas amostras concentram-se na porção central do Estado da Paraíba, pode existir uma variação espacial da qualidade da água para a irrigação, que não poderá ser discutida.

A **Figura 5.38** mostra que a maioria das águas subterrâneas apresentou condutividade elétrica superior a 2.250 $\mu\Omega\ cm^{-1}$ e sais dissolvidos acima de 1.440 $mg\ L^{-1}$, os quais acarretam em um risco de salinização muito alto ou excepcionalmente alto. Para o risco de sódio, houve uma distribuição homogênea, nos riscos médio e forte, porém o maior número das amostras foi classificado com risco muito forte. Essas elevadas concentrações e, consequentemente, altos níveis de risco, são decorrentes das características hidrogeológicas dos poços monitorados, localizados nos Sistemas Cristalino ou Serra dos Martins.

Figura 5.38 - Classificação das águas subterrâneas para irrigação



Segundo Zavoudakis et al. (2007), a salinidade nos meios porosos advém, principalmente, da constituição mineralógica dos meios litológicos percolados, do tempo de residência das águas, da interação com águas salinas, como com a cunha salina, em aquíferos litorâneos, das águas residuárias magmáticas e de interferências externas, como as antrópicas.

A elevada salinidade provoca, nas plantas, o efeito conhecido como "seca fisiológica" em que, mesmo na presença de água, a planta não consegue absorvê-la, devido ao excesso de sais (pressão osmótica). A fim de manter a produtividade de culturas em níveis aceitáveis, deve-se aplicar técnicas de manejo, as quais visem à lixiviação contínua, para evitar níveis freáticos altos, o que torna imprescendível a instalação de um sistema adequado de drenagem (Ramalho Filho et al., 2011).

A distribuição das classes, segundo o USSL, apontou que 56% das águas possuem salinidade extremamente alta (C5). Esses solos somente podem ser utilizados, se forem excessivamente permeáveis e muito bem cuidados, com exceção dos cultivos de palmeiras (**Tabela 5.13).** Considerando o risco de salinização junto ao risco de sódio, 31,3% das águas possuem salinidade extremamente alta e extrema sodicidade. Todas as águas subterrâneas, com essa classificação, advieram do Sistema Cristalino ou do Sistema Serra dos Martins. Das amostras localizadas no Sistema Paraíba-Pernambuco, a CGP-04-PB apresentou característica de salinidade média e fracamente sódicas (C2-S1), e a CGP-06-PB, de alta salinidade e mediamente sódicas (C3-S2).

Tabela 5.13 - Distribuição dos poços por classe de risco de salinidade

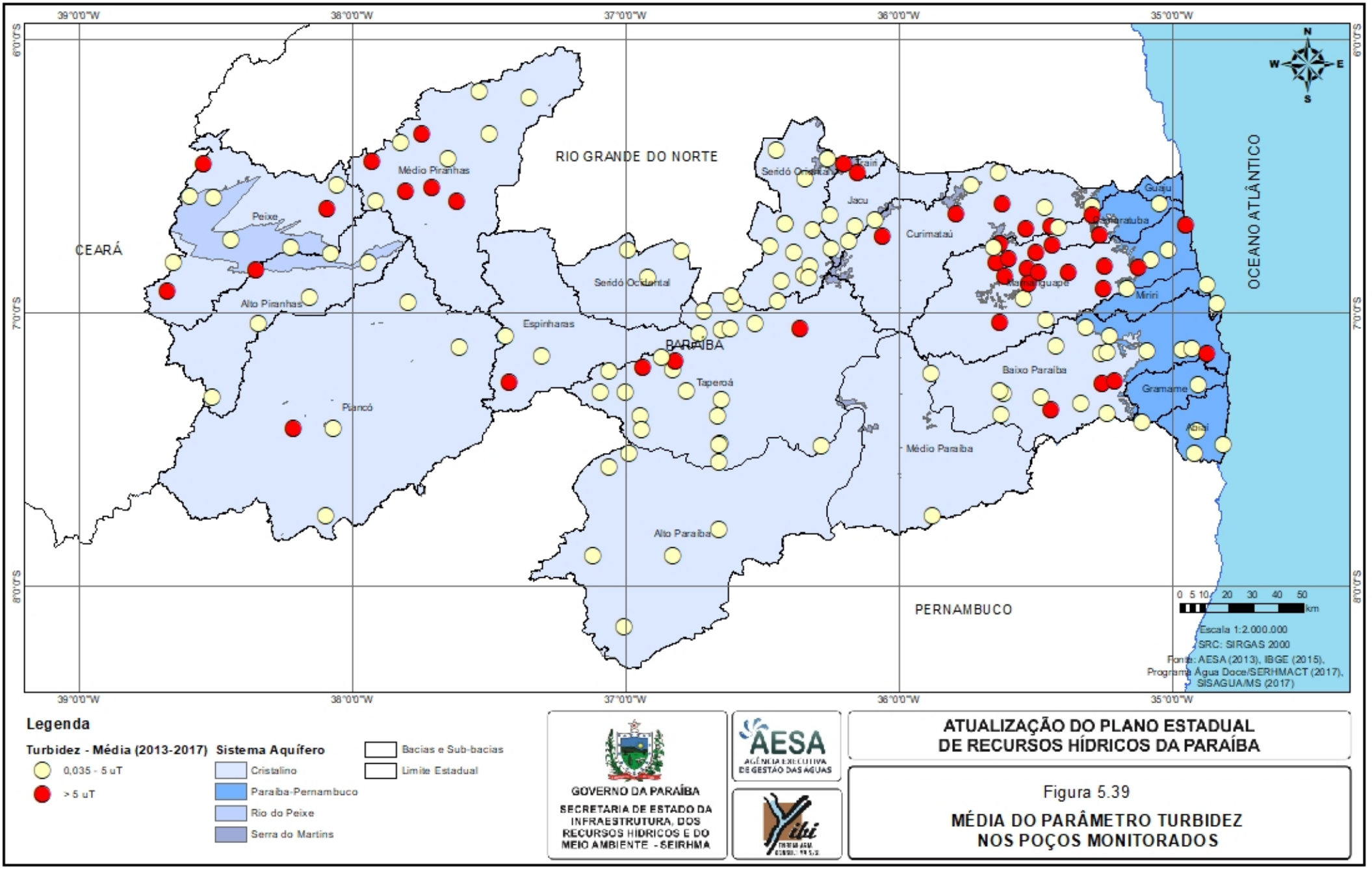
Classes	Nº	%
C2 - S1	1	3,1
C3 - S1	1	3,1
C3 - S2	2	6,3
C4 - S1	2	6,3
C4 - S2	6	18,8
C4 - S3	2	6,3
C5 - S2	1	3,1
C5 - S3	7	21,9
C5 - S4	10	31,3
Total	**36**	**100**

5.3.4 Turbidez, cor e pH

Os parâmetros de qualidade analisados em outros poços foram turbidez, cor e pH. A turbidez indica uma elevada concentração de sedimentos em suspensão, enquanto a cor é resultante dos sólidos dissolvidos do meio físico e da decomposição de matéria orgânica. O pH, por sua vez, contribui para a identificação hidrogeológica da água subterrânea.

As médias de turbidez, cor e pH, de janeiro de 2013 a dezembro de 2017, foram espacializadas e categorizadas como inferior ou superior ao valor máximo permitido (VMP), definido nas Portarias MS n° 5/2017 e n° 888/2021 do Ministério da Saúde (MS).

Em relação à turbidez, valores superiores ao VMP (5 uT) foram encontrados no Sistema Cristalino, Sistema Serra dos Martins e no Sistema Paraíba-Pernambuco, distribuídos, principalmente, na parte leste, noroeste e central do Estado da Paraíba (**Figura 5.39**).



Legenda

Turbidez - Média (2013-2017)

- 0,035 - 5 uT
- > 5 uT

Sistema Aquífero

- Cristalino
- Paraíba-Pernambuco
- Rio do Peixe
- Serra do Martins

- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.39

MÉDIA DO PARÂMETRO TURBIDEZ NOS POÇOS MONITORADOS

Em geral, obteve-se uma turbidez média entre 0,04 e 325,33 uT. Dessas amostras, 42 (28 %) ficaram com a média fora do padrão de potabilidade, estabelecido pelas Portarias MS n° 5/2017 e n° 888/2021 (5 uT). Devido ao efeito filtro do solo, não eram esperados esses elevados valores de turbidez, os quais podem indicar mau dimensionamento do filtro ou pré-filtro dos poços, facilitando a passagem de partículas e de contaminantes. Elevada turbidez, nas águas subterrâneas, contribuem para abrigar microrganismos, principalmente, coliformes totais, os quais utilizam os materiais em suspensão, como substrato para a fixação.

Das 17 bacias/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs), com amostras de água subterrânea, 7 (41 %) tiveram média de turbidez superior a 5 uT, quais sejam, Piancó, Curimataú, Trairi, Camaratuba, Peixe, Mamanguape e Médio Piranhas. A BH Mamanguape apresentou o maior número de amostras fora do padrão de potabilidade de turbidez. Além disso, a maior média foi registrada na SBH Piancó (146,82 ± 301,29 uT).

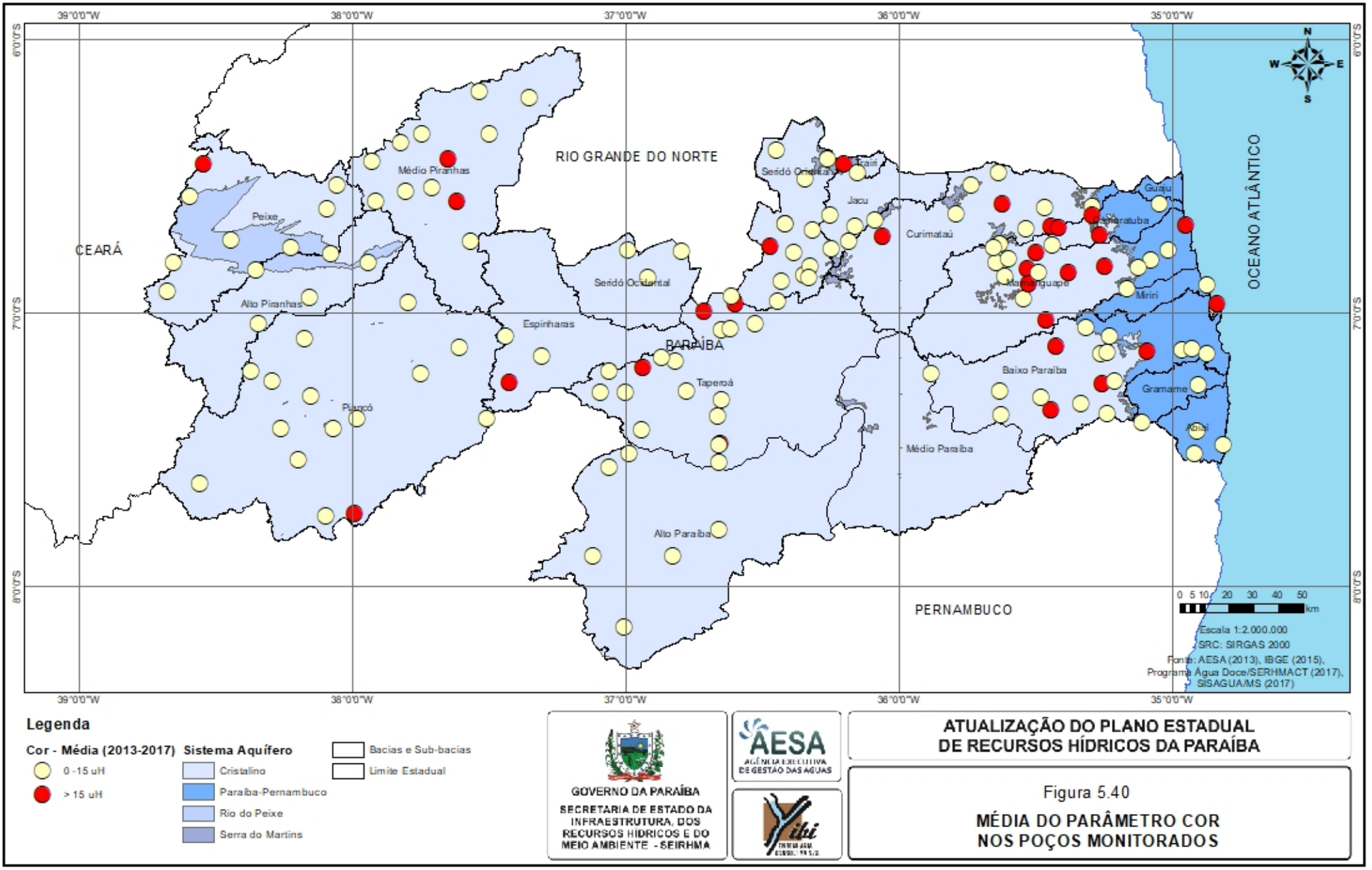
Semelhante ao parâmetro turbidez, valores superiores ao padrão de potabilidade de cor aparente (15 uH), instituído pelas Portarias MS n° 5/2017 e n° 888/2021, foram encontrados nos Sistema Cristalino, Sistema Serra dos Martins e Sistema Paraíba-Pernambuco (**Figura 5.40**).

As médias do parâmetro cor das amostras analisadas variaram entre 0 e 74,64 uT, dos quais 29 (20 %) estavam acima do VMP. As BHs/SBHs com amostras fora do padrão de potabilidade foram as do Peixe, Alto Piranhas, Piancó, Espinharas, Taperoá, Jacú, Curimataú, Camaratuba, Mamanguape e Baixo Paraíba. Novamente, a BH Mamanguape apresentou a maior quantidade de amostras com média de cor fora do padrão de potabilidade, enquanto a média de cor do parametro foi mais encontrada nos poços da BH Curimataú.

A água subterrânea apresentou, em sua maioria, pH médio entre 4,13 e 9,51, em que 57 (39%) das amostras apresentaram pH inferior a 6, e 3 poços com pH médio superior a 9 (**Figura 5.41**). Valores de pH, na faixa básica, são correlacionados com a elevada concentração de íons causadores de alcalinidade, estando intimamente ligados ao íon carbonato. Médias de pH inferiores a 6 foram identificadas nos Sistemas Aquíferos Cristalino, Serra dos Martins e Paraíba-Pernambuco, distribuídas em 7 BHs/SBHs (Alto Piranhas, Seridó, Jacú, Curimataú, Mamanguape, Baixo Paraíba e Gramame). Já os valores médios acima de 9 foram localizados no Sistema Cristalino na SBH Baixo Paraíba.

5.3.5 Amônia

Apenas a rede de monitoramento do Programa Água Doce/SERHMACT monitorou as concentrações de amônia nos poços. Concentrações elevadas desse parâmetro foram encontradas, nos Sistemas Aquíferos Cristalino e Serra dos Martins com médias de, respectivamente, 2,60 e 3,92 mg L^{-1}, superiores ao VMP estabelecido pela Portaria MS n° 5/2017 (1,5 mg L^{-1}). Das amostras analisadas, 19 (63 %) estiveram com a média fora do padrão de potabilidade.



Legenda

Cor - Média (2013-2017)

- 0 -15 uH
- > 15 uH

Sistema Aquífero

- Cristalino
- Paraíba-Pernambuco
- Rio do Peixe
- Serra do Martins

- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

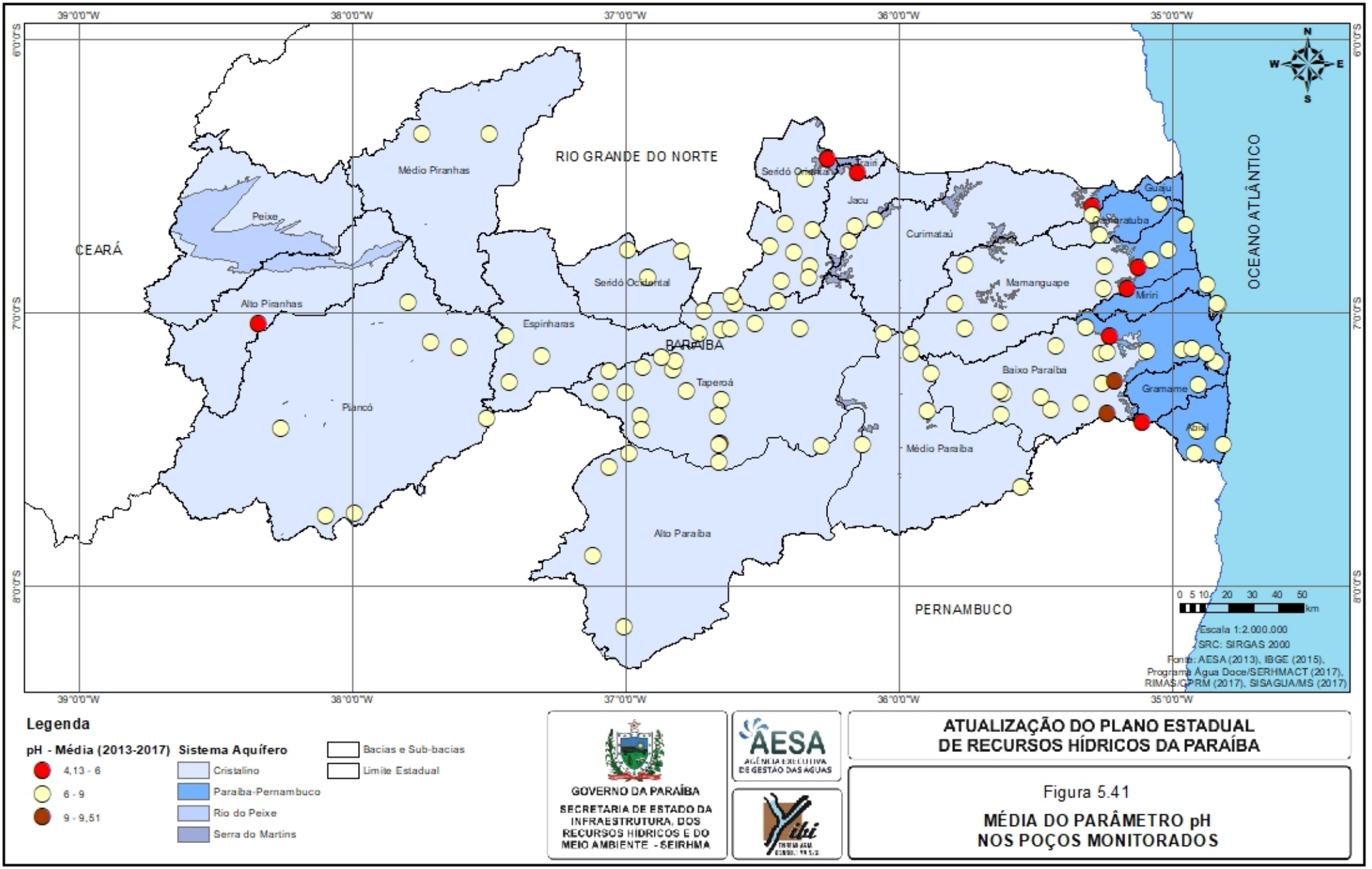
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

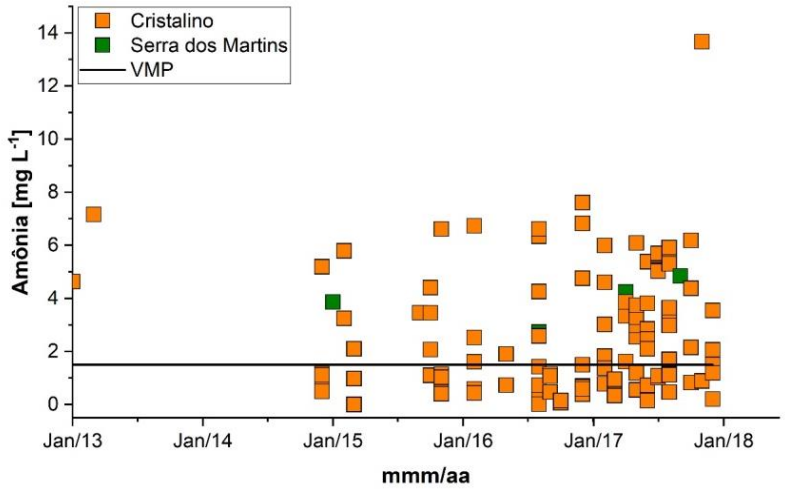
Figura 5.40

MÉDIA DO PARÂMETRO COR NOS POÇOS MONITORADOS


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Jacu
Curimataú
Guaju
Mamanguape
Miriri
Espinharas
Taperoá
Piancó
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: AESA (2013), IBGE (2015), Programa Água Doce/SERHMACT (2017), RIMAS/CPRM (2017), SISAGUA/MS (2017)
Legenda
pH - Média (2013-2017)
4,13 - 6
6 - 9
9 - 9,51
Sistema Aquífero
Cristalino
Paraíba-Pernambuco
Rio do Peixe
Serra do Martins
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.41
MÉDIA DO PARÂMETRO pH NOS POÇOS MONITORADOS

Ao avaliar a variação temporal da amônia nos poços, foi observado que as concentrações variaram entre 0 e 13,67 mg L^{-1} (**Figura 5.42**). No Sistema Aquífero Serra dos Martins, todas as amostras estiveram fora do padrão de potabilidade, detectando-se um acréscimo, após o segundo semestre de 2016. Por outro lado, no Sistema Cristalino, após jan/17, os valores tenderam a diminuir, exceto um *outlier* de 13,67 mg L^{-1} em nov/17.

Figura 5.42 - Variação temporal da amônia nas águas subterrâneas



A amônia (NH_3) pode estar presente, naturalmente, em águas subterrâneas, porém com concentrações bem baixas, devido a sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. Com isso, a presença de elevados níveis de NH_3 pode ser indicativa de poluição recente, por matéria orgânica ou fertilizantes, como também produto da redução de nitrato por bactérias ou por íons ferrosos presentes no solo. Particularmente, mediante a proximidade de fossas sépticas, que tem elevado teor de amônia e muito pouco nitrato, se o ambiente no poço fornecer condições redutoras, o nitrogênio permanecerá na forma de amônia (Fetter, 2008).

Por recomendação da AESA, registra-se que o novo VMP da Amônia definido na Portaria MS n°888/2021 é de 1,2 mg L^{-1}.

5.3.6 Cloreto e sódio

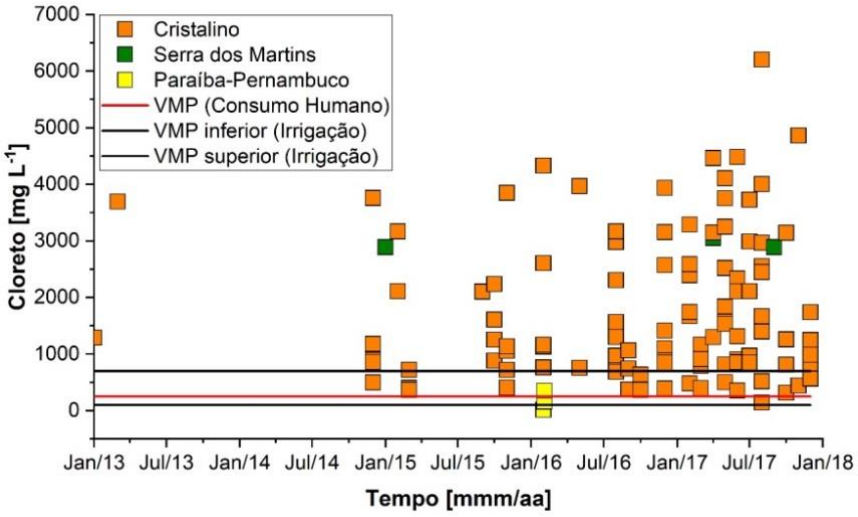
Como fora identificado na classificação hidrogeoquímica, a maioria das águas subterrâneas foram caracterizadas como cloretadas sódicas, o que justifica as elevadas concentrações médias de cloreto e sódio, nos Sistemas Cristalino e Serra dos Martins.

As médias nesses Sistemas Aquíferos foram superiores aos VMP, definidos na Resolução CONAMA n° 396/2008 (consumo humano e irrigação) e na Portaria MS n° 5/2017. Por possuir diferentes características hidrogeológicas, o Sistema Paraíba-Pernambuco apresenta baixas concentrações médias de cloreto e sódio (138,08 e 111,273 mg L^{-1}, respectivamente). Ao todo, apenas 6,25 % das amostras apresentaram médias de cloreto e sódio, dentro do padrão de potabilidade.

Um padrão oscilatório pode ser observado, na variação temporal da concentração de cloreto, nos poços em que, após os picos, existe uma queda no valor (**Figura 5.43**). Isso pode ser consequência do processo de recarga que lixivia os componentes químicos do substrato físico

do aquífero. Os teores de cloreto variaram entre 12,95 e 6.205,4 mg L^{-1}, com os maiores valores no Sistema Cristalino.

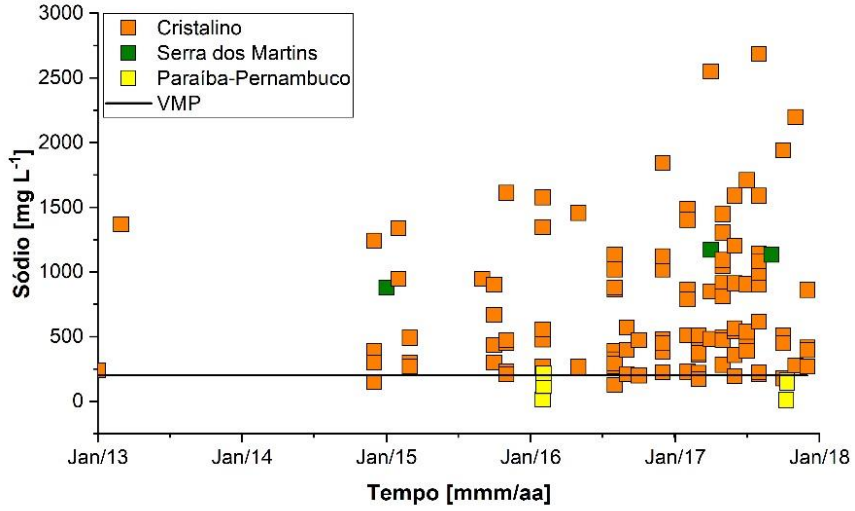
Figura 5.43 -Variação temporal do parâmetro cloreto nas águas subterrâneas



Embora a média de cloreto, no Sistema Paraíba-Pernambuco, tenha sido inferior ao VMP estabelecido na legislação ambiental, as amostras tiveram concentrações superiores ao VMP, para o consumo humano e o inferior, para a irrigação. Elevados valores de concentração de cloretos acarretam a rejeição ao consumo da água, em função do gosto ruim que esse íon provoca.

O intervalo das concentrações de sódio foi de 10,66 a 2.685,70 mg L^{-1} (**Figura 5.44**). Os Sistemas Cristalino e Paraíba-Pernambuco tiveram amostras dentro do padrão de potabilidade, porém a maioria dos poços possuíram concentrações superiores a 200 mg L^{-1}, sob o risco de agregar gosto salgado à água. As maiores concentrações foram obtidas no ano de 2017.

Figura 5.44 - Variação temporal do parâmetro sódio nas águas subterrâneas

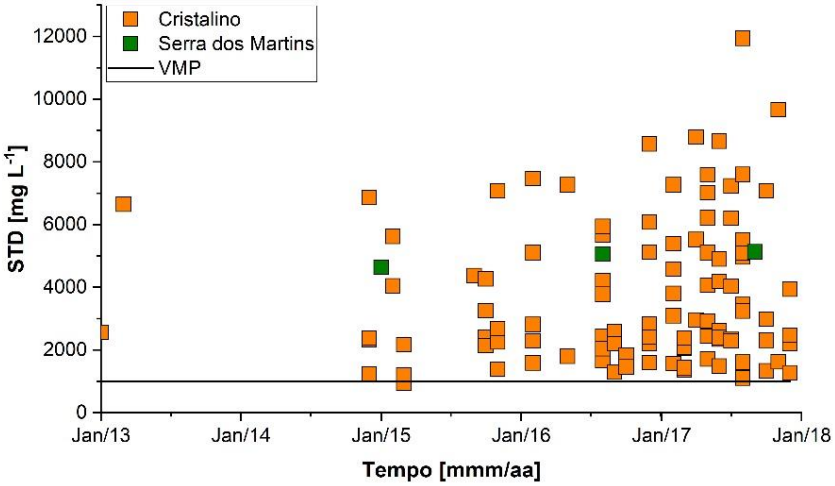


Por recomendação da AESA, registra-se que o VMP do Cloreto e do Sódio permaneceram sem alterações na Portaria MS n°888/2021.

5.3.7 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Como consequência de ocorrência de rochas calcárias, foram observados problemas localizados de elevada concentração de sólidos totais dissolvidos (STD). As médias e desvios padrões dos STD dos Sistemas Cristalino e Serra dos Martins foram, respectivamente, 3.681,563 ± 2.273,68 e 5.082,625 ± 361,245 mg L^{-1}. Essas médias superam de 3 a 5 vezes o VMP pelas Resolução CONAMA n° 396/08 e Portaria MS n° 5/2017. As amostras analisadas apresentaram STD entre 946,2 e 11.937 mg L^{-1}, em que os maiores valores ocorreram no ano de 2017 (**Figura 5.45**).

Figura 5.45 - Variação temporal de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) nas águas subterrâneas



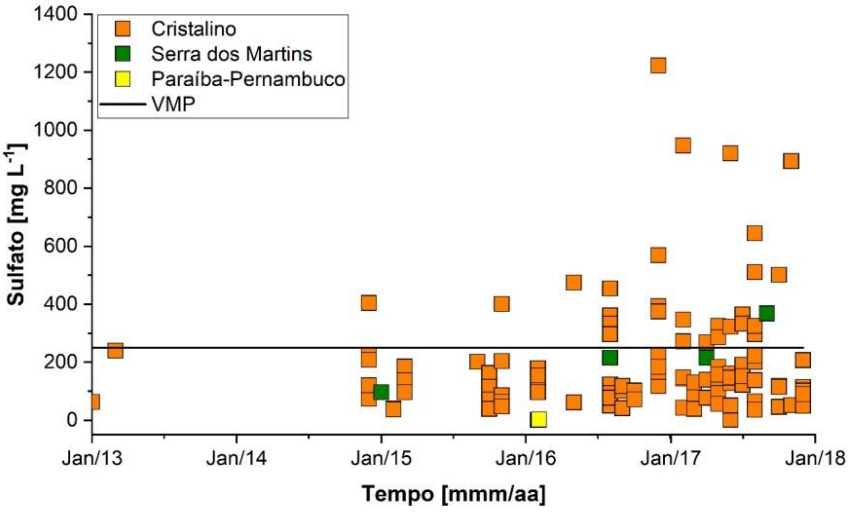
Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) englobam íons, tais como os de ferro, sulfídrico, nitrato, cálcio, cloreto e partículas que ultrapassem um filtro de 2 µm de porosidade (Spellman, 2003). Gonzaga (2006), observou que, em poços perfurados em rochas cristalinas, as águas armazenadas nas fraturas ou foliações das rochas diluem os sais contidos em seus minerais constituintes. O grau de salinidade dessas águas, portanto, está intrinsecamente relacionado ao seu tempo de permanência nas fraturas ou foliações.

Por recomendação da AESA, registra-se que o novo VMP para Sólidos Totais Dissolvidos, definido na Portaria MS n°888/2021, é de 500 mg L^{-1}.

5.3.8 Sulfato

Embora as médias de sulfato (SO_4^{2-}), por Sistema Aquífero, não tenham ultrapassado o VMP, 31,25% das amostras avaliadas tiveram as médias fora do padrão de potabilidade, principalmente no Sistema Cristalino. Entre jan/13 e dez/17, as concentrações de sulfato, nas águas subterrâneas, variaram entre 0,76 e 1.223,3 mg L^{-1} (**Figura 5.46**). Os maiores valores foram obtidos entre dez/16 e dez/17.

Figura 5.46 - Variação temporal do parâmetro sulfato nas águas subterrâneas



O sulfato (SO_4^{2-}) é uma das formas de enxofre mais comuns presente na água. As fontes principais, em ambientes aquáticos, são a decomposição de solos e rochas (gesso (CaSO4) e sulfato de magnésio (MgSO4)), a oxidação de sulfatos (pirita, sulfeto de ferro), dissolução de gipso (CaSO4.H2O) e anidrita (CaSO4), a presença de calcilutitos maciços e calcários oolíticos e pisolíticos, chuvas e agricultura (através da aplicação de adubos contendo enxofre). Em regiões áridas, as concentrações são elevadas, devido à presença de sulfatos minerais, tal como o gesso. Esse parâmetro deve ser controlado, porque provoca efeitos laxativos (Medeiros et al., 2009).

Em geral, as águas subterrâneas, no Estado da Paraíba, com médias de substâncias inorgânicas (cloreto, sódio, STD e sulfato) superiores aos valores máximo permitido pelas legislações vigentes, foram decorrentes das características hidrogeoquímicas dos Sistemas Aquíferos, exceto os elevados teores de amônia, que indicam a presença de contaminação por fossas sépticas ou outra fonte de matéria orgânica nitrogenada.

Por recomendação da AESA, registra-se que o VMP do Sulfato permanece sem alterações na Portaria MS n°888/2021.

5.3.9 Metais pesados

Em relação ao monitoramento dos metais pesados (Antimônio, Arsênio, Bário, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Estanho, Ferro, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Selênio, Titânio, Vanádio e Zinco), ao considerar as médias por Sistema Aquífero, não foram obtidos valores acima do VMP (**Tabela 5.14**). Porém, houve registros de concentrações superiores ao VMP de Ferro (PAD-PB2600 e PAD-PB2200, no Sistema Cristalino, e CGP-04-PB no Sistema Paraíba-Pernambuco) e Manganês (CGP-04-PB).

Tabela 5.14 - Médias e desvios padrões das concentrações de metais pesados por Sistema Aquífero

Metal Pesado[2]	Sistema Aquífero			VMP[1]	
	Cristalino	Paraíba-Pernambuco	Serra dos Martins	CONAMA 396/08	MS 5/2017
Antimônio (Sb)		0,002 ± 0		0,005	0,005
Arsênio (As)		0,002 ± 0		0,010	0,010
Bário (Ba)		0,069 ± 0,053		0,700	0,700
Cádmio (Cd)		0,003 ± 0,001		0,005	0,005
Chumbo (Pb)		0,002 ± 0		0,010	0,010
Cobalto (Co)		0,005 ± 0		1,000	
Cobre (Cu)		0,005 ± 0		2,000	2,000
Cromo (Cr)		0,005 ± 0		0,050	0,050
Estanho (Sn)		0,01 ± 0			
Ferro total (Fe)	0,035 ± 0,103	0,134 ± 0,21	0,045 ± 0,04	0,300	0,300
Manganês (Mn)		0,05 ± 0,059		0,100	0,100
Mercúrio (Hg)		0 ± 0		0,001	0,001
Molibdênio (Mo)		0,01 ± 0		0,070	
Níquel (Ni)		0,005 ± 0		0,020	0,070
Selênio (Se)		0,005 ± 0		0,010	
Titânio (Ti)		0,005 ± 0			
Vanádio (V)		0,005 ± 0		0,050	
Zinco (Zn)		0,266 ± 0,197		5,000	

[1] VMP: Valor Máximo Permitido em mg L^{-1}
[2] Concentração em mg L^{-1}

O ferro (Fe) e o manganês (Mn) podem ser encontrados em águas subterrâneas e, geralmente, conferem à água um sabor amargo, adstringente e coloração amarelada e turva. A origem desses elementos está associada aos processos de decomposição das rochas vulcânicas, que possuem minerais ferro-magnesianos, os quais, quando quimicamente intemperizados, acabam por fornecer os elementos de Fe e Mn para os solos e, consequentemente, para as águas que circulam por eles.

As rochas metamórficas e sedimentares são as principais fontes de manganês, principalmente, na forma de dióxidos de manganês (manganita e a pirolusita), os quais se acumulam no solo, à medida que os constituintes mais solúveis se separam por lixiviação (BENEFIELD; JUDKINS; WEAND, 1982). Devido a esse processo, as águas subterrâneas podem ter níveis de manganês naturalmente elevados.

Por recomendação da AESA, registra-se a atualização do VMP, na Portaria MS n°888/2021, para os parâmetros que seguem: Antimônio (0,006 mg/L) e Cádmio (0,003 mg/L).

5.3.10 Substâncias orgânicas e agrotóxicos

As substâncias orgânicas diferenciam-se pelo comportamento dos átomos de carbono. Os compostos mais simples são os hidrocarbonetos, que consistem apenas de carbono e hidrogênio. Entre os hidrocarbonetos existem duas classes: i) os aromáticos, que possuem um anel de benzeno, e ii) os alifáticos, que não contém os seis átomos de carbonos unidos em ma estrutura de anel (benzeno) (Fetter, 2008). Geralmente, as substâncias orgânicas são indicadores de contaminação por derivados do petróleo e alcatrão de carvão.

Das redes de monitoramento de água subterrânea utilizados neste estudo, foram localizados apenas 2 poços, no Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco, com análise de substâncias orgânicas. Suas médias, com baixa heterogeneidade (desvio padrão igual a zero devido à pouca quantidade de amostras) foram inferiores aos valores máximos permitidos, estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 396/2008 e pela Portaria MS n° 5/2017 (**Tabela 5.15**).

Tabela 5.15 - Concentrações das substâncias orgânicas monitoradas

Substância orgânica[1]	Sistema Aquífero/BH/SBH[2]	VMP[3]	
	Paraíba-Pernambuco/Baixo Paraíba	CONAMA 396/08	MS 5/17
Benzeno	0,0003 ± 0	0,005	0,005
Cloreto de Vinila	0,001 ± 0	0,005	0,002
Dicloroetano-1,2	0,0003 ± 0	0,010	0,010
Dicloroeteno-1,1	0,0003 ± 0	0,030	0,030
Diclorometano	0,0007 ± 0	0,020	0,020
Estireno	0,0003 ± 0	0,020	0,020
Etilbenzeno	0,0003 ± 0	0,200	0,200
Tetracloreto de Carbono	0,0003 ± 0	0,002	0,004
Tolueno	0,0004 ± 0,0001	0,170	0,170
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB)	0,0005 ± 0	0,020	0,020
Triclorobenzeno (1,2,4-TCB)	0,0003 ± 0	0,020	0,020
Triclorobenzeno (1,3,5-TCB)	0,0003 ± 0	0,020	0,020
Tricloroeteno-1,1,2	0,0003 ± 0	0,040	0,040
Xileno	0,0003 ± 0	0,300	0,300

[1]Concentração em mg L^{-1}

[2] BH/SBH: Bacia/Sub-bacia Hidrográfica

[3]VMP: Valor Máximo Permitido em mg L^{-1}

Todos os agrotóxicos monitorados (2,4 D + 2,4,5 T, Alaclor, Aldrin + Dieldrin, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (α, β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Metamidofós, Metolacloro, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Terbufós e Trifluralina), entre 2013 e 2017, apresentaram resultados analíticos inferiores ao limite de detecção (LD) ou ao limite de quantificação (LQ).

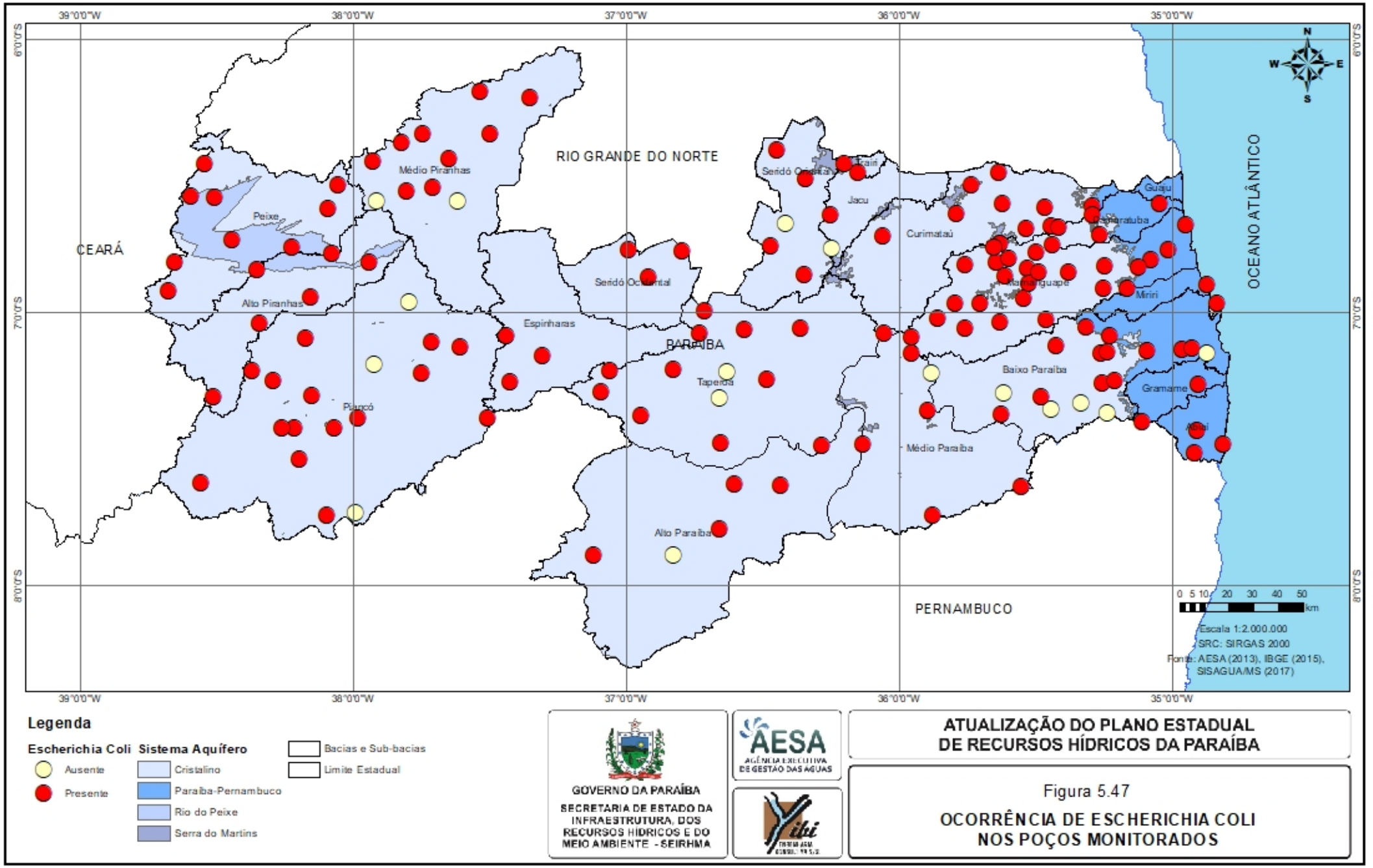
Por recomendação da AESA, registra-se a atualização do VMP, na Portaria MS n°888/2021, para os parâmetros que seguem: Cloreto de Vinila (0,5 µg/L), Dicloroetano-1,2 (5 µg/L), Etilbenzeno (300 µg/L), Tolueno (30 µg/L) e Xileno (500 µg/L).

5.3.11 Coliformes Totais e *Escherichia Coli*

As informações de coliformes totais e *Escherichia Coli* foram retiradas na base de dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, do Ministério da Saúde (SISAGUA/MS). Nessa base de dados, não foram disponibilizadas as coordenadas geográficas dos pontos coletados, de modo que a localização das amostras foi atribuída à sede municipal.

Em relação aos coliformes totais, sua presença foi identificada nas amostras de todos os municípios, entre os anos de 2013 a 2017. Apenas 16 (11%) dos municípios não tiveram a presença da *Escherichia Coli* em suas amostras (**Figura 5.47**). Segundo a Resolução CONAMA n° 396/2008 e a Portaria MS n° 5/2017, *Escherichia Coli* deve estar ausente para consumo humano.

Por recomendação da AESA, registra-se que o VMP para *Escherichia Coli* permanece sem alterações na Portaria MS n°888/2021.



GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.47

OCORRÊNCIA DE ESCHERICHIA COLI NOS POÇOS MONITORADOS

5.4 SISTEMAS DE DESSALINIZAÇÃO – PROGRAMA ÁGUA DOCE

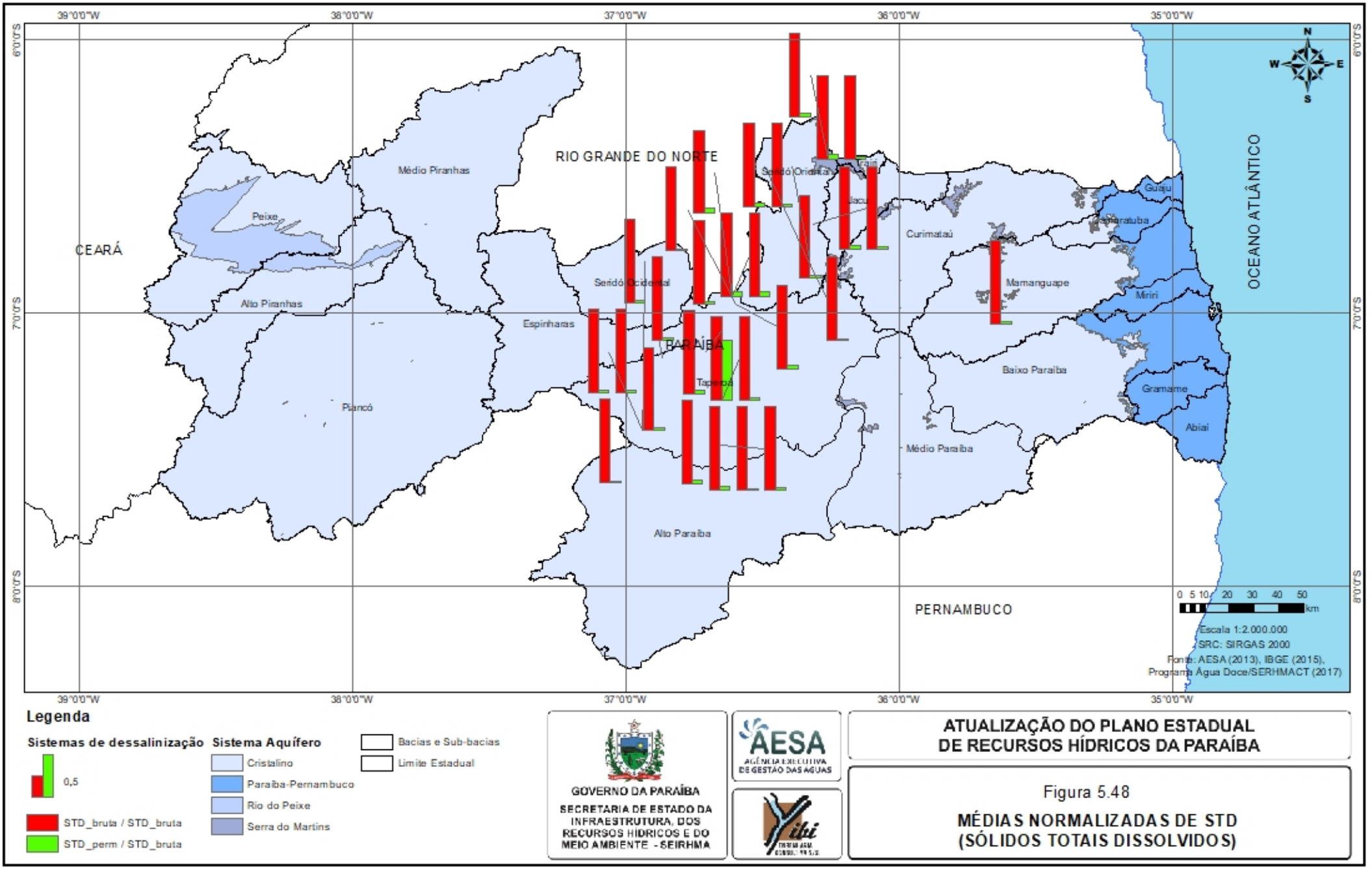
Como iniciativa do Governo Federal, o Programa Água Doce (PAD) é uma ação coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente, a qual visa a estabelecer uma garantia de acesso à água de qualidade para o consumo humano, a partir da gestão de sistemas de dessalinização, que aproveitam, de forma sustentável, as águas subterrâneas. Busca atender, prioritariamente, localidades rurais difusas do Semiárido Brasileiro (BRASIL, 2012). No Estado da Paraíba, o PAD está sendo conduzido pela Secretaria de Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia (SEIRHMA).

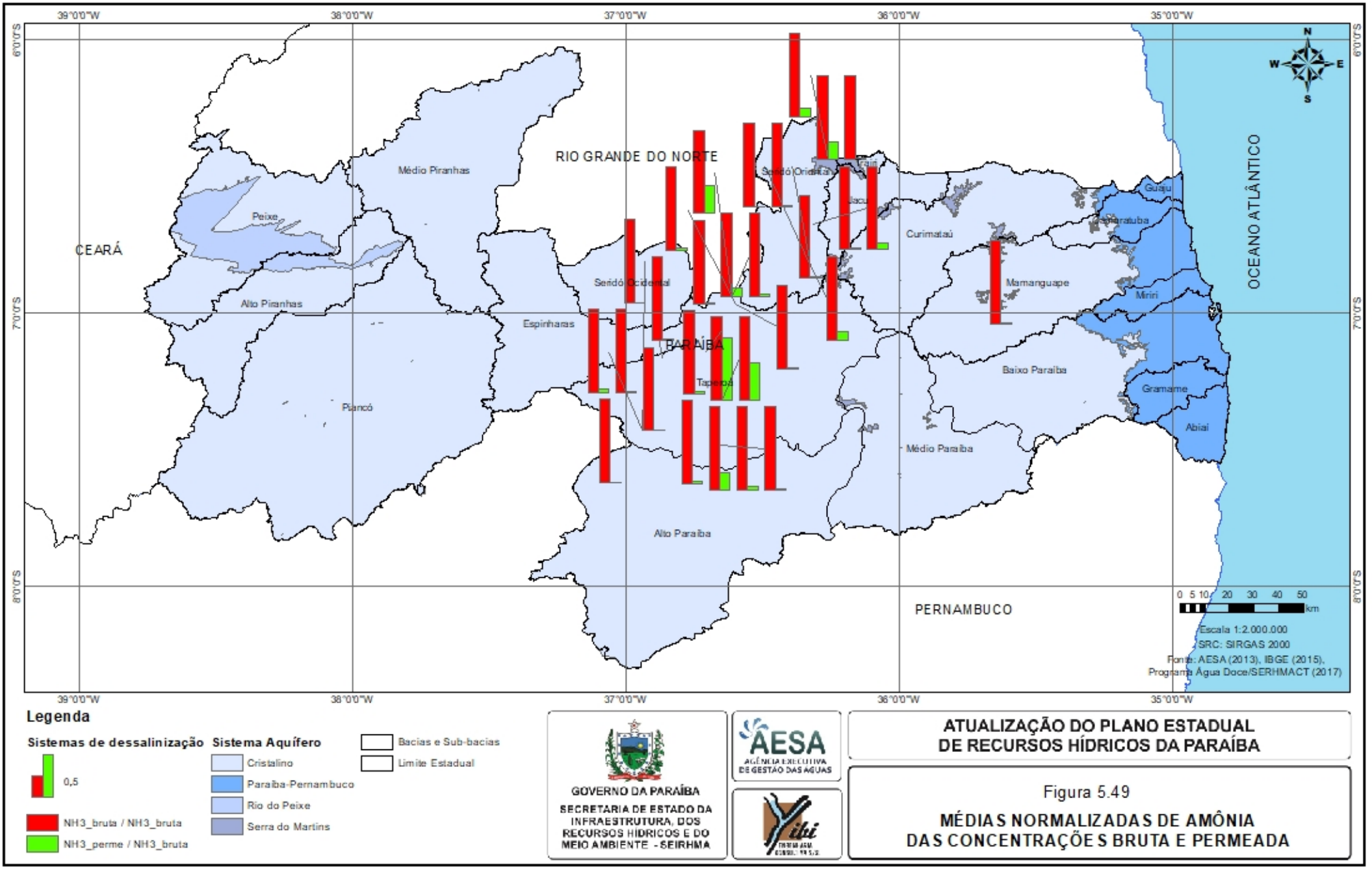
O princípio aplicado aos sistemas de dessalinização é o processo de separação por membranas por osmose reversa. A osmose inversa ou osmose reversa é utilizada para dessalinizar águas salobras e salinas, utilizando membranas semipermeáveis sintéticas. A pressão aplicada deve superar a pressão osmótica da solução, para separar os sais da água. Nesse caso, a principal função das membranas é a rejeição de sais e depende de fatores como a temperatura, pressão de operação, pH e concentração de sais (BRASIL, 2012).

Até 2017, foram instalados 29 sistemas de dessalinização conectados a poços perfurados, no Sistema Cristalino, exceto 2, no Sistema Serra dos Martins. A água advinda dos poços foi denominada como água bruta, enquanto os produtos da dessalinização, de permeado e de concentrado. Esses produtos são destinados, respectivamente, para o consumo humano e a dessedentação de animais e tanques de evaporação.

Em geral, os sistemas de dessalinização reduziram em 94 % a concentração de sólidos totais dissolvidos, transformando águas originalmente salobras, com concentrações acima do padrão de potabilidade, definido pela Resolução CONAMA n° 396/2008 (1.000 mg L^{-1}), em águas próprias para consumo humano (**Figura 5.48**). A remoção da amônia presente nas águas subterrâneas também atingiu uma média de 91% (**Figura 5.49**). Nas águas brutas, a média de amônia variou entre 0,245 e 6,56 mg L^{-1}. Após a dessalinização, essas concentrações reduziram para o intervalo entre 0 e 1,25 mg L^{-1}, configurando valores dentro do padrão de potabilidade, determinando pela Portaria n° 5/2017 do Ministério da Saúde.

Mediante uma operação, com manutenção e monitoramento contínuos, incluindo a aplicação de limpeza química, nas membranas dos dessalinizadores, além do controle do concentrado, nos tanques de evaporação, esses sistemas vem se mostrando como viável alternativa, para suprir a demanda de água subterrânea de qualidade a populações do semiárido, tanto para o consumo humano, como para a dessedentação de animais.


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Sertão Ocidental
Sertão Oriental
Piancó
Espinharas
Curimataú
Guaju
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Alto Paraíba
Tapero
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: AESA (2013), IBGE (2015), Programa Água Doce/SERHMACT (2017)
Legenda
Sistemas de dessalinização
0,5
STD_bruta / STD_bruta
STD_perm / STD_bruta
Sistema Aquífero
Cristalino
Paraíba-Pernambuco
Rio do Peixe
Serra do Martins
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.48
MÉDIAS NORMALIZADAS DE STD (SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS)



GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.49

MÉDIAS NORMALIZADAS DE AMÔNIA DAS CONCENTRAÇÕES BRUTA E PERMEADA

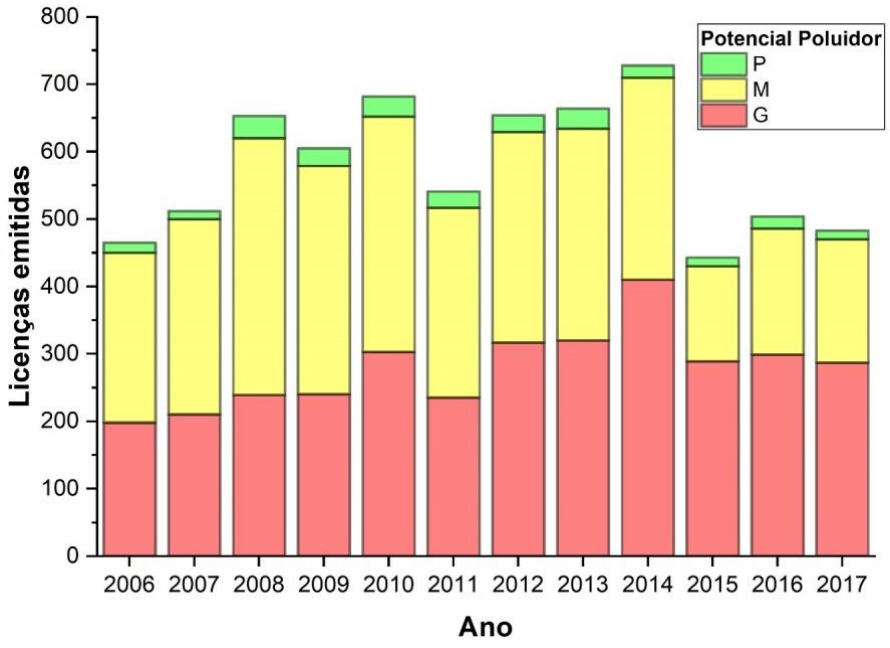
5.5 LEVANTAMENTO DAS FONTES DE POLUIÇÃO PONTUAIS E DIFUSAS

Informações das licenças ambientais, expedidas pelos órgãos estadual (SUDEMA) e federal (IBAMA), com suas respectivas coordenadas geográficas (quando existentes), foram retiradas do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (PNLA) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), para a identificação das potenciais fontes de poluição pontuais e difusas.

A partir dessa base de dados, foram selecionadas as licenças emitidas de 2006 a 2017, para o levantamento das atividades potencialmente poluidoras. Os tipos de licença considerados foram Licença de Operação, Licença de Operação para Pesquisa, Licença de Operação com fogo controlado e Renovação da Licença de Operação. Além disso, as tipologias selecionadas foram Atividades de Extração, Atividades Industriais de Transformação, Transporte, Tratamento e Disposição de Resíduos, Obras Civis e Agropecuários, com o Potencial Poluidor. de acordo com a Norma Administrativa 101/2005 do Conselho de Proteção Ambiental (COPAM) do Estado da Paraíba, atualizada pela Deliberação COPAM n° 3.274/2005.

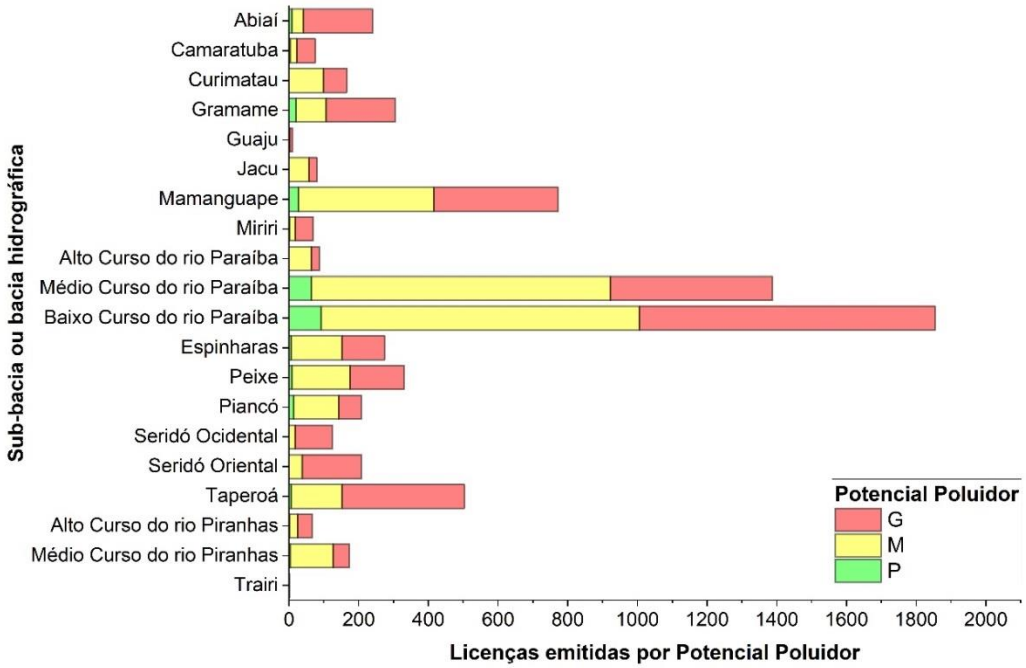
Para as tipologias de atividades consideradas, ao todo, foram emitidas 6.934 licenças entre 2006 e 2017, no Estado da Paraíba. As atividades com potencial poluidor médio (M) ou grande (G) foram as mais autorizadas (**Figura 5.50**). O maior número de licenças foi emitido no ano de 2014 (total de 728). Após esse ano, o número foi reduzido, variando entre 443 e 504 por ano, porém as atividades com potencial poluidor grande (G) corresponderam a mais de 60% do total das atividades licenciadas, entre 2015 e 2017.

Figura 5.50 - Licenças emitidas de atividades potencialmente poluidoras entre 2006 e 2017 no Estado da Paraíba



Ao analisar a distribuição anual das licenças emitidas por bacia/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs), de 2006 a 2017, observa-se que as potenciais atividades poluidoras concentraram-se nas SBHs Baixo Paraíba, seguidas pela do Médio Paraíba e pela BH Mamanguape (**Figura 5.51**)

Figura 5.51 - Total de atividades potencialmente poluidoras licenciadas por Bacia/Sub-bacia Hidrográfica (BH/SBH)



Em relação ao potencial poluidor, novamente pode ser observado o domínio das atividades, com potencial médio ou alto, em que 7 (35%) das BHs/SBHs não apresentaram atividades com pequeno potencial poluidor. A SBH Baixo Paraíba, com o maior de número de potenciais atividades poluidoras, teve o predomínio daquelas com médio potencial poluidor.

Na razão potencial poluidor e total de licenças emitidas, as maiores porcentagens das atividades licenciadas com grande potencial poluidor foram obtidas nas SBHs Guaju (90%), Seridó Ocidental (86%), Abiaí (83%) e Seridó Oriental (82%). Isso alerta para o fato de que, apesar do reduzido número de atividades licenciadas, aquelas em operação elevam a susceptibilidade dos recursos hídricos à poluição.

A maioria das fontes potenciais de poluição correspondeu às atividades industriais de transformação (69,87 %), seguidas pelas de extração (20,72 %) (**Tabela 5.16**). Já as licenças para as atividades de extração foram, predominantemente, classificadas como de grande potencial poluidor.

Tabela 5.16 - Quantidade de atividades licenciadas dos setores de agricultura, pecuária, indústria, mineração, construção civil e transporte, tratamento e disposição de resíduos por potencial poluidor

Código	Descrição da tipologia	Potencial Poluidor			Total	% Total Geral
		P	M	G		
2	Atividades industriais de transformação	255	3218	1372	4845	69,87
1	Atividades de extração	2	11	1424	1437	20,72
9	Agropecuários	0	101	281	382	5,51
4	Transporte, tratamento e disposição de resíduos	0	0	196	196	2,83
7	Obras civis	0	0	70	70	1,01
64	Duto terrestre	0	0	3	3	0,04
10	Estruturas ferroviárias	0	0	1	1	0,01
	Total Geral	**257**	**3330**	**3347**	**6934**	

A espacialização das fontes potenciais de poluição pode ser visualizada na **Figura 5.52**, na qual, na ausência ou erro das coordenadas geográficas, a localização da atividade foi atribuída à sede municipal. Isso acarreta a sobreposição e atribuição errônea dos locais das fontes de poluição, a qual deve ser melhorada na base de dados.

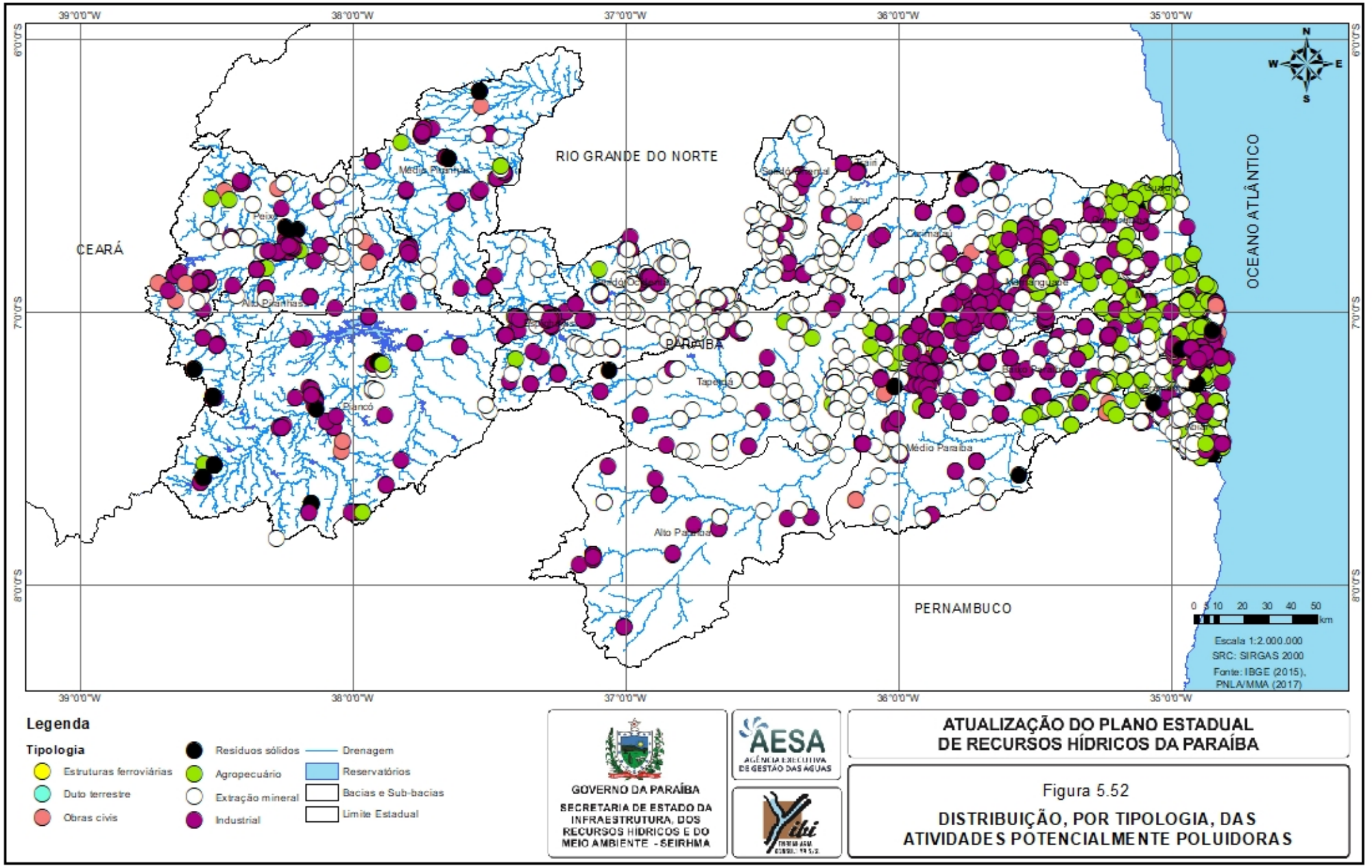
A distribuição das tipologias das potenciais fontes de poluição, por região hidrográfica, mostrou a maior ocorrência de atividades industriais, principalmente nas SBHs Baixo Paraíba, Mamanguape, Taperoá e Peixe. Já nas BHs/SBHs Abiaí, Camaratuba, Seridó Ocidental e Seridó Oriental houve o predomínio de atividades de extração. Particularmente, na SBH Guaju, as atividades agropecuárias mostraram-se como as principais fontes de poluição.

Também pode ser verificada a proximidade das fontes de poluição, com a rede de drenagem principal das regiões hidrográficas. Destaca-se, na SBH Baixo Paraíba, a distribuição de atividades ao longo do curso do Rio Paraíba, as quais correspondem à extração de areia no leito do rio. Esse tipo de atividade pode interferir na quantidade de sedimentos que chegam aos estuários.

Além disso, foi observada uma concentração das fontes de poluição, em áreas urbanas com polos industriais, a exemplo da SBH Baixo Paraíba, onde se localizam as cidades de João Pessoa, Santa Rita e Campina Grande (Médio Paraíba), bem como a BH Abiaí, que engloba os municípios de Caaporã, Alhandra e Pedras de Fogo.

5.6 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Doenças de veiculação hídrica advêm de condições deficientes de saneamento e do consumo de água, em quantidade insuficiente e qualidade inadequada. Isso ocorre, porque a água pode veicular substâncias químicas e agentes biológicos nocivos à saúde. Tais substâncias e agentes podem adentrar no organismo humano, por meio da ingestão, inalação ou pelo contato da água contaminada com a pele ou mucosas, além da ingestão de alimentos irrigados ou lavados com água contaminada.

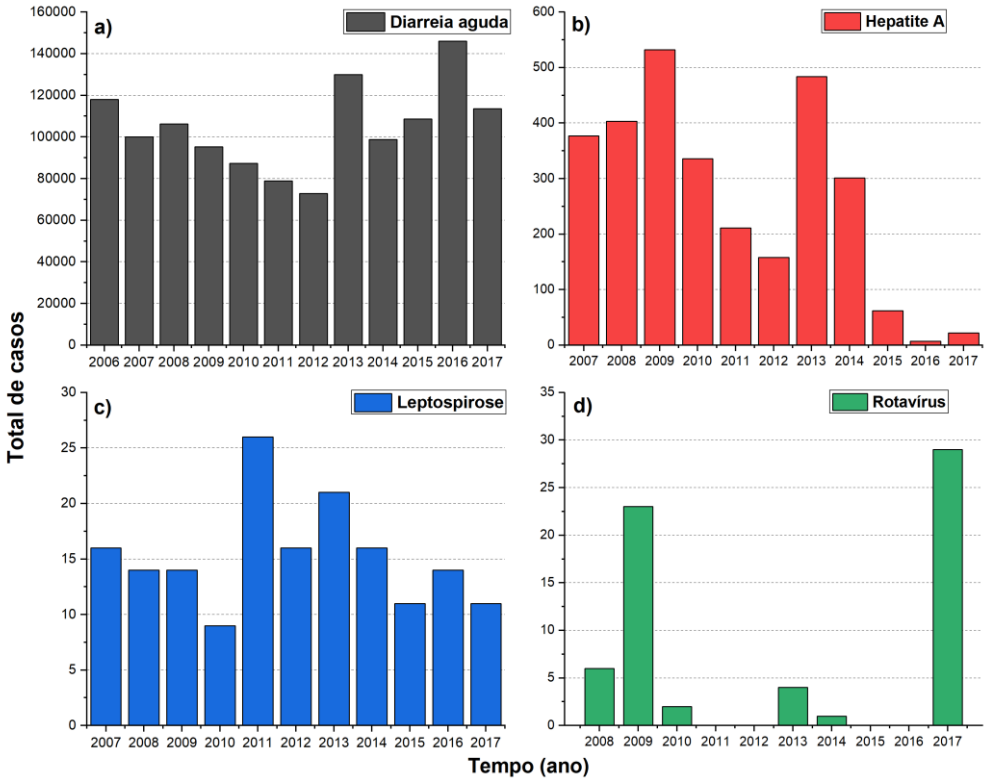

39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Alto Piranhas
Piancó
Tapero
Médio Paraíba
Alto Paraíba
N
W
E
S
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: IBGE (2015),
PNLA/MMA (2017)
Legenda
Tipologia
Estruturas ferroviárias
Duto terrestre
Obras civis
Resíduos sólidos
Agropecuário
Extração mineral
Industrial
Drenagem
Reservatórios
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.52
DISTRIBUIÇÃO, POR TIPOLOGIA, DAS ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS

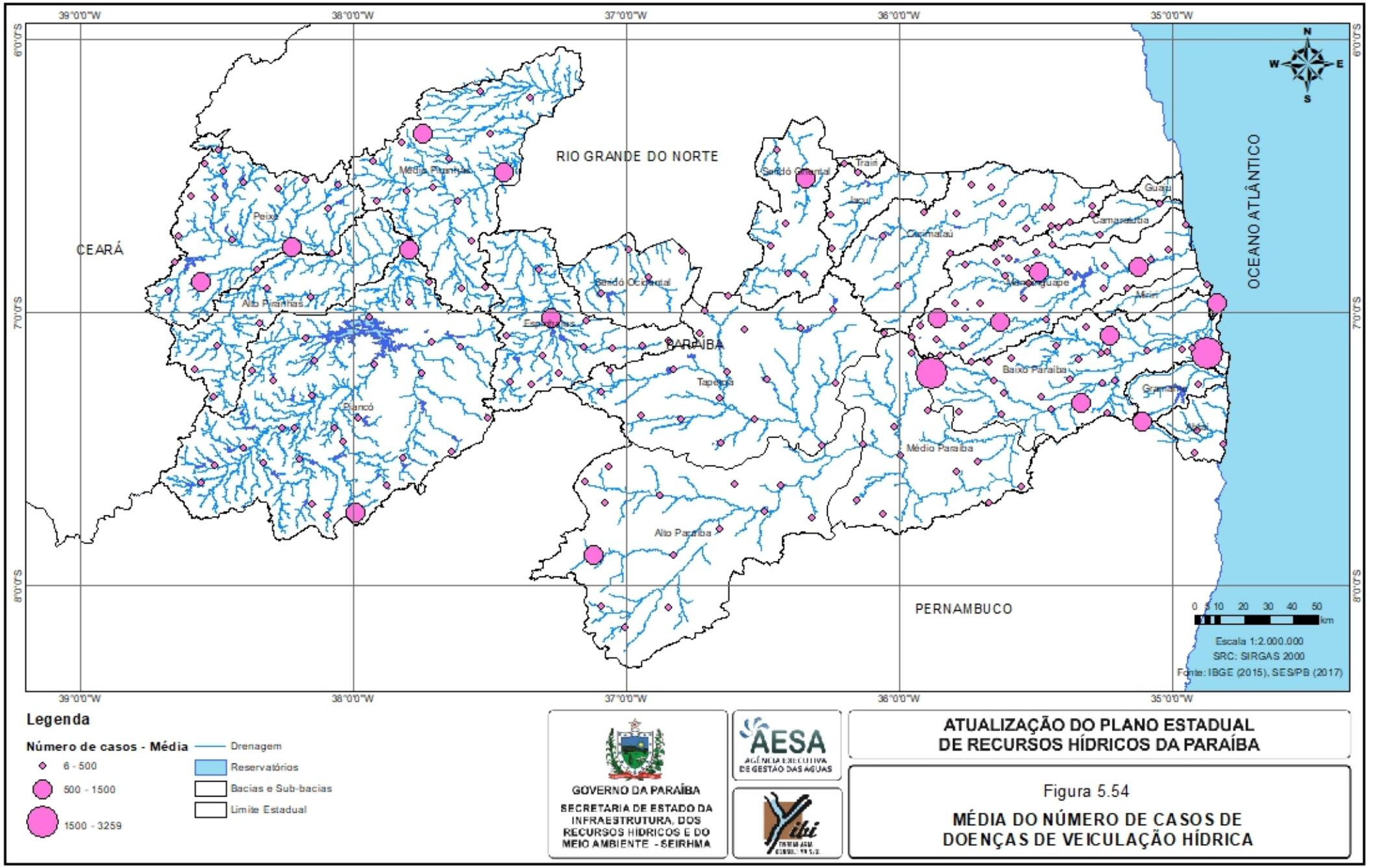
Os totais de casos de doenças de veiculação hídrica, levantados pela Secretaria de Saúde (SES) do Estado da Paraíba, por município no período de 2006 a 2017, foram utilizados para avaliar a ocorrência de diarreia aguda, leptospirose, hepatite A e rotavírus, no Estado da Paraíba.

Mais de 60.000 casos de diarreia aguda foram computados, em todos os anos analisados, com o máximo registrado em 2016 (**Figura 5.53a**). Os casos de hepatite A caíram drasticamente, após o ano de 2014 (**Figura 5.53b**). Os totais de leptospirose variaram entre 9 e 26 (**Figura 5.53c**), podendo ter relação com os totais precipitados de chuva no Estado. Já para o rotavírus (**Figura5.53d**), a frequência de contagem de casos foi menor, tendo o máximo de 29 casos, em 2017.

A **Figura 5.54** mostra a distribuição espacial da média de casos de todas as doenças de veiculação hídrica analisadas (diarreia aguda, hepatite A, leptospirose e rotavírus). A maior incidência dessas doenças deu-se nas bacia/sub-bacias hidrográficas (BHs/SBHs), com elevada densidade de coliformes termotolerantes, principalmente nas SBHs Baixo Paraíba e Médio Piranhas. Com isso, deve-se expandir as redes coletoras de esgoto doméstico, instalação de estações de tratamento de esgoto e combate a tubulações irregulares de esgoto, no sistema de drenagem urbana.

Figura 5.53 - Total de casos de doenças de veiculação hídrica de 2006 a 2017





Legenda

Número de casos - Média

- 6 - 500
- 500 - 1500
- 1500 - 3259

- Drenagem
- Reservatórios
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.54

MÉDIA DO NÚMERO DE CASOS DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

5.7 CARGAS POLUIDORAS

Para a estimativa das cargas poluidoras, advindas de efluente doméstico (urbano e rural) e da geração de resíduos sólidos, foram utilizados os indicadores do levantamento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (Ministério das Cidades, 2016). Os indicadores considerados são população total e urbana, atendida pelo serviço de distribuição de água (hab) e geração per capita de massa de resíduos domiciliares e públicos ($kg.hab^{-1}.dia^{-1}$).

Desde 1997, O SNIS coleta, anualmente, informações dos serviços de água e esgotos, fornecidos por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e, em muitos casos, pelas próprias prefeituras, todos denominados, junto ao SNIS, como prestadores de serviços. Porém, como a participação no SNIS é voluntária, não havendo nenhuma obrigatoriedade que os leve a fornecer as informações, nem todos os prestadores de serviços participam da coleta de informações. Dessa forma, não existem informações alusivas a 6% (14 de 223) dos municípios do Estado.

Para a parcela de contribuição dos nutrientes relacionados à agricultura, a base de dados levantada, em 2015, do Atlas de Irrigação (ANA, 2017), fornece as áreas irrigáveis em hectares (ha). Para os cenários futuros, deverá ser incluído o Projeto de Irrigação Várzea de Sousa (Pivas), coordenado pela Secretaria do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca, o qual que visa à irrigação de uma área total de 4.390,79 ha.

Já a drenagem urbana foi quantificada, a partir das áreas urbanas das sedes municipais a serem delimitadas, tomando como referência imagens de alta resolução dos satélites CNES/Austrium, GeoEye-1 e SPOT 6, disponíveis no *Google Earth*®.

5.7.1 Metodologias de cálculo

Neste tópico, explica-se como foram determinadas as cargas poluidoras afluentes, por açude e por BH/SBH para o Estado. Além disso, destacam-se os índices considerados para o cálculo das cargas.

5.7.1.1 Esgoto de Origem Doméstica

As estimativas da carga orgânica poluidora pelo lançamento de esgotos domésticos foram realizadas, considerando a população (urbana -atendida por coleta e não atendida-, rural e industrial) existente na bacia de contribuição dos açudes/bacias e sub-bacias, e a geração per capita de 54 g/hab.dia para demanda bioquímica de oxigênio – DBO. Foram utilizados dados do Censo 2016 (IBGE) e do SNIS, para identificar a população atendida por coleta de esgotos nos municípios.

As estimativas da carga de Fósforo – P, remanescente do lançamento de esgotos domésticos, foram realizadas considerando a população (urbana - atendida por coleta e não atendida, rural e industrial) existente na bacia de contribuição dos açudes/bacias e sub-bacias, sendo aplicada a geração per capita de 1 g P /hab.dia.

As estimativas da carga de Nitrogênio – N, remanescente do lançamento de esgotos domésticos, foram realizadas considerando a população (urbana -atendida por coleta e não atendida-, rural e industrial) existente na bacia de contribuição dos açudes/bacias e sub-bacias, sendo aplicada a geração per capita de 6,8 g N/hab.dia.

Com base na carga de DBO, Nitrogênio e Fósforo total produzidos nas áreas municipais pertencentes às BHs/SBHs, foram estimadas as cargas orgânicas remanescentes, assumindo-se os seguintes abatimentos para a DBO, gerados a partir de esgotos domésticos, tendo como base o Plano da Bacia do Rio Una-PE:

- 0% de remoção para os efluentes gerados em áreas servidas por rede coletora, com ausência de tratamento;
- 40% de remoção, quando o efluente é disposto em sistema de tratamento do tipo fossa séptica/sumidouro;
- Nos casos em que o efluente coletado é tratado, foram consideradas no cálculo de abatimento, devido à falta de informações sobre a eficiência de remoção de matéria orgânica dos sistemas de tratamento, 80% da remoção de DBO.
- Com base na carga total de Fósforo produzida nas áreas pertencentes às BHs/SBHs, foram estimadas as cargas remanescentes, assumindo-se os seguintes abatimentos:
- 0% de remoção para os efluentes gerados em áreas servidas por rede coletora, com ausência de tratamento;
- 20% de remoção, quando o efluente é disposto em sistema de tratamento do tipo fossa séptica/sumidouro;
- Nos casos em que o efluente coletado é tratado, porém não é conhecida a eficiência, foi utilizada uma remoção de 20%, considerada a eficiência mínima de remoção de fósforo de uma lagoa facultativa, corretamente operada (Von Sperling, 1996).

Devido à falta de informações concretas sobre o esgoto doméstico, nas localidades onde não há tratamento nem coleta, foi considerado que a população utiliza um tratamento do tipo fossa séptica individual.

5.7.1.2 Resíduos sólidos

Para o cálculo da poluição proveniente dos resíduos sólidos, obteve-se, a partir dos dados do SNIS de 2016 dos municípios paraibanos, a taxa de geração de lixo por habitante, para cada município, e para aqueles que não possuíam dados foi utilizado a **Tabela 5.17**.

Tabela 5.17 - Produção per capita de lixo por habitante

População urbana (hab)	Per capita (kg/hab.d)
Até 20.000	0,5
De 20.001 a 100.00	0,6
De 100.001 a 500.000	0,9
Maior que 500.000	1,1

Fonte: (ANA, 2007).

Os fatores de emissão foram aplicados tomando-se as seguintes premissas, já utilizadas no diagnóstico da bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu:

- Os municípios que não possuem aterro sanitário ou controlado geram uma taxa de chorume de 0,896 m³/t.dia;
- Os municípios que possuem aterro sanitário ou controlado geram uma taxa de chorume de 0,224 m³/t.dia;
- Nas áreas rurais, não há dados sobre coleta de lixo, sendo os resíduos dispostos no ambiente de forma difusa, sendo considerada a taxa de geração como lixão;
- Os resíduos sólidos, em todas as áreas, independentemente da forma de armazenamento, geram uma concentração média de DBO para o chorume gerado de 9.000 mg L^{-1};

– O chorume gerado, em todas as áreas, não é recolhido/tratado (não há remoção de DBO), antes de atingir o corpo receptor.

5.7.1.3 Drenagem Urbana

Para o cálculo da poluição advinda da drenagem urbana, foi considerada a área urbana de cada município do Estado. Esse levantamento independe, se a cidade possui rede de drenagem ou não. De acordo com o Levantamento de Drenagem do SNIS 2015, praticamente não há tratamento de águas provenientes de drenagem urbana, logo não foi considerado tratamento, para esse tipo de poluição.

As estimativas da carga orgânica poluidora pela drenagem urbana foram realizadas, considerando a área urbana, na bacia de contribuição dos açudes/bacias e sub-bacias, com a geração per capita de 22 Kg/Km².dia para demanda bioquímica de oxigênio – DBO, de 4,98 Kg/Km².dia, para o Nitrogênio total, e de 1,53 Kg/Km².dia, para o Fósforo total.

Com base na carga de DBO, Nitrogênio e Fósforo total produzidos nas áreas municipais pertencentes às BHs/SBHs, foram estimadas as cargas orgânicas remanescentes, assumindo-se os seguintes abatimentos para a carga orgânica: coeficiente de escoamento médio de 0,6, ou seja, apenas 60% são escoados para os açudes. Esse coeficiente foi utilizado para todos os açudes.

5.7.1.4 Irrigação Difusa

Para a poluição de origem agrícola, foram utilizados dados do censo agropecuário do IBGE, do ano de 2016. Como nem todos os municípios foram contemplados no censo, para aqueles não contemplados, adotou-se que não há irrigação.

As estimativas da carga de Fósforo – P remanescente, advinda da irrigação difusa, foram realizadas considerando a área existente, na bacia de contribuição dos açudes e BHs/SBHs, sendo aplicada a geração per capita de 0,4 Kg P /ha.ano.

As estimativas da carga de Nitrogênio - N remanescente, advinda da irrigação difusa, foram realizadas considerando a área existente, na bacia de contribuição dos açudes/bacias e sub-bacias, sendo aplicada a geração per capita de 2,3 Kg P /ha.ano.

Com base na carga de Nitrogênio e Fósforo total, produzidos nas áreas de irrigação, foram estimadas as cargas remanescentes, assumindo-se os seguintes abatimentos:

– Nitrogênio: coeficiente de escoamento de 0,682, ou seja, apenas 68,2% são escoados para os açudes.
– Fósforo: coeficiente de escoamento de 0,773, ou seja, apenas 77,3% são escoados para os açudes.

As cargas foram determinadas para os açudes estratégicos do Estado e para as BHs/SBHs. Os tópicos foram divididos em DBO, N e F, e dentro de cada tópico, foram discriminadas as poluições que mais contribuem em cada caso.

5.7.2 Cargas poluidoras dos Açudes Estratégicos

Na **Tabela 5.18**, podem ser vistas, de forma geral, as cargas poluidoras referentes ao esgoto doméstico, drenagem urbana, irrigação difusa e resíduos sólidos dos 120 açudes estratégicos

do Estado. Nos próximos tópicos, serão destrinchados todos os tipos de carga poluidora e de tipo de poluente.

Tabela 5.18 - Cargas poluidoras nos reservatórios estratégicos

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
345782	Açude Jandaia	Esgoto Doméstico	47,6	9,4	1,8
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	7,0		
3824396	Açude Escondido	Esgoto Doméstico	21,7	4,3	0,8
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	0,6		
3824870	Açude Riacho dos Cavalos	Esgoto Doméstico	98,2	19,4	3,6
		Drenagem Urbana	3,4	0,7	0,2
		Irrigação Difusa		0,3	0,1
		Lixo Doméstico	22,0		
3825335	Açude Baião	Esgoto Doméstico	4,6	7,5	7,4
		Drenagem Urbana	3,6	0,8	0,2
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	8,3		
3825406	Açude Tapera	Esgoto Doméstico	27,6	5,4	1,0
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	1,6		
3825602	Açude Santa Rosa	Esgoto Doméstico	284,8	79,0	14,8
		Drenagem Urbana	17,7	3,9	1,2
		Irrigação Difusa		0,3	0,1
		Lixo Doméstico	10,7		
3827934	Açude Várzea Grande	Esgoto Doméstico	169,6	33,5	6,3
		Drenagem Urbana	7,7	1,7	0,5
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	30,5		
3832182	Açude Gamela	Esgoto Doméstico	3,6	0,7	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,5		
3832399	Açude Pilões	Esgoto Doméstico	268,3	81,6	15,3
		Drenagem Urbana	12,3	2,7	0,8
		Irrigação Difusa		0,6	0,1
		Lixo Doméstico	51,7		
3832589	Açude Lagoa do Arroz	Esgoto Doméstico	140,8	31,3	8,0
		Drenagem Urbana	5,4	1,2	0,4
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	28,9		
3832967	Açude Cachoeira da Vaca	Esgoto Doméstico	3,9	0,8	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,6		
3833009	Açude Capivara	Esgoto Doméstico	61,5	15,7	3,7
		Drenagem Urbana	7,0	1,5	0,5
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	33,3		
3833021	Açude Arrojado	Esgoto Doméstico	6,3	1,2	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	2,9		
3833047	Açude Chupadouro I	Esgoto Doméstico	4,6	0,9	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	0,4		
3833193	Açude Paraíso (Luiz Oliveira)	Esgoto Doméstico	14,1	2,8	0,5
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	3,9		
3833643	Açude São Gonçalo	Esgoto Doméstico	108,1	21,3	4,0
		Drenagem Urbana	2,9	0,6	0,2
		Irrigação Difusa		0,4	0,1
		Lixo Doméstico	17,8		
3833913	Açude Eng. Avidos	Esgoto Doméstico	519,1	122,4	23,0
		Drenagem Urbana	17,0	3,8	1,2
		Irrigação Difusa		0,6	0,1
		Lixo Doméstico	44,2		
3833971	Açude Jenipapeiro	Esgoto Doméstico	7,7	1,5	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	1,4		
3834035	Açude Carneiro	Esgoto Doméstico	123,1	24,3	4,6
		Drenagem Urbana	5,2	1,1	0,4
		Irrigação Difusa		1,8	0,4
		Lixo Doméstico	13,3		
3834884	Açude Engenheiro Arcoverde	Esgoto Doméstico	10,1	2,0	0,4
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	1,5		
3835888	Açude São Mamede	Esgoto Doméstico	8,1	1,6	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	1,3		
3836501	Açude Várzea	Esgoto Doméstico	0,4	0,1	0,0
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,0		
3836546	Açude São José IV	Esgoto Doméstico	1,4	0,3	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3836718	Açude Santa Luzia (Tartaruga)	Esgoto Doméstico	20,6	4,1	0,8
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	2,5		
3837082	Açude Boqueirão do Cais	Esgoto Doméstico	315,2	62,3	11,7
		Drenagem Urbana	13,5	3,0	0,9
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	28,9		
3837127	Açude Caraibeiras	Esgoto Doméstico	5,3	1,1	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,7		
3837485	Açude Poleiros	Esgoto Doméstico	18,8	3,7	0,7
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	1,4		
3837494	Açude Curimataú	Esgoto Doméstico	7,9	14,7	15,2
		Drenagem Urbana	5,2	1,1	0,3
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	3,4		
3837721	Açude Felismina Queiroz	Esgoto Doméstico	135,9	26,8	5,0
		Drenagem Urbana	3,5	0,8	0,2
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	31,7		
3837955	Açude Olivedos	Esgoto Doméstico	8,1	1,6	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,9		
3838489	Açude Lagoa do Matias	Esgoto Doméstico	8,8	1,7	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	1,3		
3838579	Açude Canafístula II	Esgoto Doméstico	266,1	52,6	9,9
		Drenagem Urbana	13,9	3,1	0,9
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	49,4		
3838687	Açude Pipirituba	Esgoto Doméstico	197,1	38,9	7,3
		Drenagem Urbana	8,1	1,8	0,5
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	51,5		
3838801	Açude Algodão	Esgoto Doméstico	9,6	1,9	0,4
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	1,9		
3838868	Açude Saulo Maia	Esgoto Doméstico	214,3	42,3	7,9
		Drenagem Urbana	9,0	2,0	0,6
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	66,6		
3838894	Açude Tauá	Esgoto Doméstico	29,5	5,8	1,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	6,7		
3838953	Açude Vaca Brava	Esgoto Doméstico	7,9	1,6	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	1,7		
3838976	Açude Pitombeira	Esgoto Doméstico	15,8	3,1	0,6
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	3,6		
3839408	Açude Suspiro (Paredão)	Esgoto Doméstico	1,6	0,3	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,7		
3839414	Açude Duas Estradas	Esgoto Doméstico	28,5	5,6	1,1
		Drenagem Urbana	2,6	0,6	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	7,8		
3839678	Açude Jangada	Esgoto Doméstico	4,2	0,8	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,4	0,1

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	0,5		
3839744	Açude Araçagi	Esgoto Doméstico	2676,4	737,9	158,6
		Drenagem Urbana	116,9	25,8	7,9
		Irrigação Difusa		3,4	0,7
		Lixo Doméstico	685,3		
3843025	Açude Bom Jesus	Esgoto Doméstico	3,5	0,7	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,4		
3843264	Açude Frutuoso	Esgoto Doméstico	2,3	0,5	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3843303	Açude São José I	Esgoto Doméstico	15,8	3,1	0,6
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	2,8		
3843372	Açude Boquirão dos Cochos	Esgoto Doméstico	6,6	1,3	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	2,5		
3843424	Açude Cafundó	Esgoto Doméstico	0,9	0,2	0,0
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3843443	Açude Pimenta	Esgoto Doméstico	40,6	8,0	1,5
		Drenagem Urbana	2,8	0,6	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	9,6		
3843604	Açude Bartolomeu	Esgoto Doméstico	10,5	2,1	0,4
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,5		
3843658	Açude Cachoeira dos Alves	Esgoto Doméstico	19,5	3,8	0,7
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	5,3		
3843722	Açude Video	Esgoto Doméstico	3,9	0,8	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3843832	Açude Vazantes	Esgoto Doméstico	15,2	3,0	0,6
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	0,9		
3843995	Açude Saco	Esgoto Doméstico	271,1	53,5	10,0
		Drenagem Urbana	10,5	2,3	0,7
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	45,3		
3844013	Açude Mãe d'agua	Esgoto Doméstico	1459,7	320,3	63,2
		Drenagem Urbana	64,6	14,2	4,4
		Irrigação Difusa		4,4	0,9
		Lixo Doméstico	228,8		
3844014	Açude Curema	Esgoto Doméstico	195,8	42,2	10,4
		Drenagem Urbana	8,4	1,9	0,6
		Irrigação Difusa		0,5	0,1

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	31,4		
3844159	Açude Emas	Esgoto Doméstico	1,8	0,4	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,3		
3844168	Açude Cachoeira dos Cegos	Esgoto Doméstico	14,4	2,8	0,5
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	1,2		
3844652	Açude Jenipapeiro (Buiú)	Esgoto Doméstico	140,0	27,7	5,2
		Drenagem Urbana	3,2	0,7	0,2
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	15,1		
3844709	Açude Queimadas	Esgoto Doméstico	14,5	2,9	0,5
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,3	0,1
		Lixo Doméstico	0,5		
3844798	Açude Albino	Esgoto Doméstico	3,9	0,8	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,4		
3844974	Açude Bom Jesus (Poço Comprido)	Esgoto Doméstico	152,1	30,0	5,6
		Drenagem Urbana	7,1	1,6	0,5
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	29,8		
3845147	Açude Jatobá I	Esgoto Doméstico	17,0	3,4	0,6
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	2,0		
3845155	Açude da Farinha	Esgoto Doméstico	143,9	30,5	6,9
		Drenagem Urbana	9,7	2,1	0,7
		Irrigação Difusa		0,6	0,1
		Lixo Doméstico	69,9		
3845321	Açude Capoeira	Esgoto Doméstico	68,3	13,5	2,5
		Drenagem Urbana	2,5	0,5	0,2
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	12,2		
3845443	Açude Riacho das Moças	Esgoto Doméstico	82,0	19,7	3,7
		Drenagem Urbana	3,2	0,7	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	12,4		
3845449	Açude Bastiana	Esgoto Doméstico	1,4	0,3	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3845459	Açude São Francisco	Esgoto Doméstico	146,5	28,9	5,4
		Drenagem Urbana	6,2	1,4	0,4
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	28,9		
3845544	Açude Sabonete	Esgoto Doméstico	3,4	0,7	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,5		
3845586	Açude Jeremias	Esgoto Doméstico	23,6	4,7	0,9
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	2,9		
3846273	Açude Mucutu	Esgoto Doméstico	261,2	60,9	17,2
		Drenagem Urbana	14,5	3,2	1,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	56,7		
3846351	Açude Lagoa do Meio	Esgoto Doméstico	11,2	2,2	0,4
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	2,3		
3846434	Açude Taperoá II	Esgoto Doméstico	182,7	36,1	6,8
		Drenagem Urbana	6,0	1,3	0,4
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	35,3		
3846722	Açude Livramento	Esgoto Doméstico	0,7	0,1	0,0
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,1		
3846799	Açude Namorados	Esgoto Doméstico	1,8	0,4	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3846965	Açude Serra Branca II	Esgoto Doméstico	3,5	0,7	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3846972	Açude Serra Branca I	Esgoto Doméstico	4,6	0,9	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3847131	Açude Soledade	Esgoto Doméstico	40,9	8,1	1,5
		Drenagem Urbana	2,6	0,6	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	7,0		
3847406	Açude Gurjão	Esgoto Doméstico	4,1	0,8	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,5		
3847976	Açude Epitácio Pessoa	Esgoto Doméstico	1200,2	279,8	64,7
		Drenagem Urbana	65,4	14,4	4,4
		Irrigação Difusa		2,1	0,4
		Lixo Doméstico	255,1		
3848018	Açude Covão	Esgoto Doméstico	72,6	14,3	2,7
		Drenagem Urbana	3,4	0,8	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	1,7		
3848119	Açude Emídio	Esgoto Doméstico	53,4	10,6	2,0
		Drenagem Urbana	3,0	0,7	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	39,3		
3848133	Açude São Sebastião	Esgoto Doméstico	14,7	2,9	0,5
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	3,0		
3848151	Açude Camará	Esgoto Doméstico	465,9	92,0	17,3
		Drenagem Urbana	18,3	4,0	1,2
		Irrigação Difusa		0,4	0,1

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	98,9		
3848213	Açude Milhã	Esgoto Doméstico	18,3	3,6	0,7
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	4,8		
3848278	Açude Brejinho	Esgoto Doméstico	9,8	1,9	0,4
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,9		
3848357	Açude Sindô Ribeiro	Esgoto Doméstico	83,4	16,5	3,1
		Drenagem Urbana	3,4	0,7	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	20,9		
3848365	Açude Chupadouro II	Esgoto Doméstico	1,4	0,3	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,1		
3848474	Açude Chã dos Pereiras	Esgoto Doméstico	53,0	10,5	2,0
		Drenagem Urbana	3,0	0,7	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	6,2		
3848648	Açude José Rodrigues	Esgoto Doméstico	40,5	8,0	1,5
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	8,5		
3848754	Açude Gavião	Esgoto Doméstico	5,6	1,1	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,6		
3848893	Açude Acauã	Esgoto Doméstico	4013,7	2265,3	435,7
		Drenagem Urbana	454,1	100,1	30,7
		Irrigação Difusa		1,8	0,4
		Lixo Doméstico	744,6		
3849166	Açude São Salvador	Esgoto Doméstico	262,5	51,8	9,7
		Drenagem Urbana	12,6	2,8	0,9
		Irrigação Difusa		0,3	0,1
		Lixo Doméstico	47,5		
3852099	Açude Serra Vermelha	Esgoto Doméstico	8,1	1,6	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	0,3		
3852192	Açude Condado	Esgoto Doméstico	16,6	3,3	0,6
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	0,5		
3852285	Açude Santa Inês	Esgoto Doméstico	8,4	1,7	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,6		
3853014	Açude Piranhas	Esgoto Doméstico	21,6	4,3	0,8
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,3	0,1
		Lixo Doméstico	0,7		
3853073	Açude Bruscas	Esgoto Doméstico	59,5	11,8	2,2
		Drenagem Urbana	2,3	0,5	0,2
		Irrigação Difusa		0,0	0,0

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	7,7		
3853142	Açude Poço Redondo	Esgoto Doméstico	43,1	8,5	1,6
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	6,7		
3853369	Açude Catolé	Esgoto Doméstico	102,1	20,2	3,8
		Drenagem Urbana	4,0	0,9	0,3
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	6,1		
3854046	Açude Glória	Esgoto Doméstico	8,2	1,6	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,8		
3854123	Açude Tavares	Esgoto Doméstico	108,9	21,5	4,0
		Drenagem Urbana	4,3	0,9	0,3
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	38,0		
3854137	Açude Timbaúba	Esgoto Doméstico	24,5	4,8	0,9
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	3,9		
3854229	Açude Novo	Esgoto Doméstico	2,9	0,6	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,6		
3854405	Açude Jatobá II	Esgoto Doméstico	16,8	3,3	0,6
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	2,8		
3855266	Açude São Paulo	Esgoto Doméstico	46,9	11,6	2,2
		Drenagem Urbana	2,6	0,6	0,2
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	7,5		
3855271	Açude Ouro Velho	Esgoto Doméstico	1,1	0,2	0,0
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,2		
3855386	Açude Prata II	Esgoto Doméstico	1,1	0,2	0,0
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,1		
3855789	Açude São José II	Esgoto Doméstico	29,8	5,9	1,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	4,4		
3855882	Açude Serrote	Esgoto Doméstico	5,2	1,0	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,8		
3856076	Açude Poções	Esgoto Doméstico	171,5	111,8	21,0
		Drenagem Urbana	16,7	3,7	1,1
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	62,2		
3856325	Açude Sumé	Esgoto Doméstico	101,8	23,4	4,4
		Drenagem Urbana	5,1	1,1	0,3
		Irrigação Difusa		0,1	0,0

Código	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	13,2		
3856591	Açude Campos	Esgoto Doméstico	3,9	0,8	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	0,7		
3856668	Açude Cordeiro	Esgoto Doméstico	72,8	14,4	2,7
		Drenagem Urbana	2,4	0,5	0,2
		Irrigação Difusa		0,2	0,0
		Lixo Doméstico	10,2		
3856736	Açude Camalaú	Esgoto Doméstico	38,1	7,5	1,4
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,3	0,1
		Lixo Doméstico	6,2		
3857215	Açude São Domingos	Esgoto Doméstico	1,0	0,2	0,0
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,1		
3857443	Açude Bichinho	Esgoto Doméstico	3,8	0,7	0,1
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	0,4		
3857471	Açude Riacho de Santo Antônio	Esgoto Doméstico	5,9	1,2	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	0,7		
3866106	Açude Santo Antônio	Esgoto Doméstico	36,1	20,4	3,8
		Drenagem Urbana	5,1	1,1	0,3
		Irrigação Difusa		0,0	0,0
		Lixo Doméstico	13,2		
3940321	Açude Marés	Esgoto Doméstico	5,5	1,1	0,2
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	0,9		
3940513	Açude Gramame - Mamuaba	Esgoto Doméstico	295,3	66,7	12,5
		Drenagem Urbana	11,8	2,6	0,8
		Irrigação Difusa		1,5	0,3
		Lixo Doméstico	92,8		

5.7.2.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

As estimativas das cargas orgânicas remanescentes de DBO, provenientes de efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos são apresentadas, em ordem decrescente, para cada açude, na **Tabela 5.19**.

Tabela 5.19 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, remanescente dos efluentes domésticos, drenagem urbana e resíduos sólidos afluentes ao açude estratégico.

Código	Açude	DBO (ton/ano)
3848893	Açude Acauã	5212,4
3839744	Açude Araçagi	3478,6
3844013	Açude Mãe d'agua	1753,1
3847976	Açude Epitácio Pessoa	1520,7
3848151	Açude Camará	583,2
3833913	Açude Eng. Avidos	580,2
3940513	Açude Gramame - Mamuaba	399,8
3837082	Açude Boqueirão do Cais	357,6
3846273	Açude Mucutu	332,4
3832399	Açude Pilões	332,2
3838579	Açude Canafístula II	329,5
3843995	Açude Saco	326,9
3849166	Açude São Salvador	322,5
3825602	Açude Santa Rosa	313,2
3838868	Açude Saulo Maia	289,9
3838687	Açude Pipirituba	256,7
3856076	Açude Poções	250,4
3844014	Açude Curema	235,6
3846434	Açude Taperoá II	224,0
3845155	Açude da Farinha	223,5
3827934	Açude Várzea Grande	207,8
3844974	Açude Bom Jesus (Poço Comprido)	188,9
3845459	Açude São Francisco	181,6
3832589	Açude Lagoa do Arroz	175,0
3837721	Açude Felismina Queiroz	171,1
3844652	Açude Jenipapeiro (Buiú)	158,4
3854123	Açude Tavares	151,2
3834035	Açude Carneiro	141,6
3833643	Açude São Gonçalo	128,7
3824870	Açude Riacho dos Cavalos	123,5
3856325	Açude Sumé	120,2
3853369	Açude Catolé	112,2
3848357	Açude Sindô Ribeiro	107,7
3833009	Açude Capivara	101,8
3845443	Açude Riacho das Moças	97,6
3848119	Açude Emídio	95,7
3856668	Açude Cordeiro	85,5
3845321	Açude Capoeira	83,0
3848018	Açude Covão	77,7
3853073	Açude Bruscas	69,5
3848474	Açude Chã dos Pereiras	62,2
3855266	Açude São Paulo	57,0
345782	Açude Jandaia	54,5
3866106	Açude Santo Antônio	54,3
3843443	Açude Pimenta	53,0
3847131	Açude Soledade	50,4
3853142	Açude Poço Redondo	49,8
3848648	Açude José Rodrigues	49,0
3856736	Açude Camalaú	44,3
3839414	Açude Duas Estradas	38,8
3838894	Açude Tauá	36,2
3855789	Açude São José II	34,2
3825406	Açude Tapera	29,1

Código	Açude	DBO (ton/ano)
3854137	Açude Timbaúba	28,4
3845586	Açude Jeremias	26,5
3843658	Açude Cachoeira dos Alves	24,8
3848213	Açude Milhã	23,2
3836718	Açude Santa Luzia (Tartaruga)	23,1
3853014	Açude Piranhas	22,3
3824396	Açude Escondido	22,3
3837485	Açude Poleiros	20,2
3854405	Açude Jatobá II	19,6
3838976	Açude Pitombeira	19,4
3845147	Açude Jatobá I	19,1
3843303	Açude São José I	18,6
3833193	Açude Paraíso (Luiz Oliveira)	18,0
3848133	Açude São Sebastião	17,7
3852192	Açude Condado	17,1
3837494	Açude Curimataú	16,5
3825335	Açude Baião	16,5
3843832	Açude Vazantes	16,1
3844168	Açude Cachoeira dos Cegos	15,6
3844709	Açude Queimadas	15,0
3846351	Açude Lagoa do Meio	13,5
3834884	Açude Engenheiro Arcoverde	11,6
3838801	Açude Algodão	11,5
3843604	Açude Bartolomeu	11,1
3848278	Açude Brejinho	10,7
3838489	Açude Lagoa do Matias	10,1
3838953	Açude Vaca Brava	9,6
3835888	Açude São Mamede	9,5
3833021	Açude Arrojado	9,2
3843372	Açude Boquirão dos Cochos	9,1
3833971	Açude Jenipapeiro	9,0
3854046	Açude Glória	9,0
3852285	Açude Santa Inês	9,0
3837955	Açude Olivedos	9,0
3852099	Açude Serra Vermelha	8,3
3857471	Açude Riacho de Santo Antônio	6,6
3940321	Açude Marés	6,3
3848754	Açude Gavião	6,2
3837127	Açude Caraibeiras	6,0
3855882	Açude Serrote	5,9
3833047	Açude Chupadouro I	5,0
3846972	Açude Serra Branca I	4,8
3839678	Açude Jangada	4,7
3847406	Açude Gurjão	4,6
3856591	Açude Campos	4,6
3832967	Açude Cachoeira da Vaca	4,5
3844798	Açude Albino	4,2
3857443	Açude Bichinho	4,2
3843722	Açude Video	4,1
3832182	Açude Gamela	4,0
3843025	Açude Bom Jesus	3,9
3845544	Açude Sabonete	3,9
3846965	Açude Serra Branca II	3,6
3854229	Açude Novo	3,5
3843264	Açude Frutuoso	2,5
3839408	Açude Suspiro (Paredão)	2,3
3844159	Açude Emas	2,2

Código	Açude	DBO (ton/ano)
3846799	Açude Namorados	2,1
3845449	Açude Bastiana	1,6
3836546	Açude São José IV	1,6
3848365	Açude Chupadouro II	1,5
3855271	Açude Ouro Velho	1,3
3855386	Açude Prata II	1,3
3843424	Açude Cafundó	1,1
3857215	Açude São Domingos	1,1
3846722	Açude Livramento	0,7
3836501	Açude Várzea	0,5

A partir da **Tabela 5.20**, pode-se observar que existem açudes com mais de 5 mil toneladas de BDO afluente por ano e açudes com menos de 1 tonelada de DBO afluente por ano. A quantidade de DBO afluente é um ótimo indicador da qualidade da água desses reservatórios.

Pode-se observar, na **Tabela 5.20**, que apenas 4 açudes possuem mais que 1.000 toneladas de DBO por ano, sendo 6 com DBO superior a 500 toneladas. Apesar dessa pequena quantidade de açudes com altas cargas, eles concentram cerca de 57% (>1000 t) e de 62% (>500 t) da carga total gerada no Estado.

Tabela 5.20 - Distribuição de DBO em toneladas por ano nos açudes estratégicos

Intervalos	Quant. de Açudes	Porcentagem relativa de DBO
DBO > que 1000 t	4	56,99%
1.000 t > DBO > 500t	2	6,32%
500 t > DBO > 100 t	29	28,70%
DBO < 100t	85	7,99%
Total	**120**	**100,00%**

Isso pode ser um indicador de necessidade de enfoque na redução da carga orgânica a montante dos açudes: Acauã, Araçagi, Mãe d'água, Epitácio Pessoa, Camará e Eng. Avidos, pois o investimento em medidas mitigadoras, ainda que apenas nesses 6 açudes, permite que se combatam mais de 60% da DBO gerada afluente aos açudes.

Sabendo-se que os 10 açudes com maior quantidade de DBO afluente são, em ordem decrescente: Acauã, Araçagi, Mãe D'água, Epitácio Pessoa, Camará, Engenheiros Avidos, Gramame-Mamuaba, Boqueirão do Cais, Mucutu e Pilões, pode-se avaliar qual a principal fonte de poluição que leva a esse cenário.

Nas **Figuras 5.55** e **5.57**, nota-se que os açudes Acauã e Araçagi são os mais problemáticos e que os 6 maiores, realmente, representam grande parte da carga poluidora total do Estado. Ainda se nota que a maior parte da carga é gerada pelo efluente esgoto doméstico. Nas **Figuras 5.56** e **5.58**, tem-se que pelo menos 70% da DBO gerada são a partir do esgotamento sanitário, tendo os resíduos sólidos contribuído, em média, com 15%, e uma pequena parcela, nem 5%, advindos da drenagem urbana.

Figura 5.55 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente, para os 10 açudes com maior carga poluidora.

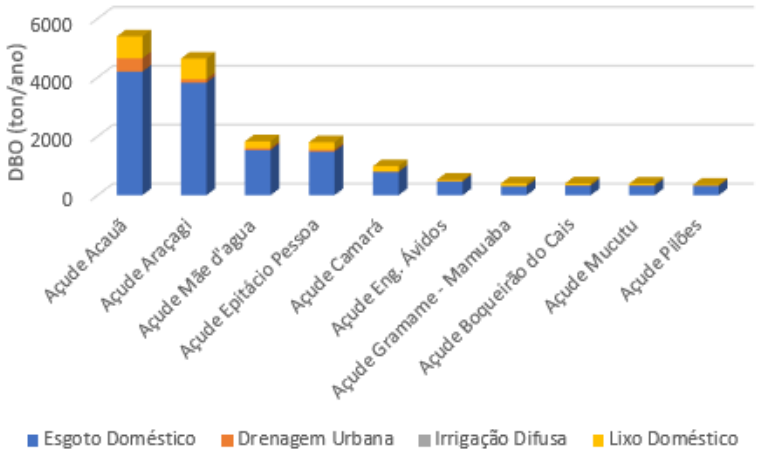
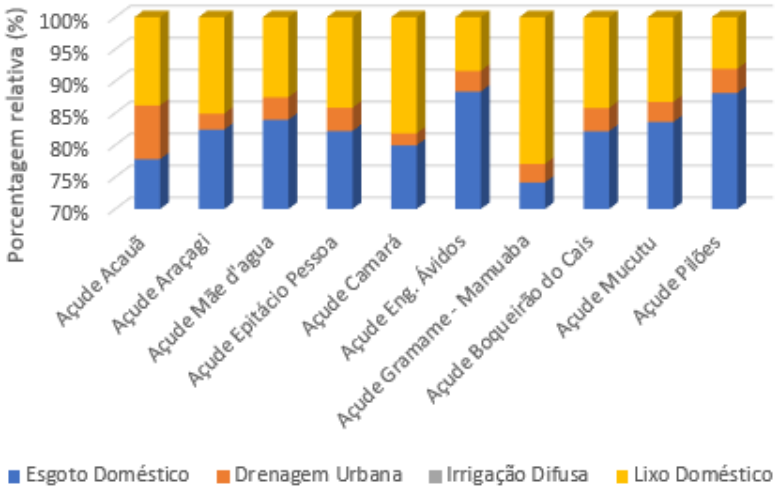
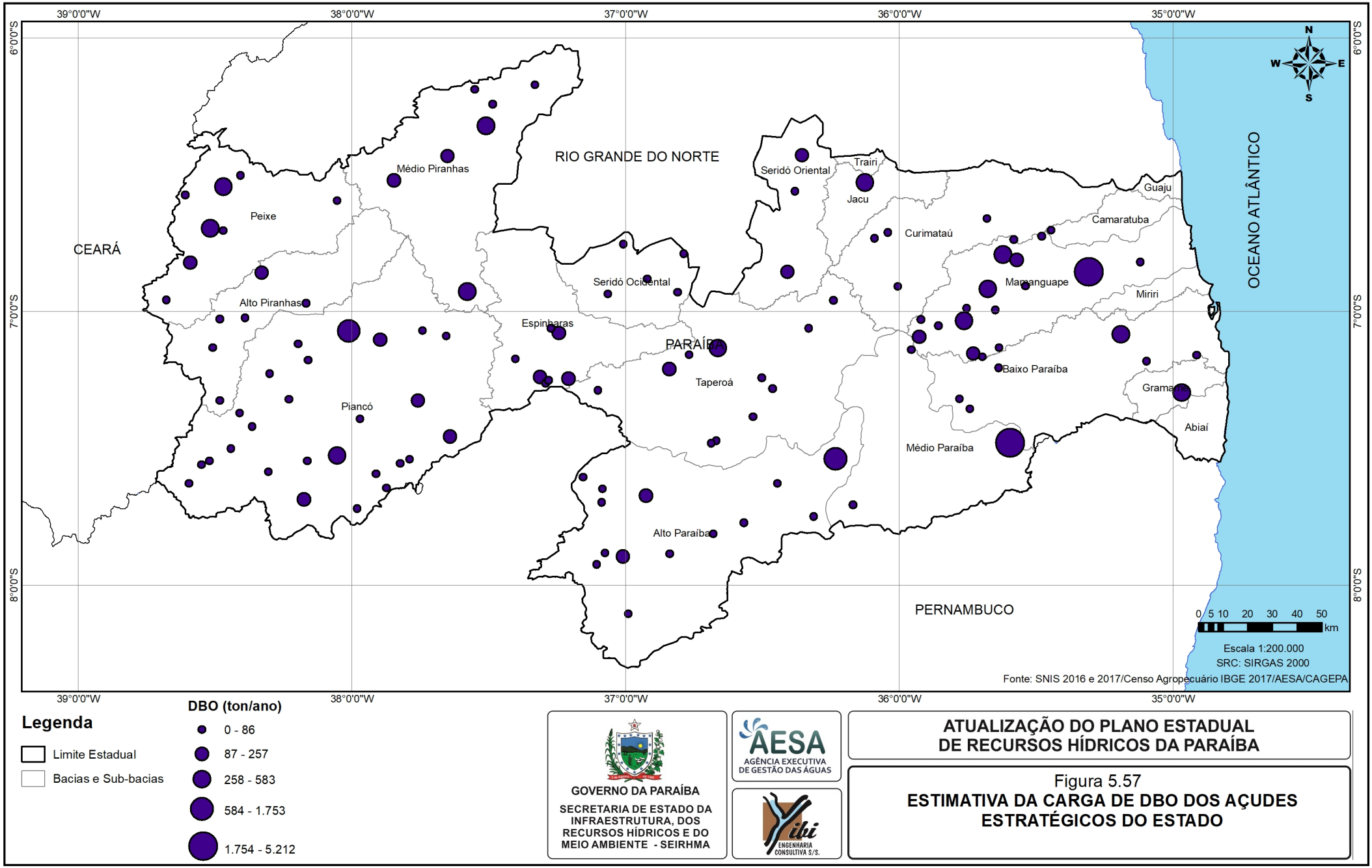


Figura 5.56 - Proporção da estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente, para os 10 açudes com maior carga poluidora.

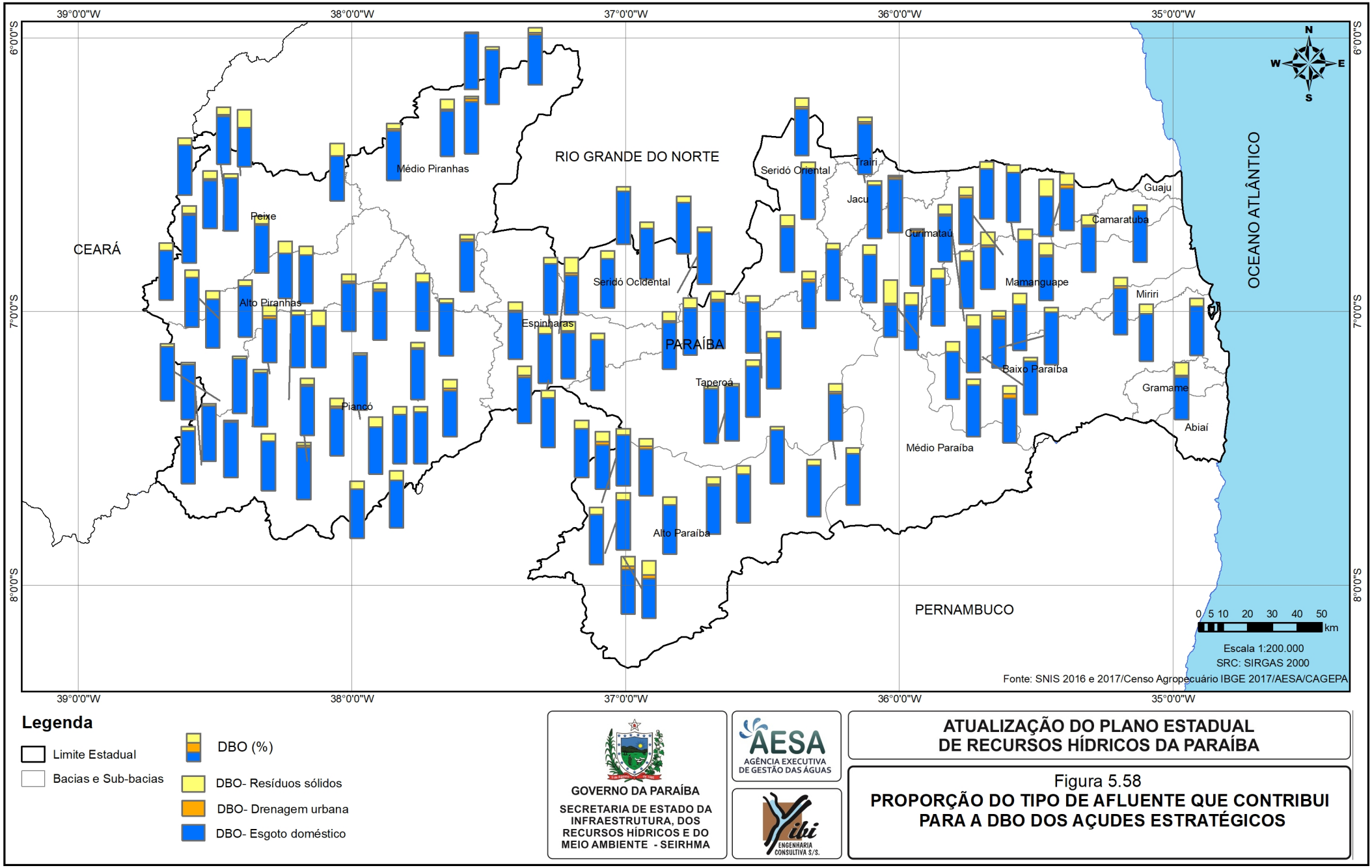




ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.57

ESTIMATIVA DA CARGA DE DBO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS DO ESTADO



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias
- DBO (%)
- DBO- Resíduos sólidos
- DBO- Drenagem urbana
- DBO- Esgoto doméstico

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.58
PROPORÇÃO DO TIPO DE AFLUENTE QUE CONTRIBUI PARA A DBO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS

Fazendo uma análise relativa da quantidade de DBO pela capacidade de armazenamento do açude, pode-se observar, na **Tabela 5.21**, que dentre os 10 açudes com maior quantidade de DBO afluente, apenas o Araçagi, segundo maior em quantidade total de DBO, está entre os 10 maiores (na oitava posição de taxa de DBO por capacidade). Ao se avaliarem os 4 maiores poluentes, percebe-se que estão nas posições 22°, 8°, 60°, 53° respectivamente. Isso mostra que, não necessariamente, os mais poluídos serão aqueles com a pior qualidade da água.

Tabela 5.21 - Os 10 açudes estratégicos com maior taxa de kg de DBO por capacidade

Ordem	COD	AÇUDE	DBO (kg/m³)
1	3848119	Açude Emídio	0,230
2	3843443	Açude Pimenta	0,207
3	3848018	Açude Covão	0,115
4	3825602	Açude Santa Rosa	0,110
5	3839414	Açude Duas Estradas	0,094
6	3837721	Açude Felismina Queiroz	0,080
7	3838579	Açude Canafístula II	0,080
8	3839744	Açude Araçagi	0,060
9	3838687	Açude Pipirituba	0,055
10	3848213	Açude Milhã	0,039

5.7.2.2 Fósforo (P)

As estimativas de fósforos (P) provenientes de efluentes domésticos, de drenagem urbana e de irrigação difusa são apresentadas, em ordem decrescente, a seguir, para cada açude, e podem ser observadas na **Tabela 5.22**.

Tabela 5.22 - Estimativa de Fósforo (P), remanescente dos efluentes domésticos, drenagem urbana e resíduos sólidos por açude estratégico do Estado.

Código	Açude	Fósforo (ton/ano)
3848893	Açude Acauã	466,8
3839744	Açude Araçagi	167,2
3847976	Açude Epitácio Pessoa	69,5
3844013	Açude Mãe d'agua	68,4
3833913	Açude Eng. Avidos	24,2
3856076	Açude Poções	22,1
3848151	Açude Camará	18,6
3846273	Açude Mucutu	18,2
3832399	Açude Pilões	16,3
3825602	Açude Santa Rosa	16,1
3837494	Açude Curimataú	15,5
3940513	Açude Gramame - Mamuaba	13,6
3837082	Açude Boqueirão do Cais	12,6
3844014	Açude Curema	11,1
3838579	Açude Canafístula II	10,8
3843995	Açude Saco	10,8
3849166	Açude São Salvador	10,6
3838868	Açude Saulo Maia	8,6
3832589	Açude Lagoa do Arroz	8,4
3838687	Açude Pipirituba	7,9
3845155	Açude da Farinha	7,7
3825335	Açude Baião	7,6

Código	Açude	Fósforo (ton/ano)
3846434	Açude Taperoá II	7,2
3827934	Açude Várzea Grande	6,8
3844974	Açude Bom Jesus (Poço Comprido)	6,1
3845459	Açude São Francisco	5,9
3844652	Açude Jenipapeiro (Buiú)	5,4
3837721	Açude Felismina Queiroz	5,3
3834035	Açude Carneiro	5,3
3856325	Açude Sumé	4,8
3854123	Açude Tavares	4,3
3833643	Açude São Gonçalo	4,3
3833009	Açude Capivara	4,2
3866106	Açude Santo Antônio	4,2
3853369	Açude Catolé	4,1
3824870	Açude Riacho dos Cavalos	3,9
3845443	Açude Riacho das Moças	3,9
3848357	Açude Sindô Ribeiro	3,3
3848018	Açude Covão	2,9
3856668	Açude Cordeiro	2,9
3845321	Açude Capoeira	2,7
3855266	Açude São Paulo	2,4
3853073	Açude Bruscas	2,4
3848119	Açude Emídio	2,2
3848474	Açude Chã dos Pereiras	2,2
345782-	çude Jandaia	1,8
3843443	Açude Pimenta	1,7
3847131	Açude Soledade	1,7
3853142	Açude Poço Redondo	1,6
3848648	Açude José Rodrigues	1,5
3856736	Açude Camalaú	1,5
3839414	Açude Duas Estradas	1,2
3855789	Açude São José II	1,1
3838894	Açude Tauá	1,1
3825406	Açude Tapera	1,1
3854137	Açude Timbaúba	0,9
3845586	Açude Jeremias	0,9
3853014	Açude Piranhas	0,9
3824396	Açude Escondido	0,8
3836718	Açude Santa Luzia (Tartaruga)	0,8
3843658	Açude Cachoeira dos Alves	0,8
3837485	Açude Poleiros	0,7
3848213	Açude Milhã	0,7
3845147	Açude Jatobá I	0,7
3852192	Açude Condado	0,6
3854405	Açude Jatobá II	0,6
3843832	Açude Vazantes	0,6
3844709	Açude Queimadas	0,6
3838976	Açude Pitombeira	0,6
3843303	Açude São José I	0,6
3844168	Açude Cachoeira dos Cegos	0,6
3833193	Açude Paraíso (Luiz Oliveira)	0,6
3848133	Açude São Sebastião	0,6
3846351	Açude Lagoa do Meio	0,4

Código	Açude	Fósforo (ton/ano)
3834884	Açude Engenheiro Arcoverde	0,4
3843604	Açude Bartolomeu	0,4
3848278	Açude Brejinho	0,4
3838801	Açude Algodão	0,4
3838489	Açude Lagoa do Matias	0,3
3852285	Açude Santa Inês	0,3
3835888	Açude São Mamede	0,3
3852099	Açude Serra Vermelha	0,3
3854046	Açude Glória	0,3
3837955	Açude Olivedos	0,3
3838953	Açude Vaca Brava	0,3
3833971	Açude Jenipapeiro	0,3
3843372	Açude Boquirão dos Cochos	0,3
3833021	Açude Arrojado	0,2
3857471	Açude Riacho de Santo Antônio	0,2
3839678	Açude Jangada	0,2
3940321	Açude Marés	0,2
3848754	Açude Gavião	0,2
3837127	Açude Caraibeiras	0,2
3855882	Açude Serrote	0,2
3833047	Açude Chupadouro I	0,2
3846972	Açude Serra Branca I	0,2
3856591	Açude Campos	0,2
3847406	Açude Gurjão	0,2
3843722	Açude Video	0,1
3857443	Açude Bichinho	0,1
3832967	Açude Cachoeira da Vaca	0,1
3844798	Açude Albino	0,1
3832182	Açude Gamela	0,1
3843025	Açude Bom Jesus	0,1
3846965	Açude Serra Branca II	0,1
3845544	Açude Sabonete	0,1
3854229	Açude Novo	0,1
3843264	Açude Frutuoso	0,1
3844159	Açude Emas	0,1
3846799	Açude Namorados	0,1
3839408	Açude Suspiro (Paredão)	0,1
3845449	Açude Bastiana	0,1
3848365	Açude Chupadouro II	0,1
3836546	Açude São José IV	0,1
3855386	Açude Prata II	0,1*
3855271	Açude Ouro Velho	0,1*
3857215	Açude São Domingos	0,1*
3843424	Açude Cafundó	0,1*
3846722	Açude Livramento	0,1*
3836501	Açude Várzea	0,1*

*Valores muito pequenos que foram arredondados

A partir da **Tabela 5.23**, pode-se observar que existem açudes com mais de 100 toneladas de Fósforo afluentes por ano e açudes com menos de 0,1 tonelada afluente. A quantidade de Fósforo afluente também é um ótimo indicador da qualidade da água desses reservatórios.

Pode-se observar, na **Tabela 5.23**, que 17 açudes recebem mais que 10 toneladas de DBO por ano, sendo 29 com DBO superior a 5 toneladas. Apesar dessa pequena quantidade de açudes com altas cargas, eles concentram cerca de 85% (>10 t) e 92% (>5 t) do total das cargas poluidoras.

Isso pode ser um indicador de enfoque, na redução da carga orgânica a montante, desses 29 açudes em medidas mitigadoras, pois apenas nesses estaria se combatendo mais de 90% do Nitrogênio gerado afluente àqueles açudes.

Tabela 5.23 - Distribuição de P em toneladas por ano nos açudes estratégicos

Intervalos	Quant. de Açudes	Porcentagem relativa de Fósforo
P > que 10 t	17	84,97%
10 t > P > 5 t	12	7,16%
5 t > P > 1 t	26	6,02%
P < 1 t	65	1,84%
Total	**120**	**100,00%**

Sabendo-se que os 10 açudes com maior quantidade de DBO afluente são, em ordem decrescente, Acauã, Araçagi, Epitácio Pessoa, Mãe D'água, Engenheiros Avidos, Poções, Camará, Mucutu, Pilões e Santa Rosa, é possívelse avaliar qual a principal fonte de poluição que leva a esse cenário.

Nas **Figura 5.59 e 5.61**, nota-se que os açudes Acauã e Araçagi são os mais problemáticos e que os 5 maiores, realmente, recebem grande parte da carga poluidora total do Estado. Ainda se nota que a maior parte da carga é gerada pelo efluente esgoto doméstico. Nas **Figura 5.60 e 5.62**, tem-se que cerca de 90% do fósforo são gerados a partir do esgotamento sanitário, tendo a drenagem urbana contribuindo com cerca de 10 % e uma parcela muito pequena da irrigação.

Figura 5.59 - Estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora.

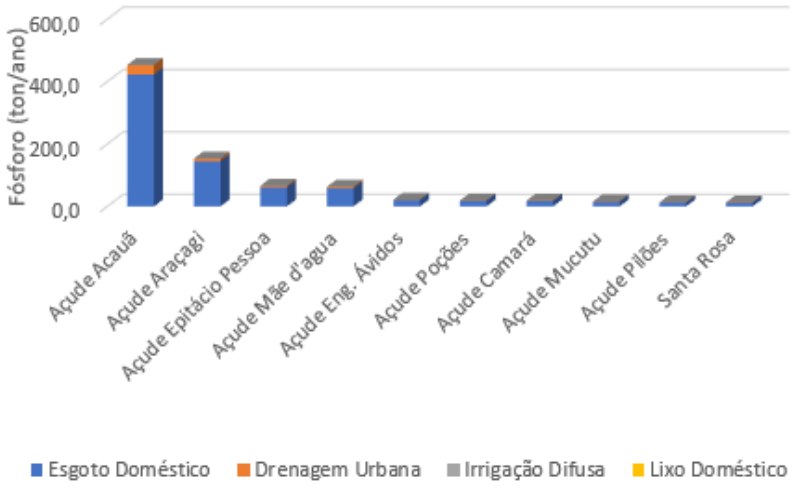
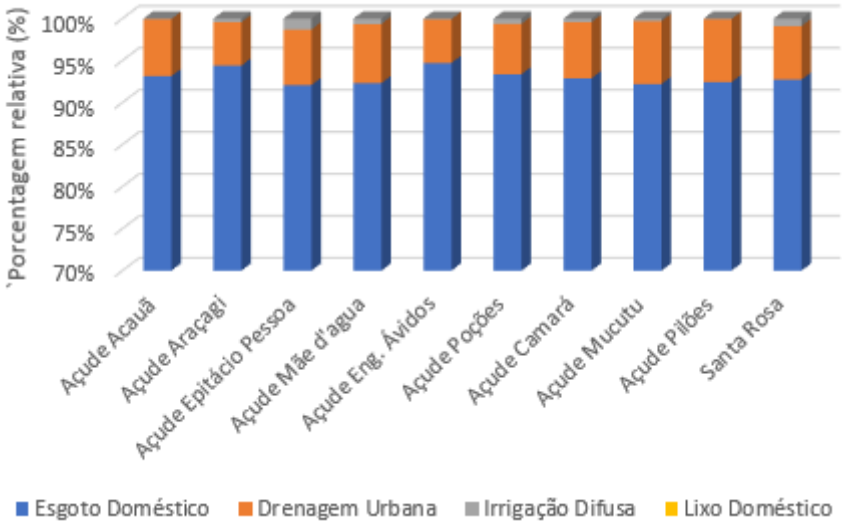
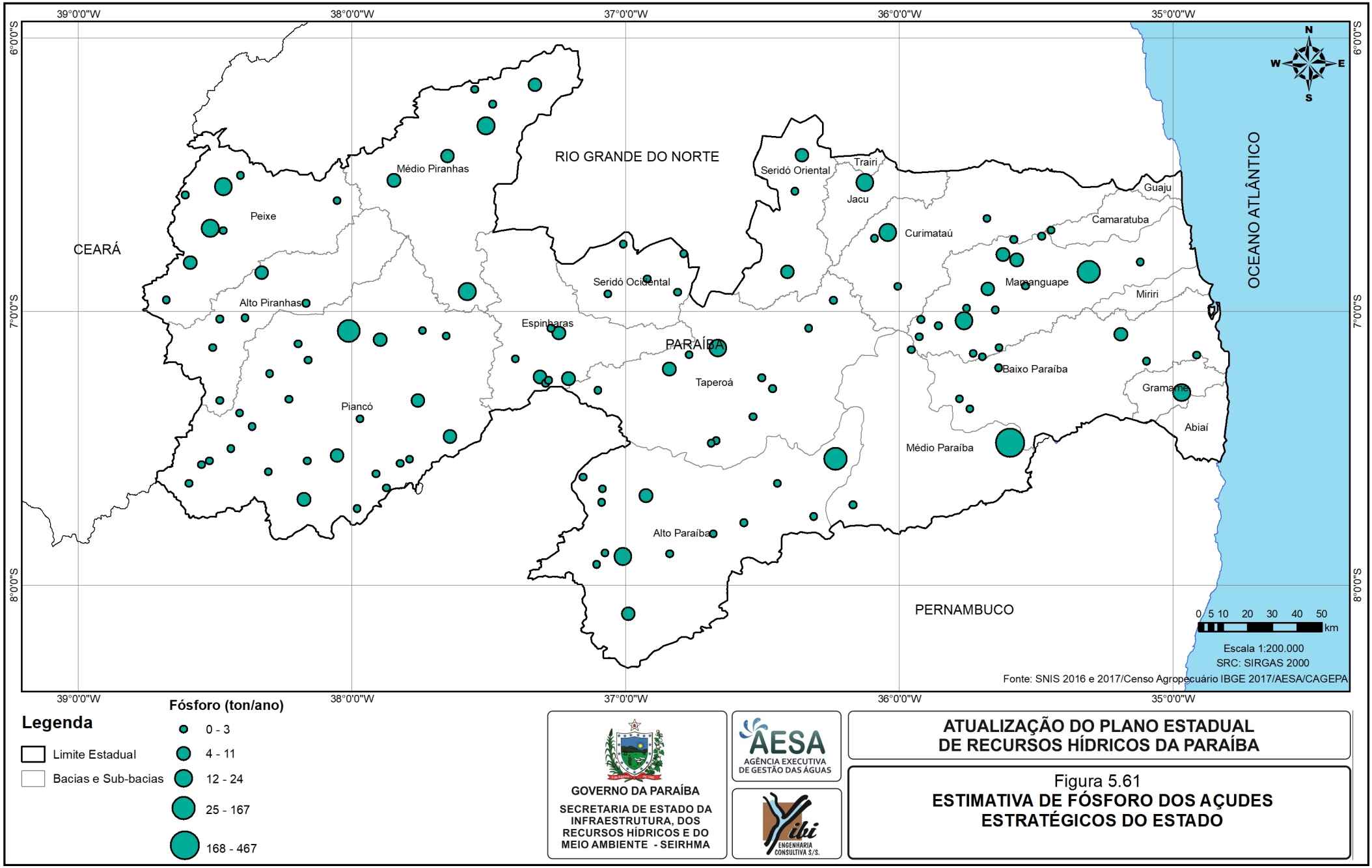


Figura 5.60 - Proporção da estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora.





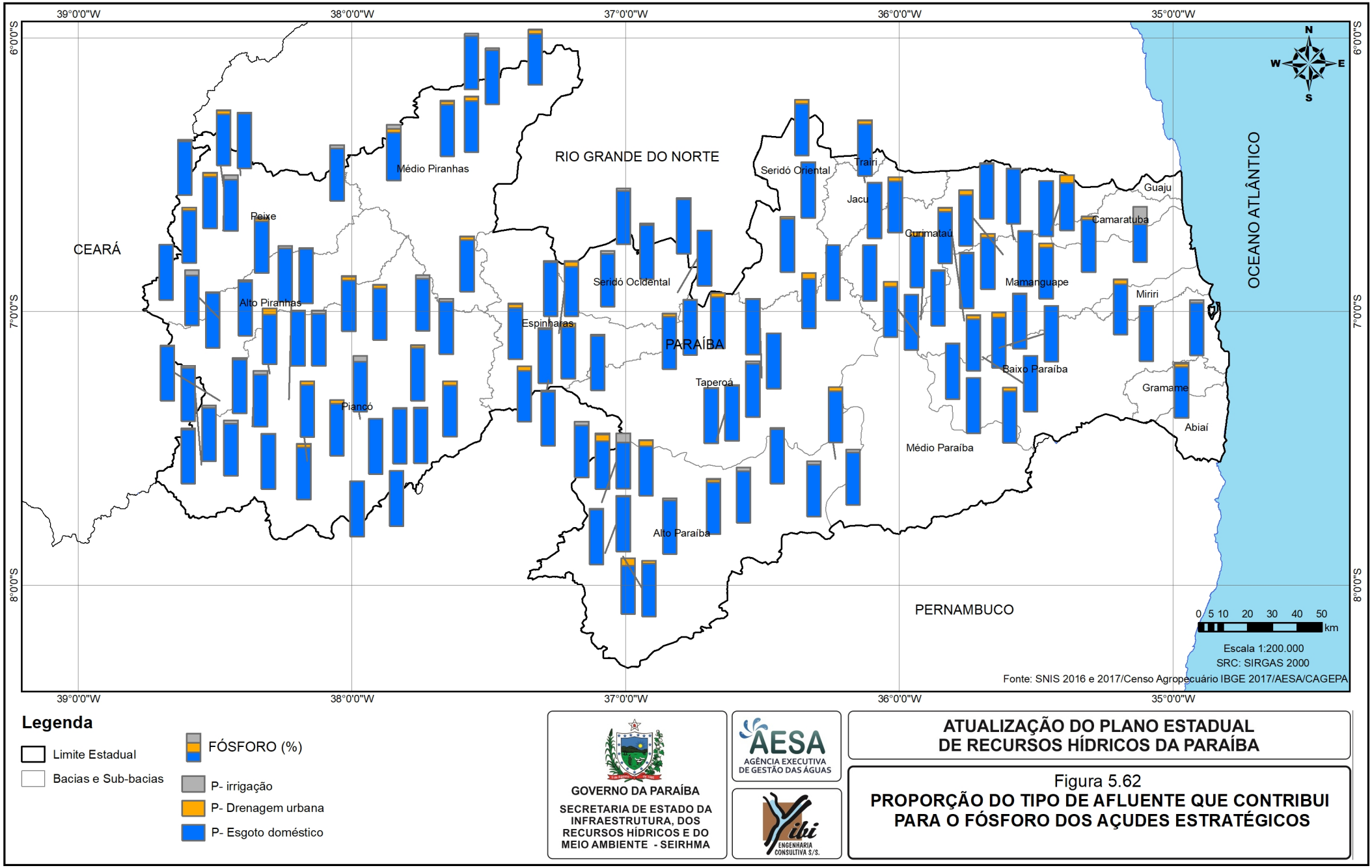
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.61
ESTIMATIVA DE FÓSFORO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS DO ESTADO



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias
- FÓSFORO (%)
  - P- irrigação
  - P- Drenagem urbana
  - P- Esgoto doméstico

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.62
PROPORÇÃO DO TIPO DE AFLUENTE QUE CONTRIBUI PARA O FÓSFORO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS

5.7.2.3 Nitrogênio (N)

As estimativas de Nitrogênio provenientes de efluentes domésticos, drenagem urbana e irrigação difusa são apresentadas, em ordem decrescente, para cada açude, na **Tabela 5.24**.

Tabela 5.24 - Estimativa de Nitrogênio (N), remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por açude estratégico do Estado

Código	Açude	Nitrogênio (ton/ano)
3848893	Açude Acauã	2367,2
3839744	Açude Araçagi	767,0
3844013	Açude Mãe d'agua	338,9
3847976	Açude Epitácio Pessoa	296,3
3833913	Açude Eng. Avidos	126,8
3856076	Açude Poções	115,6
3848151	Açude Camará	96,5
3832399	Açude Pilões	84,9
3825602	Açude Santa Rosa	83,2
3940513	Açude Gramame - Mamuaba	70,8
3837082	Açude Boqueirão do Cais	65,5
3846273	Açude Mucutu	64,2
3843995	Açude Saco	56,0
3838579	Açude Canafístula II	55,6
3849166	Açude São Salvador	55,0
3844014	Açude Curema	44,5
3838868	Açude Saulo Maia	44,4
3838687	Açude Pipirituba	40,8
3846434	Açude Taperoá II	37,5
3827934	Açude Várzea Grande	35,2
3845155	Açude da Farinha	33,3
3832589	Açude Lagoa do Arroz	32,7
3844974	Açude Bom Jesus (Poço Comprido)	31,6
3845459	Açude São Francisco	30,4
3844652	Açude Jenipapeiro (Buiú)	28,5
3837721	Açude Felismina Queiroz	27,7
3834035	Açude Carneiro	27,3
3856325	Açude Sumé	24,7
3854123	Açude Tavares	22,5
3833643	Açude São Gonçalo	22,4
3866106	Açude Santo Antônio	21,5
3853369	Açude Catolé	21,1
3824870	Açude Riacho dos Cavalos	20,4
3845443	Açude Riacho das Moças	20,4
3833009	Açude Capivara	17,3
3848357	Açude Sindô Ribeiro	17,2
3837494	Açude Curimataú	15,9
3856668	Açude Cordeiro	15,1
3848018	Açude Covão	15,1
3845321	Açude Capoeira	14,2
3855266	Açude São Paulo	12,3
3853073	Açude Bruscas	12,3
3848119	Açude Emídio	11,2
3848474	Açude Chã dos Pereiras	11,1
345782	Açude Jandaia	9,5
3847131	Açude Soledade	8,6
3843443	Açude Pimenta	8,6
3853142	Açude Poço Redondo	8,6
3825335	Açude Baião	8,4

Código	Açude	Nitrogênio (ton/ano)
3848648	Açude José Rodrigues	8,1
3856736	Açude Camalaú	7,8
3839414	Açude Duas Estradas	6,2
3855789	Açude São José II	5,9
3838894	Açude Tauá	5,9
3825406	Açude Tapera	5,6
3854137	Açude Timbaúba	4,9
3845586	Açude Jeremias	4,7
3853014	Açude Piranhas	4,5
3824396	Açude Escondido	4,5
3836718	Açude Santa Luzia (Tartaruga)	4,2
3843658	Açude Cachoeira dos Alves	4,0
3837485	Açude Poleiros	3,7
3848213	Açude Milhã	3,6
3845147	Açude Jatobá I	3,5
3852192	Açude Condado	3,4
3854405	Açude Jatobá II	3,3
3843832	Açude Vazantes	3,2
3838976	Açude Pitombeira	3,2
3843303	Açude São José I	3,2
3844709	Açude Queimadas	3,2
3844168	Açude Cachoeira dos Cegos	3,0
3833193	Açude Paraíso (Luiz Oliveira)	2,9
3848133	Açude São Sebastião	2,9
3846351	Açude Lagoa do Meio	2,2
3834884	Açude Engenheiro Arcoverde	2,2
3843604	Açude Bartolomeu	2,1
3848278	Açude Brejinho	1,9
3838801	Açude Algodão	1,9
3838489	Açude Lagoa do Matias	1,8
3852285	Açude Santa Inês	1,7
3835888	Açude São Mamede	1,7
3852099	Açude Serra Vermelha	1,7
3854046	Açude Glória	1,6
3837955	Açude Olivedos	1,6
3838953	Açude Vaca Brava	1,6
3833971	Açude Jenipapeiro	1,5
3843372	Açude Boquirão dos Cochos	1,4
3833021	Açude Arrojado	1,3
3857471	Açude Riacho de Santo Antônio	1,2
3839678	Açude Jangada	1,2
3940321	Açude Marés	1,1
3848754	Açude Gavião	1,1
3837127	Açude Caraibeiras	1,1
3855882	Açude Serrote	1,0
3833047	Açude Chupadouro I	1,0
3846972	Açude Serra Branca I	0,9
3856591	Açude Campos	0,8
3847406	Açude Gurjão	0,8
3843722	Açude Video	0,8
3857443	Açude Bichinho	0,8
3832967	Açude Cachoeira da Vaca	0,8
3844798	Açude Albino	0,8
3832182	Açude Gamela	0,7
3843025	Açude Bom Jesus	0,7
3846965	Açude Serra Branca II	0,7
3845544	Açude Sabonete	0,7

Código	Açude	Nitrogênio (ton/ano)
3854229	Açude Novo	0,6
3843264	Açude Frutuoso	0,5
3844159	Açude Emas	0,4
3846799	Açude Namorados	0,4
3839408	Açude Suspiro (Paredão)	0,3
3845449	Açude Bastiana	0,3
3848365	Açude Chupadouro II	0,3
3836546	Açude São José IV	0,3
3855386	Açude Prata II	0,3
3855271	Açude Ouro Velho	0,2
3857215	Açude São Domingos	0,2
3843424	Açude Cafundó	0,2
3846722	Açude Livramento	0,1
3836501	Açude Várzea	0,1

A partir da **Tabela 5.24**, pode-se observar que existem açudes com mais de mil toneladas de Nitrogênio afluentes por ano, além de açudes com 0,1 toneladas de Nitrogênio afluente. A quantidade de Nitrogênio afluente também é um ótimo indicador da qualidade da água desses reservatórios.

Pode-se observar, na **Tabela 5.25**, que apenas 6 açudes possuem mais que 1000 toneladas de N por ano, sendo 15 com N superior a 50 toneladas. Apesar dessa pequena quantidade de açudes com altas cargas, eles concentram cerca de 72% (>100 t) e 83% (>50 t) do total de Nitrogênio.

Isso pode ser um indicador de enfoque na redução da carga orgânica a montante dos seguintes açudes: Acauã, Araçagi, Mãe d'água, Epitácio Pessoa, Eng. Avidos e Poções, pois se investe-se em medidas mitigadoras apenas nesses 6 açudes, está se combatendo mais de 70% do Nitrogênio gerados a afluente aos açudes.

Tabela 5.25 - Distribuição do Nitrogênio em toneladas por ano nos açudes estratégicos

Intervalos	Quant. de Açudes	Porcentagem relativa de Nitrogênio
N > que 100 t	6	72,31%
100 t > N > 50 t	9	11,38%
50 t > N > 10 t	29	12,77%
DN < 10 t	76	3,53%
Total	**120**	**100,00%**

Sabendo-se que os 10 açudes com maior quantidade de DBO afluente são, em ordem decrescente os seguintes: Acauã, Araçagi, Mãe D'água, Epitácio Pessoa, Engenheiros Avidos, Poções, Camará, Pilões, Santa Rosa e Gramame-Mamuaba, pode-se avaliar qual a principal fonte de poluição que leva a esse cenário.

Nas **Figuras 5.63 e 5.65**, nota-se que os açudes Acauã e Araçagi são os mais problemáticos e que os 5 maiores açudes, realmente, representam grande parte da carga poluidora total do Estado. Ainda se nota que a maior parte da carga é gerada pelo efluente esgoto doméstico. Nas **Figuras 5.64 e 5.66**, tem-se que mais de 90% do fósforo gerado são produzidos, a partir do esgotamento sanitário, tendo a drenagem urbana contribuído com cerca de 5 % e uma parcela muito pequena da irrigação.

Figura 5.63 - Estimativa da carga de Nitrogênio-N, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora.

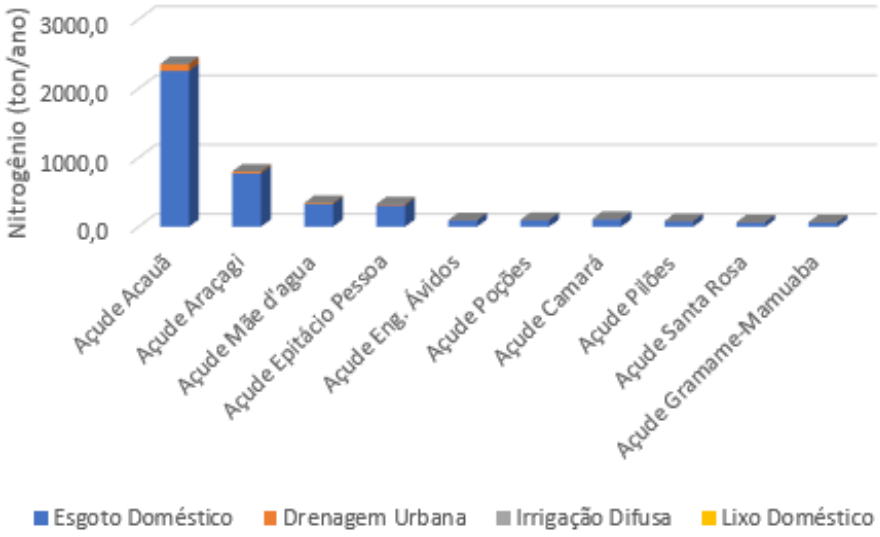
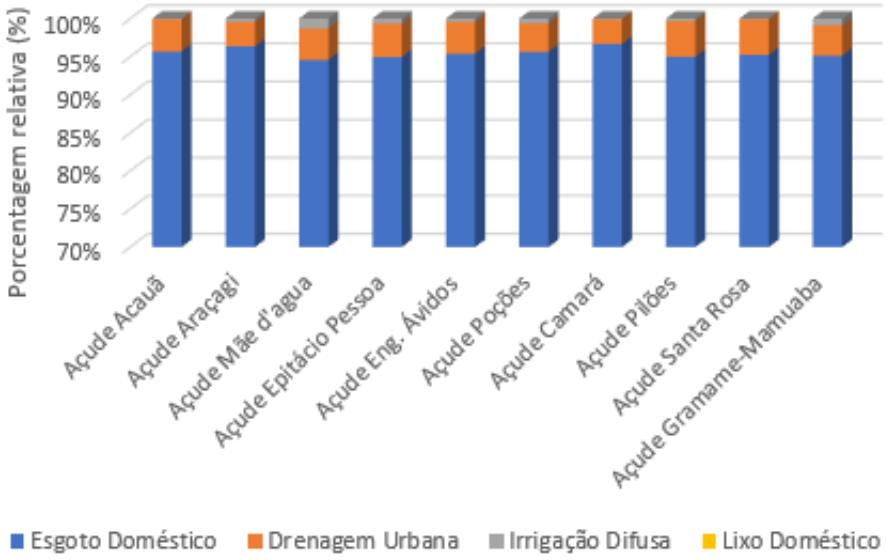
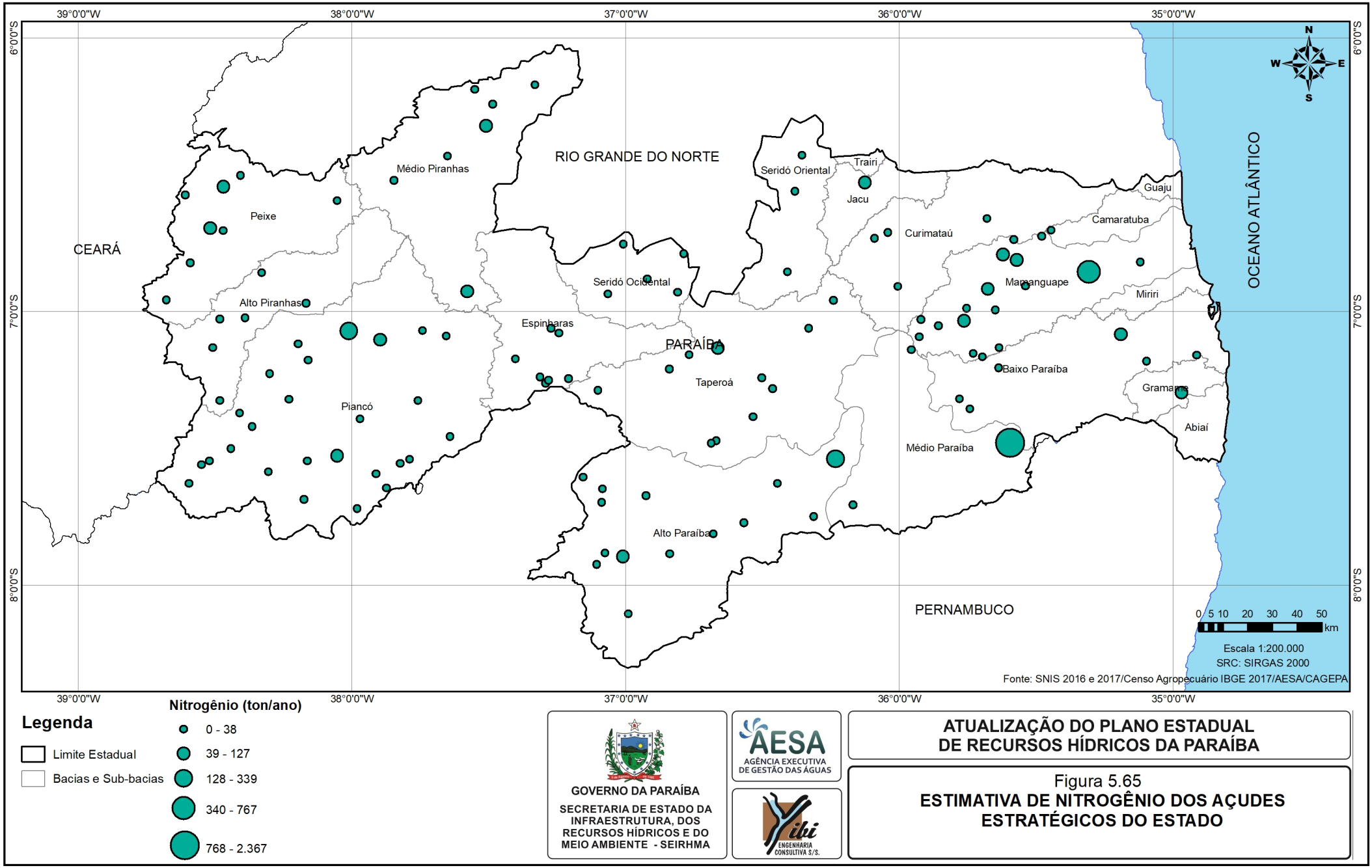


Figura 5.64 - Porcentagem relativa da estimativa de Nitrogênio-N, por efluente para os 10 açudes com maior carga poluidora.





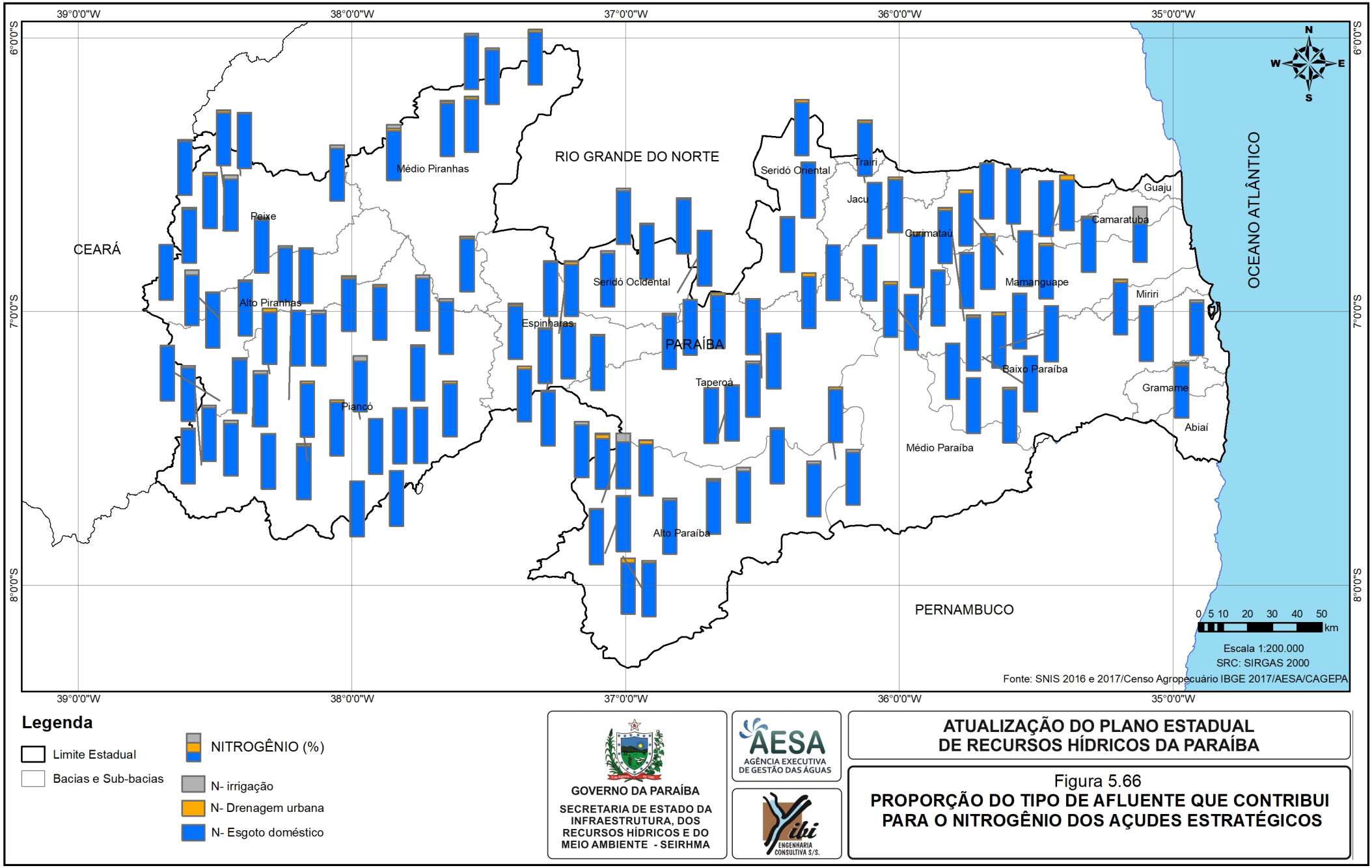
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.65
ESTIMATIVA DE NITROGÊNIO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS DO ESTADO



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias
- NITROGÊNIO (%)
- N- irrigação
- N- Drenagem urbana
- N- Esgoto doméstico

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.66
PROPORÇÃO DO TIPO DE AFLUENTE QUE CONTRIBUI PARA O NITROGÊNIO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS

5.7.3 Cargas poluidoras das BHs/SBHs

Na **Tabela 5.26**, podem ser vistas, de forma geral, as cargas poluidoras referentes ao esgoto doméstico, à drenagem urbana, à irrigação difusa e aos resíduos sólidos das BHs/SBHs de análises. Nos próximos tópicos, serão destrinchadas a representatividade de cada parâmetro e os tipos de efluentes.

Tabela 5.26 - Cargas poluidoras dos reservatórios estratégicos/BH/SBH

ID	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
1	Abiaí	Esgoto Doméstico	805,8	135,3	19,9
		Drenagem Urbana	27,8	6,1	1,9
		Irrigação Difusa		6,6	1,3
		Lixo Doméstico	255,2		
2	Alto PB	Esgoto Doméstico	953,9	285,8	42,0
		Drenagem Urbana	55,4	12,2	3,7
		Irrigação Difusa		4,0	0,8
		Lixo Doméstico	191,7		
3	Alto Piranhas	Esgoto Doméstico	824,5	178,1	26,2
		Drenagem Urbana	28,9	6,4	2,0
		Irrigação Difusa		2,4	0,5
		Lixo Doméstico	115,9		
4	Baixo PB	Esgoto Doméstico	12568,7	4342,3	638,6
		Drenagem Urbana	1229,5	270,9	83,2
		Irrigação Difusa		11,9	2,4
		Lixo Doméstico	2228,8		
5	Camaratuba	Esgoto Doméstico	504,3	84,7	12,5
		Drenagem Urbana	18,3	4,0	1,2
		Irrigação Difusa		8,3	1,6
		Lixo Doméstico	170,8		
6	Curimataú	Esgoto Doméstico	1841,6	442,8	65,1
		Drenagem Urbana	65,5	14,4	4,4
		Irrigação Difusa		1,8	0,4
		Lixo Doméstico	532,8		
7	Espinharas	Esgoto Doméstico	1899,6	385,9	56,8
		Drenagem Urbana	150,1	33,1	10,2
		Irrigação Difusa		2,7	0,5
		Lixo Doméstico	658,1		
8	Gramame	Esgoto Doméstico	630,6	113,0	16,6
		Drenagem Urbana	22,9	5,1	1,6
		Irrigação Difusa		3,4	0,7
		Lixo Doméstico	150,8		
9	Guaju	Esgoto Doméstico	11,0	1,9	0,3
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		1,1	0,2
		Lixo Doméstico	0,9		
10	Jacú	Esgoto Doméstico	494,5	83,0	12,2
		Drenagem Urbana	18,8	4,1	1,3
		Irrigação Difusa		0,4	0,1
		Lixo Doméstico	58,6		
11	Mamanguape	Esgoto Doméstico	5134,5	1131,6	166,4
		Drenagem Urbana	228,5	50,3	15,5
		Irrigação Difusa		15,1	3,0

ID	Açude	Tipo de Fonte	DBO (ton/ano)	Nitrogênio (ton/ano)	Fósforo (ton/ano)
		Lixo Doméstico	1191,0		
12	Miriri	Esgoto Doméstico	345,4	58,0	8,5
		Drenagem Urbana	10,2	2,2	0,7
		Irrigação Difusa		5,0	1,0
		Lixo Doméstico	120,8		
13	Médio PB	Esgoto Doméstico	4041,8	1984,0	291,8
		Drenagem Urbana	457,0	100,7	30,9
		Irrigação Difusa		1,8	0,4
		Lixo Doméstico	783,7		
14	Médio Piranhas	Esgoto Doméstico	1831,3	370,6	54,5
		Drenagem Urbana	88,1	19,4	6,0
		Irrigação Difusa		8,3	1,6
		Lixo Doméstico	239,7		
15	Peixe	Esgoto Doméstico	2563,9	537,5	79,0
		Drenagem Urbana	175,4	38,7	11,9
		Irrigação Difusa		4,5	0,9
		Lixo Doméstico	427,8		
16	Piancó	Esgoto Doméstico	3241,8	650,3	95,6
		Drenagem Urbana	138,6	30,5	9,4
		Irrigação Difusa		8,3	1,6
		Lixo Doméstico	491,4		
17	Seridó Ocidental	Esgoto Doméstico	204,7	115,2	16,9
		Drenagem Urbana	18,1	4,0	1,2
		Irrigação Difusa		0,5	0,1
		Lixo Doméstico	44,2		
18	Seridó Oriental	Esgoto Doméstico	615,4	121,7	17,9
		Drenagem Urbana	22,8	5,0	1,5
		Irrigação Difusa		0,5	0,1
		Lixo Doméstico	151,6		
19	Taperoá	Esgoto Doméstico	1556,1	331,3	48,7
		Drenagem Urbana	67,9	15,0	4,6
		Irrigação Difusa		0,8	0,2
		Lixo Doméstico	278,6		
20	Trairi	Esgoto Doméstico	19,2	3,2	0,5
		Drenagem Urbana	0,0	0,0	0,0
		Irrigação Difusa		0,1	0,0
		Lixo Doméstico	1,6		

5.7.3.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

As estimativas das cargas orgânicas remanescentes de DBO provenientes de efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos são apresentadas a seguir, para cada BH/SBH, na **Tabela 5.27**.

Tabela 5.27 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por BH/SBH

ID	Açude	DBO (ton/ano)	Porcentagem relativa (%)
1	Abiaí	1088,8	2,13%
2	Alto PB	1201,0	2,35%
3	Alto Piranhas	969,2	1,90%
4	Baixo PB	16027,0	31,42%
5	Camaratuba	693,3	1,36%
6	Curimataú	2439,9	4,78%
7	Espinharas	2707,8	5,31%
8	Gramame	804,4	1,58%
9	Guaju	11,9	0,02%
10	Jacú	571,9	1,12%
11	Mamanguape	6554,1	12,85%
12	Miriri	476,4	0,93%
13	Médio PB	5282,5	10,36%
14	Médio Piranhas	2159,1	4,23%
15	Peixe	3167,1	6,21%
16	Piancó	3871,8	7,59%
17	Seridó Ocidental	267,0	0,52%
18	Seridó Oriental	789,8	1,55%
19	Taperoá	1902,6	3,73%
20	Trairi	20,8	0,04%

Pode-se observar, na **Figura 5.67**, que a maior concentração da carga de DBO está na Sub-Bacia do Baixo-Paraíba, que apresenta um valor um pouco maior que 30% da DBO de todo o Estado. As regiões de Mamanguape, Médio PB, Médio Piranhas, Peixe e Piancó representam outros 45% da DBO do Estado. Pode-se ver esses valores distribuídos, espacialmente, na **Figura 5.68**. Já nas **Figura 5.69** e **5.70**, nota-se que, de forma geral, o esgoto doméstico é responsável por mais de 70% da carga poluidora, chegando a mais de 90% em algumas BHs/SBHs. Em seguida, vem o lixo doméstico, com participação de 10 a 25%, e uma pequena parcela da irrigação.

Figura 5.67 - Estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente para as BHs/SBHs.

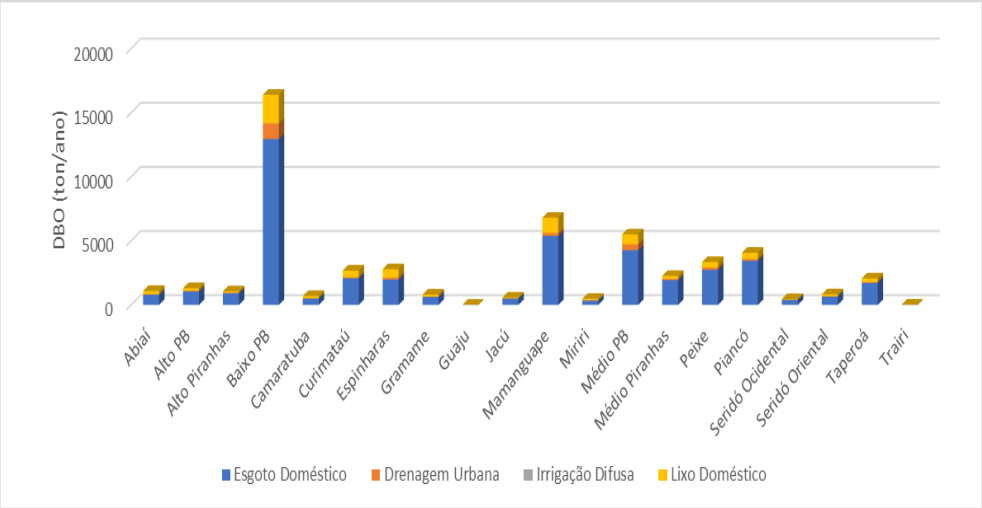
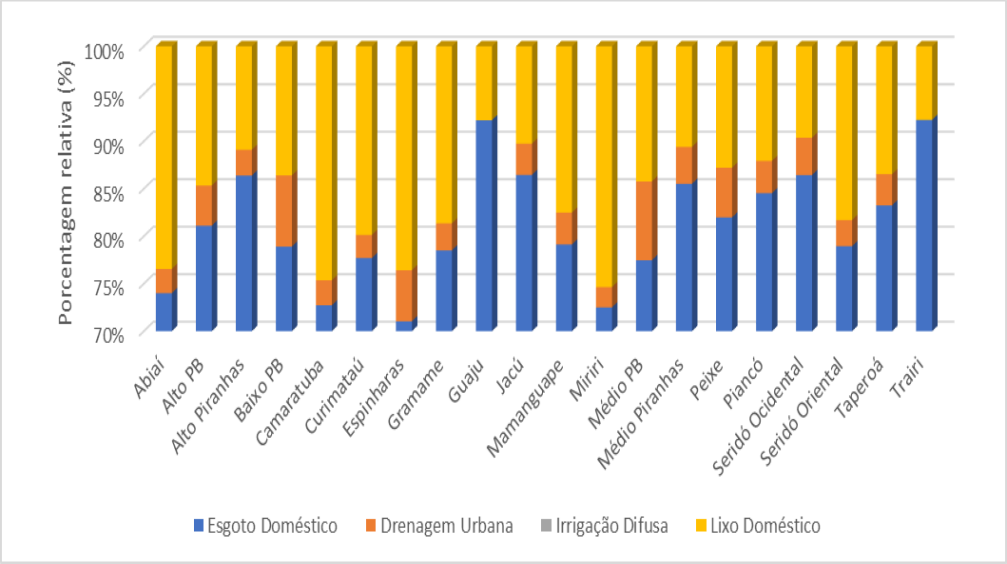
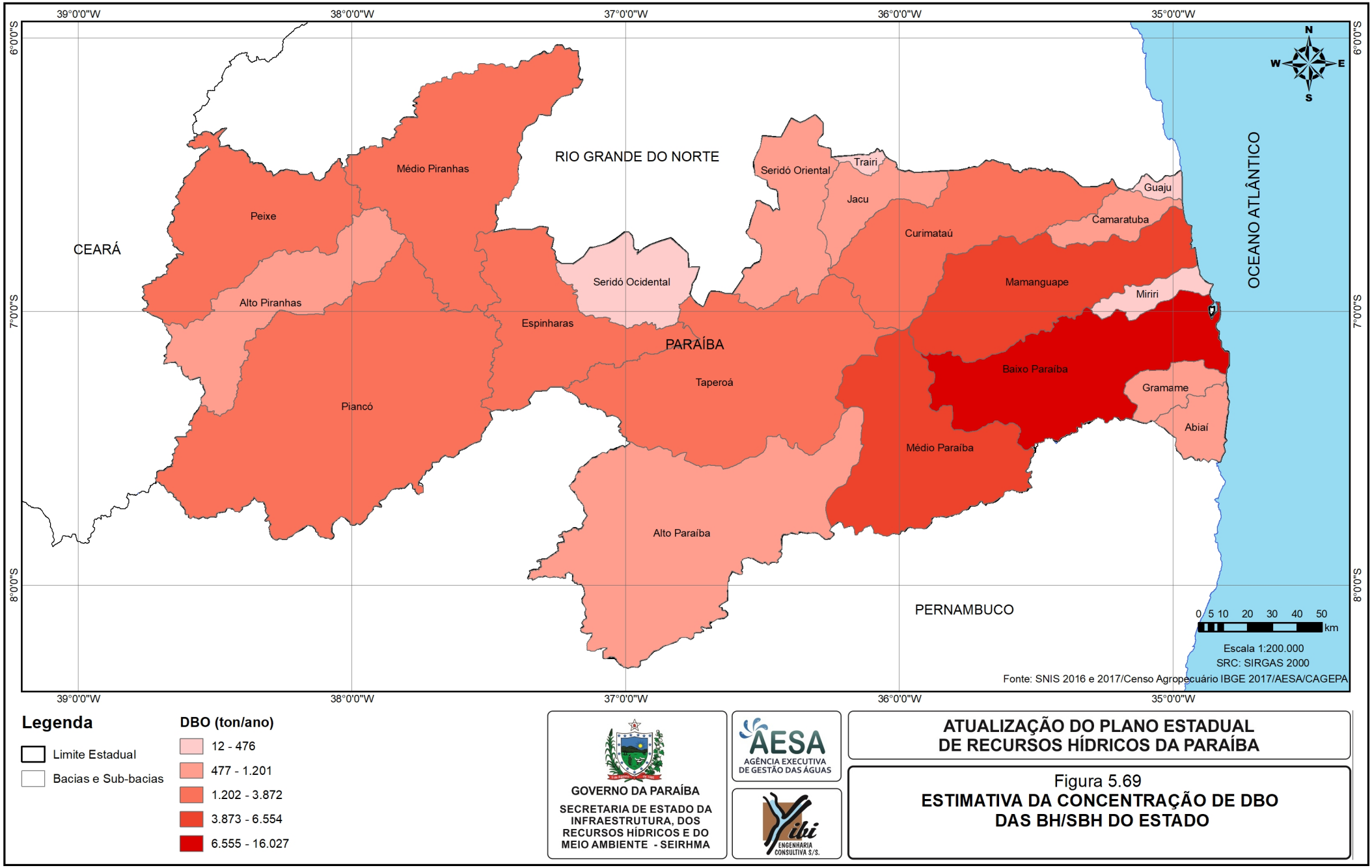


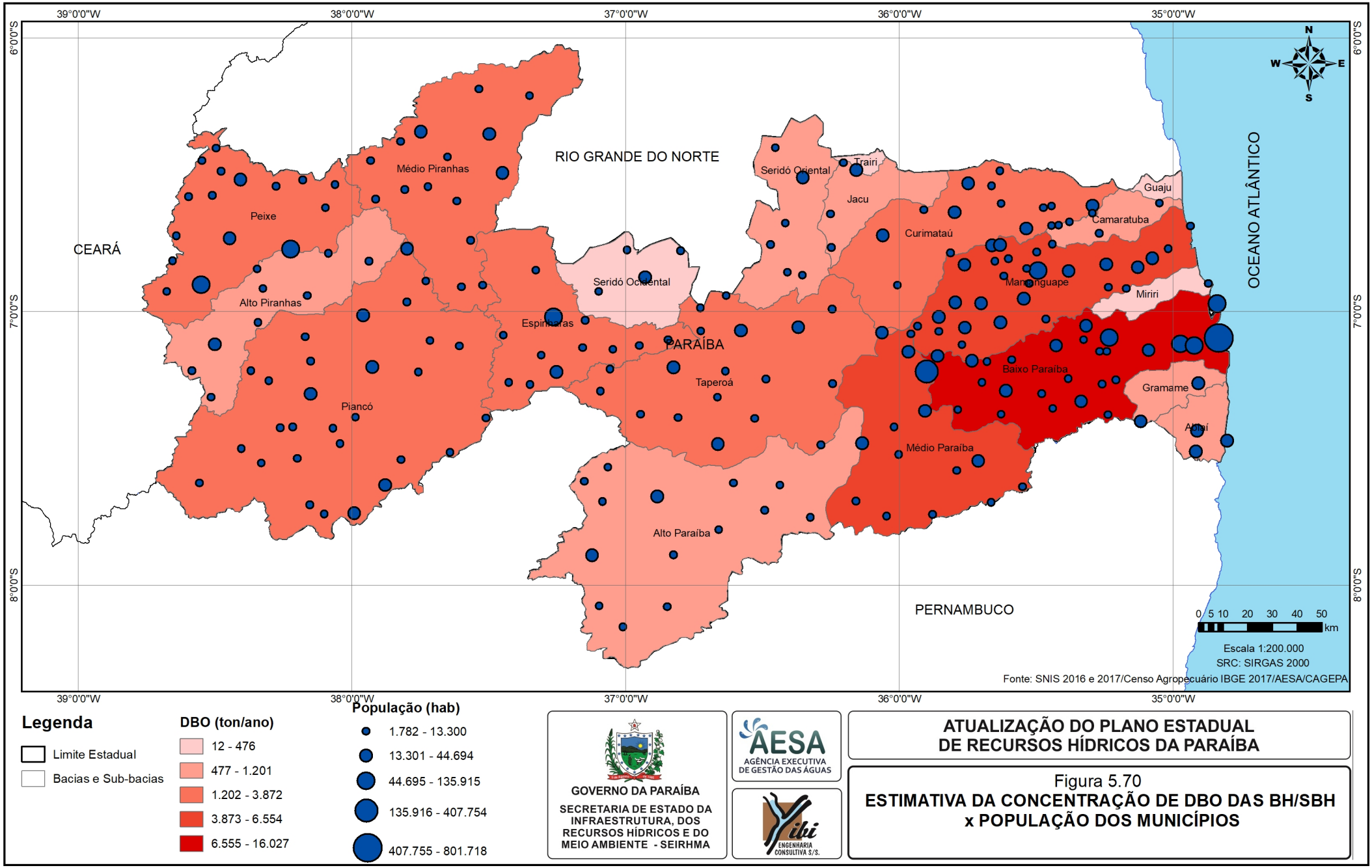
Figura 5.68 - Porcentagem relativa da estimativa da carga orgânica em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, por efluente para as BHs/SBHs.



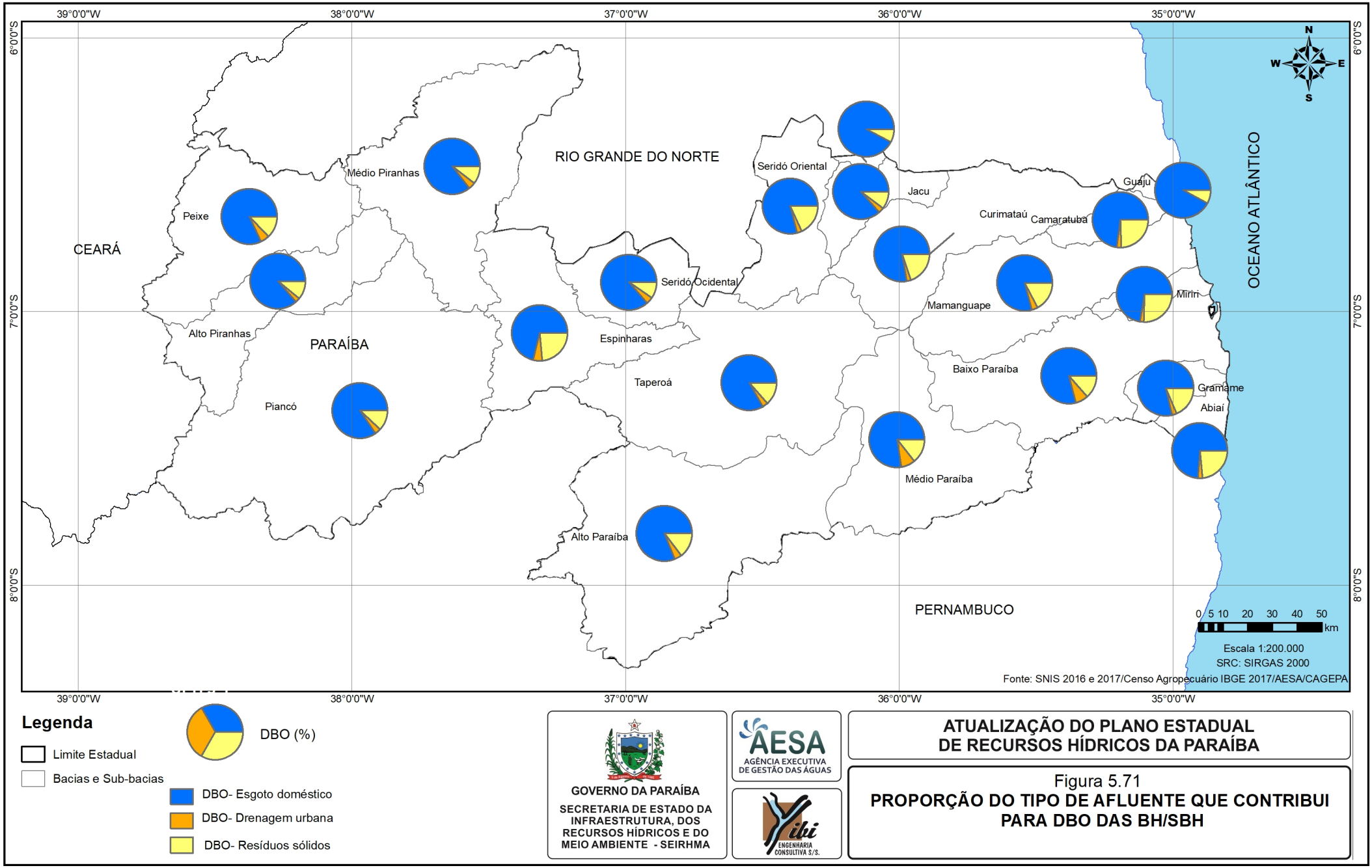
Pode-se ver, na **Figura 5.71**, que nas regiões de maior ocorrência de DBO há a maior concentração de população, mostrando que, possivelmente, na atualidade, a população é o principal fator que influencia na poluição, pois é a principal geradora de resíduos, líquidos ou sólidos.


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Taperoá
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:200.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: SNIS 2016 e 2017/Censo Agropecuário IBGE 2017/AESA/CAGEPA
Legenda
Limite Estadual
Bacias e Sub-bacias
DBO (ton/ano)
12 - 476
477 - 1.201
1.202 - 3.872
3.873 - 6.554
6.555 - 16.027
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.69
ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE DBO DAS BH/SBH DO ESTADO

(%)


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Taperoá
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:200.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: SNIS 2016 e 2017/Censo Agropecuário IBGE 2017/AESA/CAGEPA
Legenda
Limite Estadual
Bacias e Sub-bacias
DBO (ton/ano)
12 - 476
477 - 1.201
1.202 - 3.872
3.873 - 6.554
6.555 - 16.027
População (hab)
1.782 - 13.300
13.301 - 44.694
44.695 - 135.915
135.916 - 407.754
407.755 - 801.718
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.70
ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE DBO DAS BH/SBH x POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

(%)



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias
- DBO (%)
- DBO- Esgoto doméstico
- DBO- Drenagem urbana
- DBO- Resíduos sólidos

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.71
PROPORÇÃO DO TIPO DE AFLUENTE QUE CONTRIBUI PARA DBO DAS BH/SBH

5.7.3.2 Fósforo (P)

As estimativas das cargas orgânicas remanescentes de Fósforo provenientes de efluentes domésticos, de drenagem urbana e de irrigação são apresentadas a seguir, para cada açude, na **Tabela 5.28**.

Tabela 5.28 - Estimativa da carga de Fósforo- P, remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por BH/SBH

Código	Açude	Fósforo (ton/ano)	Porcentagem relativa (%)
1	Abiaí	23,1	1,23%
2	Alto PB	46,6	2,48%
3	Alto Piranhas	28,6	1,52%
4	Baixo PB	724,2	38,55%
5	Camaratuba	15,3	0,82%
6	Curimataú	69,9	3,72%
7	Espinharas	67,5	3,59%
8	Gramame	18,8	1,00%
9	Guaju	0,5	0,03%
10	Jacú	13,6	0,72%
11	Mamanguape	184,9	9,84%
12	Miriri	10,2	0,54%
13	Médio PB	323,1	17,20%
14	Médio Piranhas	62,1	3,31%
15	Peixe	91,8	4,89%
16	Piancó	106,6	5,68%
17	Seridó Ocidental	18,3	0,97%
18	Seridó Oriental	19,5	1,04%
19	Taperoá	53,5	2,85%
20	Trairi	0,5	0,03%

Pode-se observar que a maior concentração de Fósforo está na sub-bacia do Baixo-PB, que concentra 38% do Fósforo de todo Estado. As regiões de Mamanguape e Médio PB concentram mais 25% do Fósforo do Estado. Esses valores podem ser vistos, distribuídos espacialmente, na **Figura 5.72** .

Pode-se ver, na **Figura 5.73**, que nas regiões de maior concentração de Fósforo há a maior concentração de população, mostrando que, possivelmente, a população é o principal fator que influencia na poluição.

Percebe-se ainda que, nas **Figuras 5.74**, **Figura 5.75**, **Figura 5.76**, o esgotamento sanitário é predominante para a carga total de Fósforo, gerada nas BHs/SBHs, e que a sub –bacia do Baixo Paraíba é a que mais possui fósforo, nas águas superficiais.

Figura 5.72 - Estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para as BHs/SBHs.

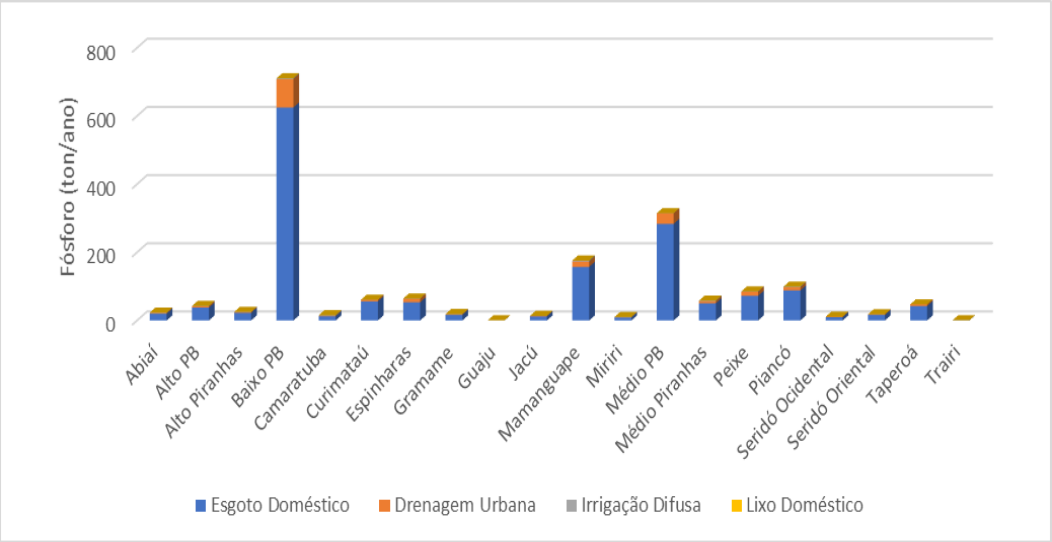
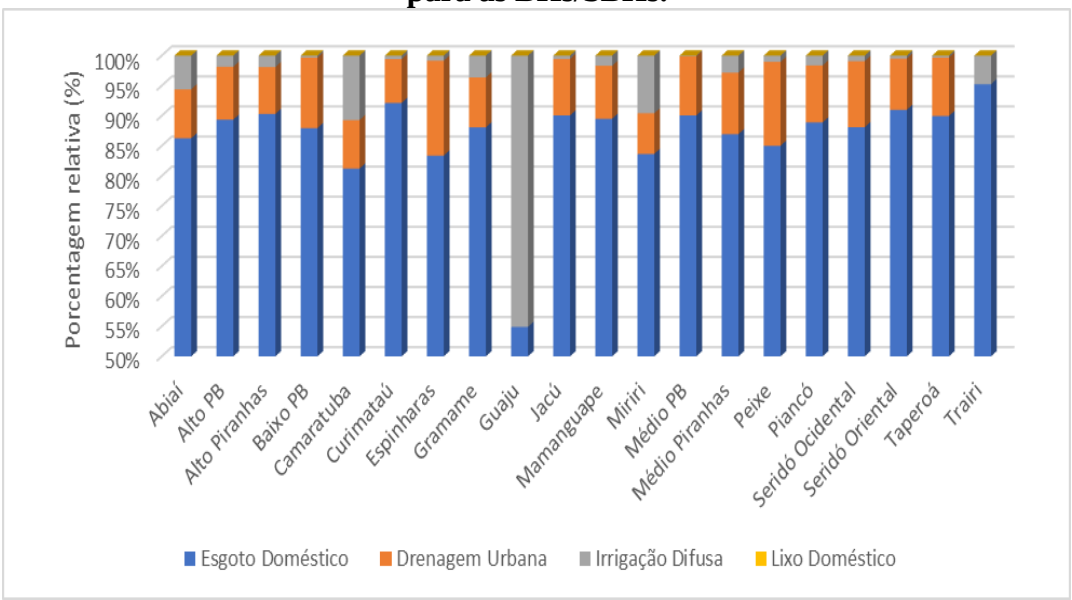
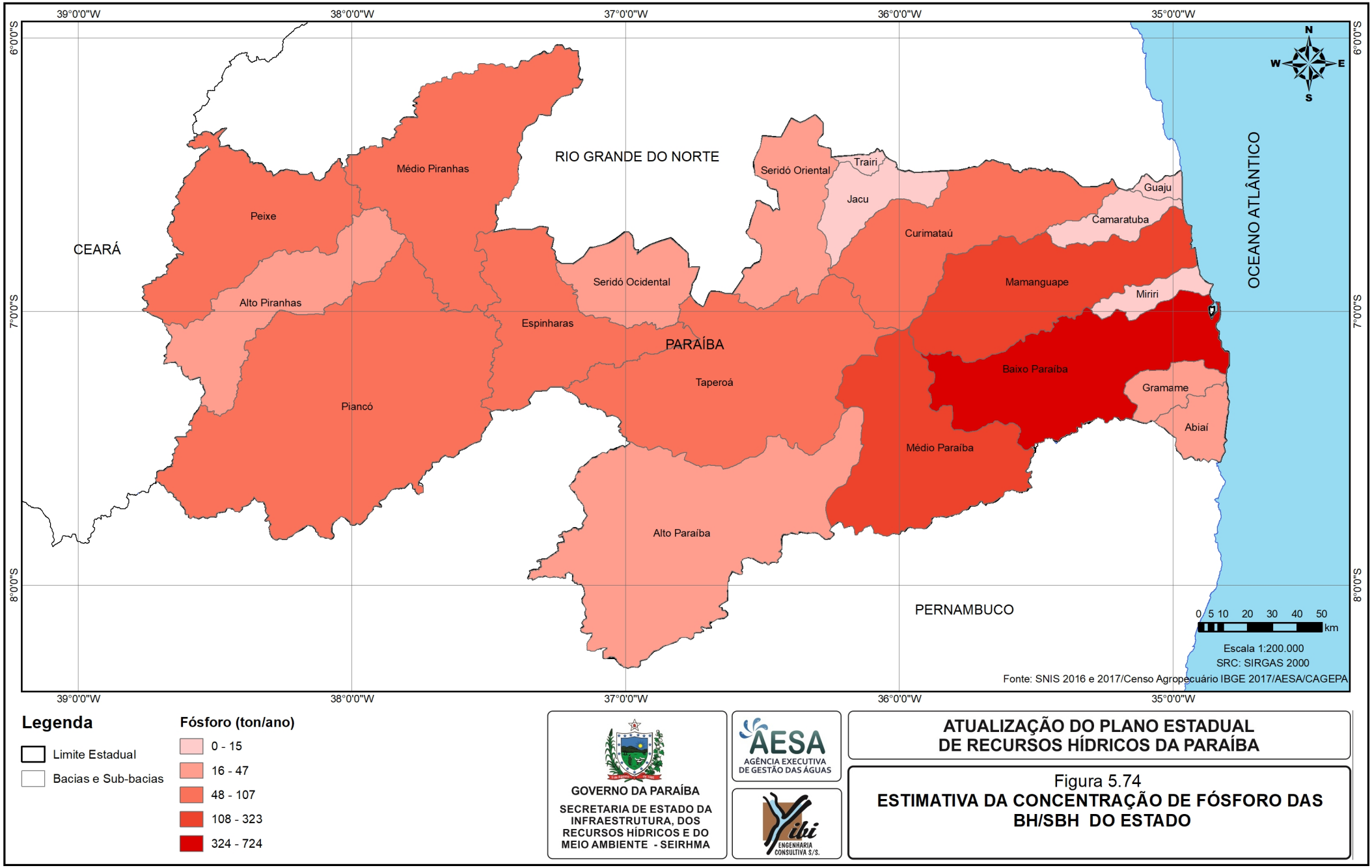


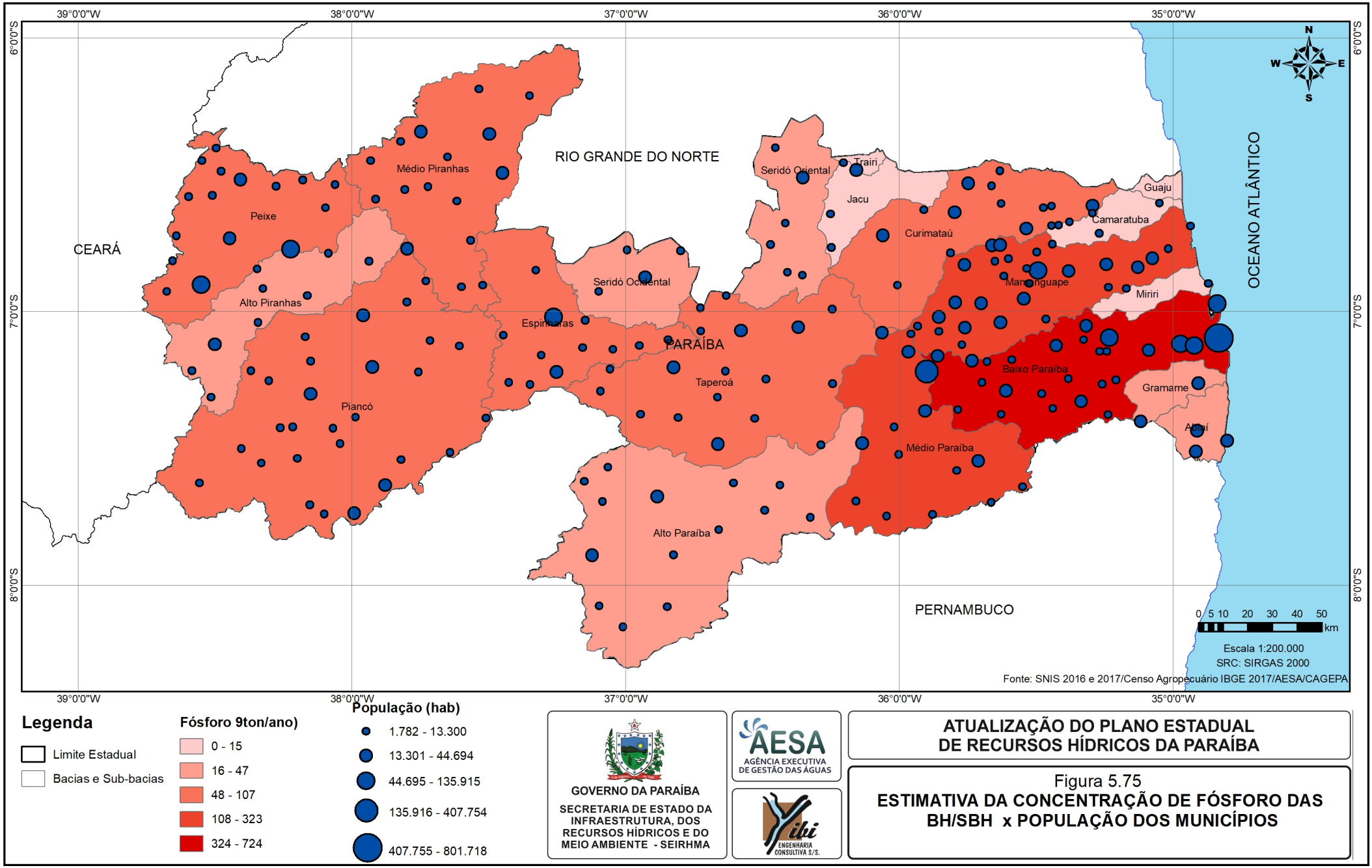
Figura 5.73 - Porcentagem relativa da estimativa da carga de Fósforo- P, por efluente para as BHs/SBHs.

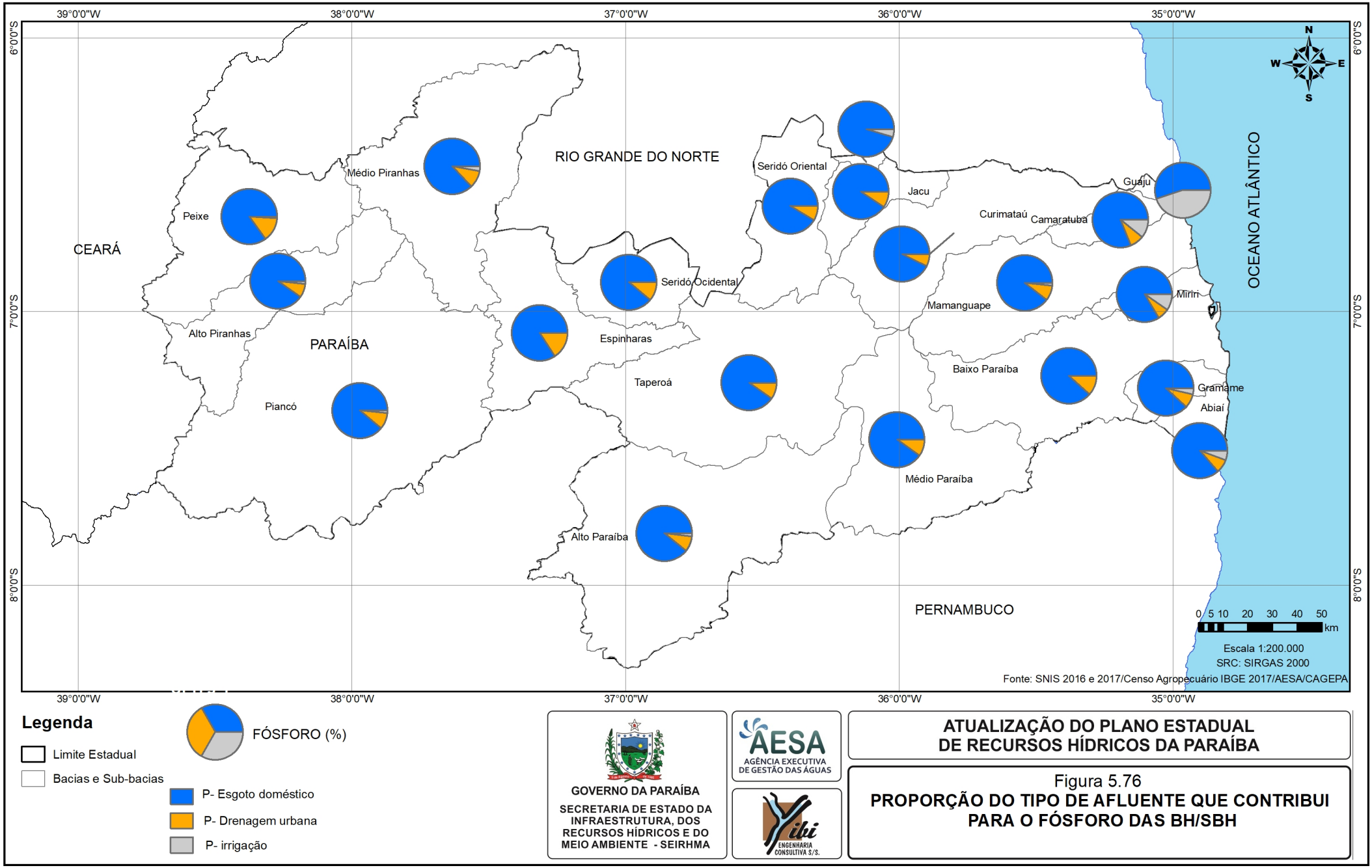




ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.74
ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO DAS BH/SBH DO ESTADO


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Taperoá
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:200.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: SNIS 2016 e 2017/Censo Agropecuário IBGE 2017/AESA/CAGEPA
Legenda
Limite Estadual
Bacias e Sub-bacias
Fósforo 9ton/ano)
0 - 15
16 - 47
48 - 107
108 - 323
324 - 724
População (hab)
1.782 - 13.300
13.301 - 44.694
44.695 - 135.915
135.916 - 407.754
407.755 - 801.718
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.75
ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO DAS BH/SBH x POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS



ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.76

PROPORÇÃO DO TIPO DE AFLUENTE QUE CONTRIBUI PARA O FÓSFORO DAS BH/SBH

5.7.3.3 Nitrogênio (N)

As estimativas das cargas orgânicas remanescentes de Nitrogênio provenientes de efluentes domésticos, de drenagem urbana e de irrigação são apresentadas a seguir, para cada UPH, e podem ser observadas na **Tabela 5.29**.

Tabela 5.29 - Estimativa da carga de Fósforo- P, remanescente dos efluentes domésticos, de drenagem urbana e de resíduos sólidos por BH/SBH

ID	Açude	Nitrogênio (ton/ano)	Porcentagem relativa (%)
1	Abiaí	148,0	1,23%
2	Alto PB	302,0	2,50%
3	Alto Piranhas	186,9	1,55%
4	Baixo PB	4625,2	38,33%
5	Camaratuba	97,0	0,80%
6	Curimataú	459,0	3,80%
7	Espinharas	421,7	3,50%
8	Gramame	121,5	1,01%
9	Guaju	3,0	0,02%
10	Jacú	87,5	0,73%
11	Mamanguape	1197,1	9,92%
12	Miriri	65,2	0,54%
13	Médio PB	2086,5	17,29%
14	Médio Piranhas	398,3	3,30%
15	Peixe	580,6	4,81%
16	Piancó	689,1	5,71%
17	Seridó Ocidental	119,7	0,99%
18	Seridó Oriental	127,1	1,05%
19	Taperoá	347,1	2,88%
20	Trairi	3,3	0,03%

Pode-se observar que a maior concentração de DBO está na sub-bacia do Baixo-PB, que concentra 38% do Nitrogênio de todo Estado. As regiões de Mamanguape e do Médio Paraíbaconcentram mais 29% do Nitrogênio do Estado, **Figura 5.77**. Suas porcentagens relativas estão apresentadas na F**igura 5.78, já a Figura 5.79** apresenta esses valores distribuídos espacialmente.

Pode-se ver, nas **Figuras 5.80 e 5.81**, que nas regiões de maior concentração de Nitrogênio há a maior concentração de população, mostrando que, possivelmente, a população é o principal fator que influencia na poluição.

Figura 5.77 - Estimativa da carga de Nitrogênio- N, por efluente para as BHs/SBHs.

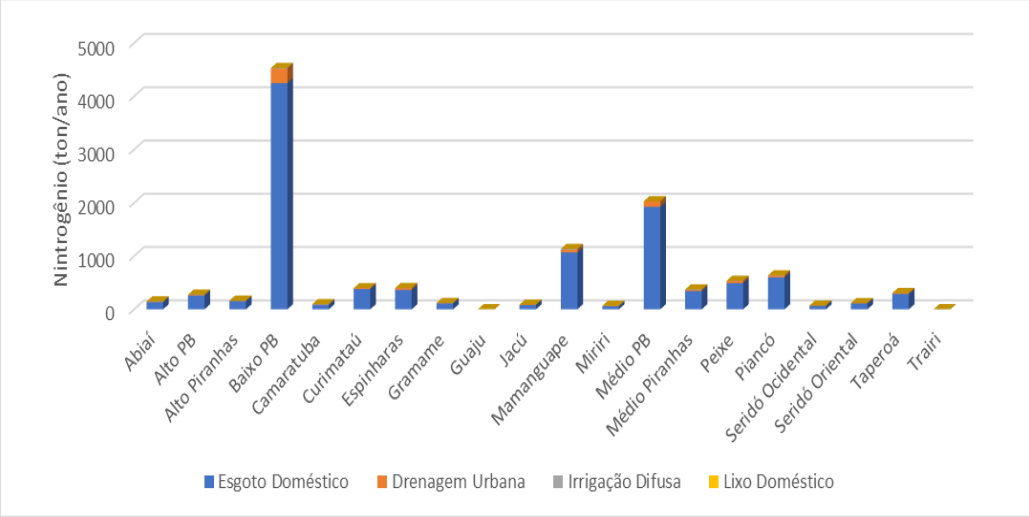
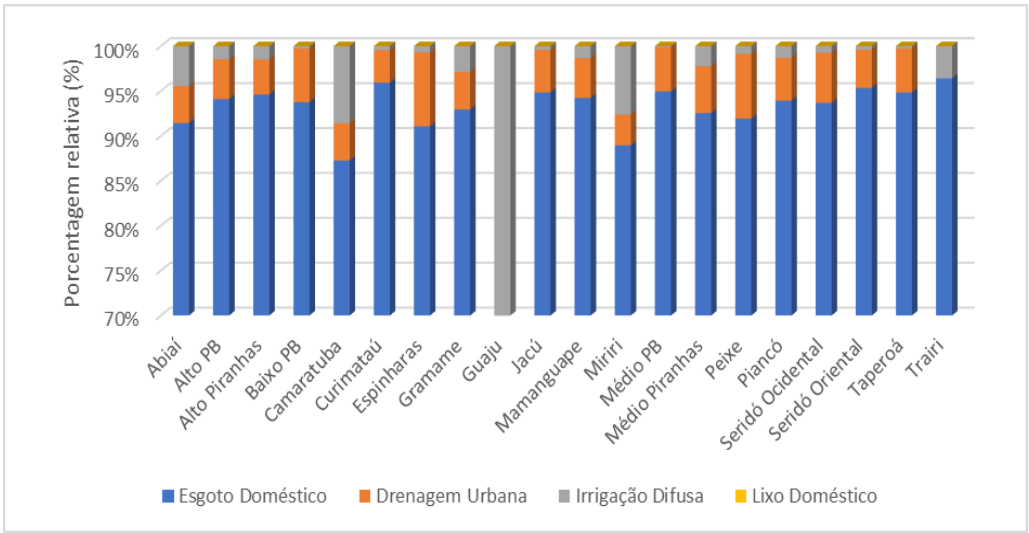
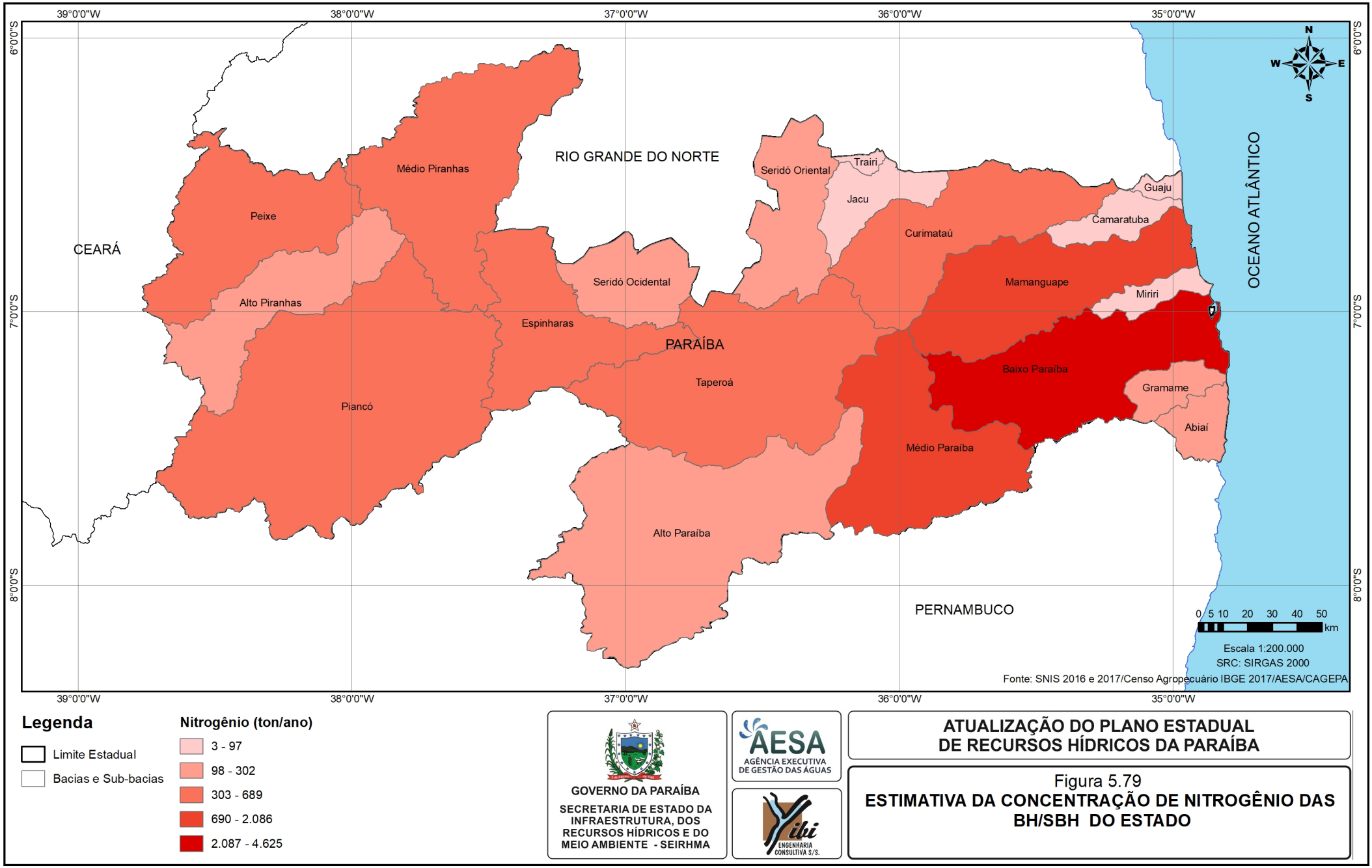


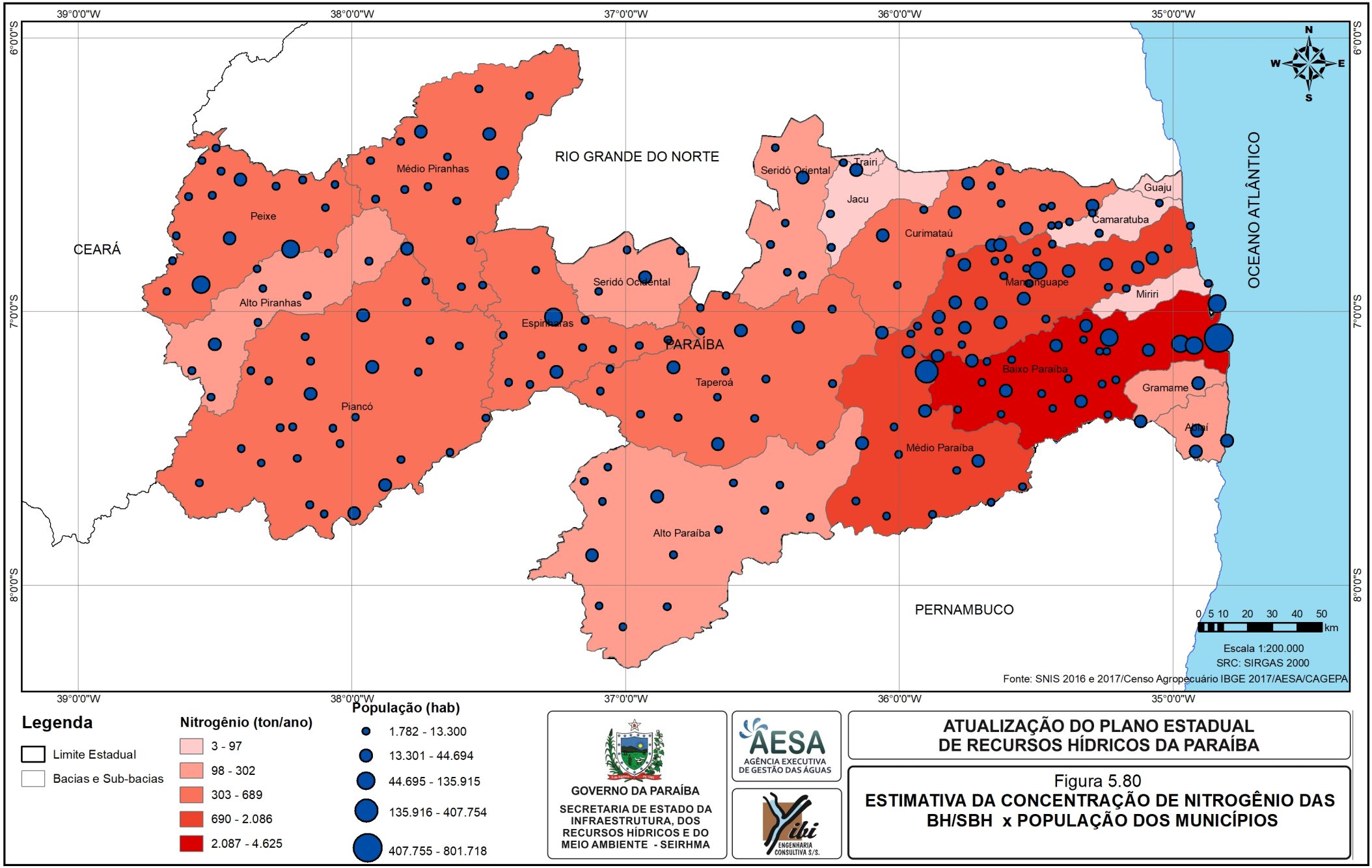
Figura 5.78 - Porcentagem relativa da carga de Nitrogênio- N, por efluente para as BHs/SBHs.

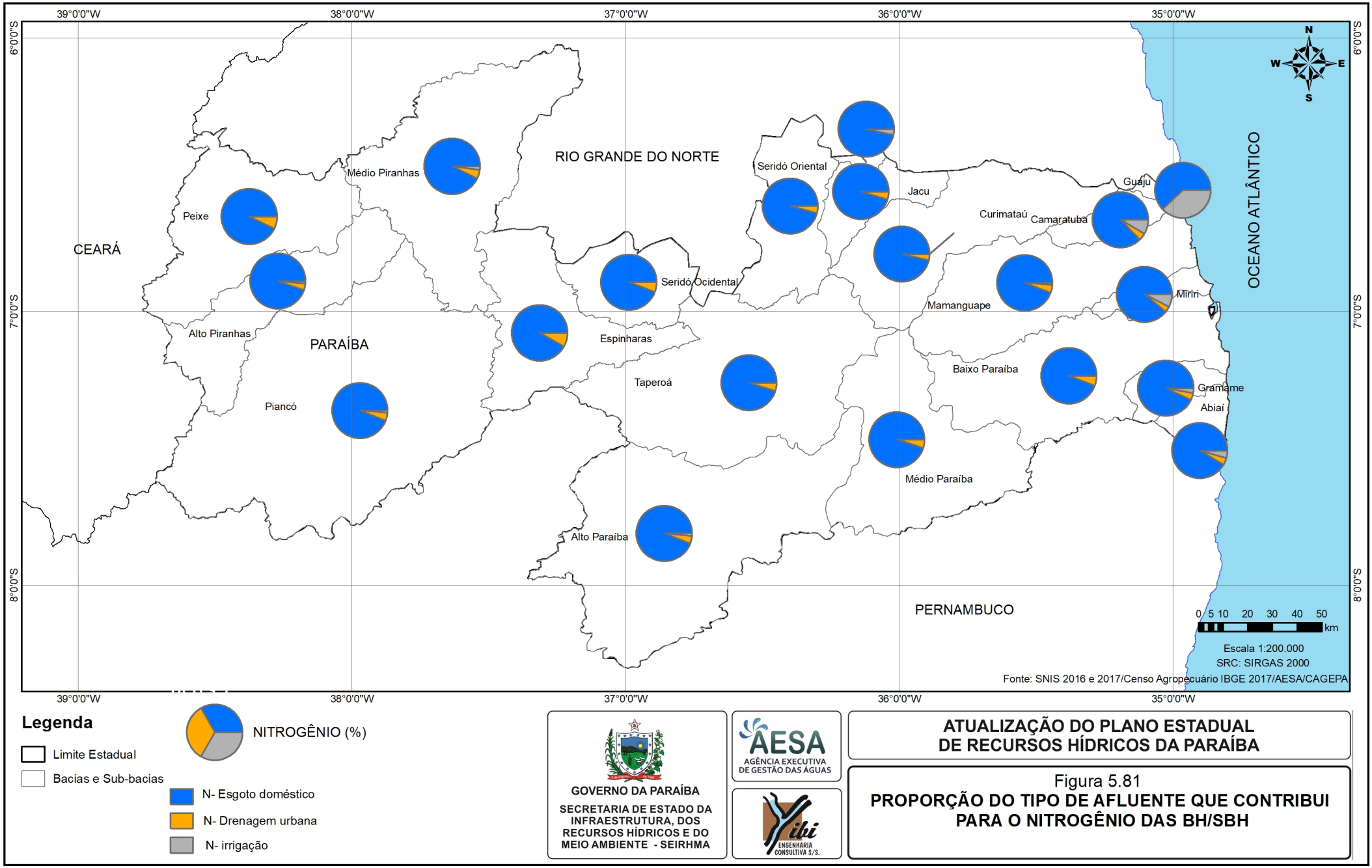




ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.79
ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO DAS BH/SBH DO ESTADO


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Taperoá
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:200.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: SNIS 2016 e 2017/Censo Agropecuário IBGE 2017/AESA/CAGEPA
Legenda
Limite Estadual
Bacias e Sub-bacias
Nitrogênio (ton/ano)
3 - 97
98 - 302
303 - 689
690 - 2.086
2.087 - 4.625
População (hab)
1.782 - 13.300
13.301 - 44.694
44.695 - 135.915
135.916 - 407.754
407.755 - 801.718
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.80
ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO DAS BH/SBH x POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias
- NITROGÊNIO (%)
  - N- Esgoto doméstico
  - N- Drenagem urbana
  - N- irrigação

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.81
PROPORÇÃO DO TIPO DE AFLUENTE QUE CONTRIBUI PARA O NITROGÊNIO DAS BH/SBH

5.8 RISCO DE EUTROFIZAÇÃO

Nesta seção, foram determinadas, por meio de modelos matemáticos, a probabilidade de eutrofização, a partir das cargas poluidoras calculadas. Essa probabilidade é de fundamental importância para a descrição dos cenários e a avaliação de influência da redução das cargas, na qualidade das águas dos mananciais.

5.8.1 Metodologias de cálculo

Na avaliação prognóstica das bacias e sub-bacias hidrográficas, assim como nos reservatórios, foram utilizados dois modelos matemáticos, um para a simulação dos balanços hídricos das unidades de análises e seus elementos (nós, reservatórios e demandas), neste caso o Acquanet. Já para a estimativa da previsão do nível trófico de cada reservatório estratégico, foi utilizado o Programa LACAT do *Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria Y Ciencias del Ambiente* – CEPIS da *Organización Panamericana de la Salud (OPS) – División de Salud y Ambiente – Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud* (OMS), com base no trabalho de Martino & Salas (1990).

O Programa LACAT permite estimar o estado trófico de um lago quente tropical, usando como dados os parâmetros de profundidade média (m), tempo de detenção (anos) e aporte de fósforo ao lago (g/m²/ano). A equação básica empregada pelo programa LACAT tem a seguinte forma, cujo desenvolvimento completo é apresentado no trabalho de Martino & Salas (1990):

$$P_\lambda = 0{,}290 \times L(p)^{0{,}891} \times \frac{T_w^{0{,}676}}{Z^{0{,}934}}$$

sendo: P_λ = fósforo total (mg L^{-1});

L(p) = aporte de fósforo total ao lago (g/m²/ano)

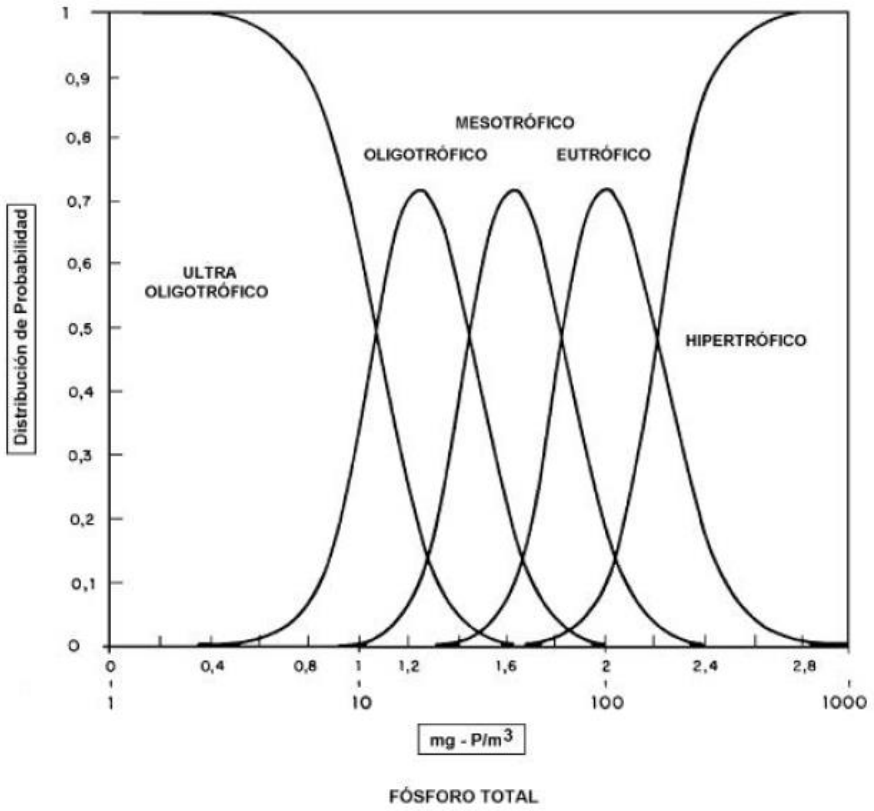
T_w = Tempo de residência (anos)

Z = profundidade média do lago (m)

A **Figura 5.82** apresenta a curva de distribuição de probabilidade de estado trófico para reservatórios quentes tropicais, em função do parâmetro fósforo total afluente.

Para o emprego dessa metodologia alternativa de previsão dos estados tróficos de longo termo dos reservatórios, usando o programa LACAT, foi elaborada uma planilha padrão, com o desenvolvimento dos cálculos dos diversos parâmetros necessários. A classificação resultante do emprego da metodologia de Vollenweider & Kerekes resulta um pouco diferente daquela empregada na determinação do IET, com a supressão da classe Supereutrófico.

Figura 5.82 - Distribuição de Probabilidade de Estado Trófico de Reservatórios Quentes Tropicais com Base no Fósforo Total



Foram calculadas as probabilidades dos estados tróficos, para cada açude, em três estágios hidrológicos: seco, médio e cheio. Isso foi analisado de forma a prever a probabilidade de eutrofização, ao longo do uso do reservatório para o abastecimento.

Os estados hidrológicos foram definidos da seguinte forma:

- Obtiveram-se -se séries de medições da cota do açude ao longo do tempo;
- Colocaram-se as cotas em ordem decrescente, dividiu-se a série em 3 períodos, e foram obtidas as médias das cotas para cada período;
- Atribuiu-se a cota mais baixa para o período seco, a média para o médio, e mais alta, para o cheio;
- Com isso, foram determinados os parâmetros para o cálculo da probabilidade de eutrofização, nos diferentes estágios hidrológicos.

Desta forma, um conjunto de resultados quali-quantitativos foram gerados, para cada reservatório, o que possibilita avaliar melhor o comportamento desses açudes nos seus aspectos quali-quantitativos.

Salienta-se, ainda, que pode haver diferenças da probabilidade de eutrofização, com o IET calculado com os dados de concentração medidos. Essa diferença pode ocorrer devido a diversos fatores, tais como, cargas poluidoras, a partir de estimativas, vazões médias afluentes provenientes de um modelo, imprecisão na definição dos estados hidrológicos. Além disso, é considerada a série histórica de níveis, enquanto a medição considera a concentração pontual no tempo. Nota-se que, a partir do ano de 2011, o nível dos açudes fica

sempre baixo, devido ao último período de seca no Semiárido brasileiro, o que aumenta a concentração e piora a qualidade. Já no modelo, é considerada a cota observada.

5.8.2 Cálculo da probabilidade de eutrofização

A poluição das águas superficiais da bacia tem como origem diversas fontes, associadas ao tipo de uso e de ocupação do solo, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos e industriais e a carga difusa urbana e agropastoril. Cada uma das fontes citadas possui características próprias, quanto aos poluentes que carreiam. Os esgotos domésticos, por exemplo, apresentam compostos orgânicos biodegradáveis, nutrientes e microrganismos patogênicos. Já o deflúvio superficial urbano contém, geralmente, todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Na ocorrência de chuvas, os materiais acumulados em valas, bueiros etc. são arrastados pelas águas pluviais para os cursos d'águas superficiais, constituindo-se em uma fonte de poluição, tanto maior quanto menos eficiente for a coleta de esgotos ou a limpeza pública.

O lançamento de esgotos domésticos adquire maior significância, quando se considera o caráter intermitente dos seus cursos d'água, cuja capacidade de autodepuração de esgotos é praticamente nula. No caso específico dos açudes, aparece como fator agravante o elevado tempo de residência da água nesses ambientes, o qual, como já mencionado, facilita os processos de eutrofização das águas represadas. Além do lançamento de esgotos domésticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos constitui-se em cargas poluidoras orgânicas ou tóxicas significativas,as quais contaminam as águas superficiais.

Na **Tabela 5.30**, pode-se ver a probabilidade de eutrofização para os estados hidrológicos seco, médio e cheio.

Tabela 5.30 - Probabilidade de eutrofização dos açudes estratégicos nos diferentes estágios hidrológicos

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
345782	Jandaia	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,1	12,8	0,0
		Hiperotrófico	99,9	87,2	100,0
3824396	Escondido	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	19,7
		Oligotrófico	0,0	0,0	79,0
		Mesotrófico	0,0	0,3	0,4
		Eutrófico	0,3	87,1	0,9
		Hiperotrófico	99,7	12,6	0,0
3824870	Riacho dos Cavalos	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	3,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	59,7
		Eutrófico	19,7	74,4	36,1
		Hiperotrófico	80,3	25,6	1,1
3825335	Baião	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,3
		Oligotrófico	0,0	1,1	44,6
		Mesotrófico	0,0	35,5	48,9
		Eutrófico	65,2	60,8	5,3
		Hiperotrófico	34,8	2,6	0,0
3825406	Tapera	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	11,7
		Oligotrófico	0,0	0,0	86,0
		Mesotrófico	0,0	0,1	1,1
		Eutrófico	0,0	85,2	1,2

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Hiperotrófico	100,0	14,7	0,0
3825602	Santa Rosa	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	1,0	8,8	2,1
		Hiperotrófico	99,0	91,2	97,9
3827934	Várzea Grande	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	1,2	29,0	51,3
		Hiperotrófico	98,8	71,0	48,7
3832182	Gamela	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,1	0,0
		Mesotrófico	0,0	5,1	0,0
		Eutrófico	75,5	88,0	0,5
		Hiperotrófico	24,5	6,8	99,5
3832399	Pilões	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,8
		Eutrófico	6,4	6,4	89,0
		Hiperotrófico	93,6	93,6	10,2
3832589	Lagoa do Arroz	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,3
		Oligotrófico	0,0	0,0	45,4
		Mesotrófico	0,0	0,0	48,0
		Eutrófico	22,2	74,7	5,2
		Hiperotrófico	77,8	25,3	0,0
3832967	Cachoeira da Vaca	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,2	29,3	0,2
		Hiperotrófico	99,8	70,7	99,8
3833009	Capivara	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,1	0,2
		Eutrófico	42,1	85,2	86,5
		Hiperotrófico	57,9	14,7	13,4
3833021	Arrojado	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	1,8	0,0
		Mesotrófico	0,0	47,7	0,0
		Eutrófico	75,0	48,7	61,8
		Hiperotrófico	25,0	1,8	38,2
3833047	Chupadouro I	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	2,8	0,3
		Mesotrófico	0,0	58,5	15,5
		Eutrófico	16,9	37,5	79,6
		Hiperotrófico	83,1	1,2	4,6
3833193	Paraíso (Luiz Oliveira)	Ultraoligotrófico	0,0	1,1	0,0
		Oligotrófico	0,0	39,3	0,1
		Mesotrófico	0,0	53,8	3,6
		Eutrófico	83,3	5,8	88,9
		Hiperotrófico	16,7	0,0	7,4
3833643	São Gonçalo	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,4
		Oligotrófico	0,0	1,3	48,8
		Mesotrófico	0,1	40,0	44,9
		Eutrófico	84,2	56,4	4,9
		Hiperotrófico	15,8	2,3	0,0

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
3833913	Engenheiro Avidos	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	5,8
		Oligotrófico	0,0	0,0	88,0
		Mesotrófico	0,0	0,7	4,5
		Eutrófico	41,7	88,8	1,7
		Hiperotrófico	58,3	10,5	0,0
3833971	Jenipapeiro	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,5	0,1
		Mesotrófico	0,0	21,0	7,4
		Eutrófico	1,9	74,5	86,4
		Hiperotrófico	98,1	3,9	6,1
3834035	Carneiro	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,3
		Oligotrófico	0,0	0,0	44,6
		Mesotrófico	0,0	1,8	48,8
		Eutrófico	20,5	89,5	5,3
		Hiperotrófico	79,5	8,7	0,0
3834884	Engenheiro Arcoverde	Ultraoligotrófico	0,0	0,9	11,2
		Oligotrófico	0,4	29,7	86,4
		Mesotrófico	18,3	62,5	1,2
		Eutrófico	77,1	6,9	1,2
		Hiperotrófico	4,2	0,0	0,0
3835888	São Mamede	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	7,2
		Oligotrófico	0,0	7,7	88,4
		Mesotrófico	0,0	74,5	2,9
		Eutrófico	61,8	17,4	1,5
		Hiperotrófico	38,2	0,4	0,0
3836501	Várzea	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,2	0,3
		Mesotrófico	0,0	8,2	12,8
		Eutrófico	15,6	85,8	81,9
		Hiperotrófico	84,4	5,9	5,0
3836546	São José IV	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,1	0,0
		Eutrófico	0,0	85,7	0,7
		Hiperotrófico	100,0	14,2	99,3
3836718	Santa Luzia	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,5	7,3
		Mesotrófico	0,0	21,6	74,0
		Eutrófico	61,7	74,0	18,3
		Hiperotrófico	38,3	3,9	0,4
3837082	Boqueirão do Cais	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,7	3,9	0,6
		Hiperotrófico	99,3	96,1	99,4
3837127	Caraibeiras	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,6	0,0
		Eutrófico	45,3	88,6	8,7
		Hiperotrófico	54,7	10,8	91,3
3837485	Poleiros	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,5	0,0
		Eutrófico	41,3	88,4	46,2
		Hiperotrófico	58,7	11,1	53,8
3837494	Curimataú	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,0	1,3
		Hiperotrófico	100,0	100,0	98,7
3837721	Felismina Queiroz	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,6	0,0
		Hiperotrófico	100,0	99,4	100,0
3837955	Olivedos	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	33,6
		Mesotrófico	0,0	2,1	59,0
		Eutrófico	41,2	89,4	6,4
		Hiperotrófico	58,8	8,4	0,0
3838489	Lagoa do Matias	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	2,4	0,0
		Mesotrófico	1,6	54,5	0,0
		Eutrófico	89,4	41,7	20,5
		Hiperotrófico	8,9	1,4	79,5
3838579	Canafístula II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,9	0,0
		Hiperotrófico	100,0	99,1	100,0
3838687	Pirpirituba	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	2,4	33,1	0,1
		Hiperotrófico	97,6	66,9	99,9
3838801	Algodão	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,4	28,5
		Hiperotrófico	100,0	99,6	71,5
3838868	Saulo Maia	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	73,9	78,4	0,7
		Hiperotrófico	26,1	21,6	99,3
3838894	Tauá	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,3	0,0
		Mesotrófico	0,0	13,9	0,0
		Eutrófico	33,2	81,0	21,4
		Hiperotrófico	66,8	4,8	78,6
3838953	Vaca Brava	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	1,9	0,0
		Mesotrófico	0,0	48,5	0,0
		Eutrófico	65,6	47,8	10,3
		Hiperotrófico	34,4	1,8	89,7
3838976	Pitombeira	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,2	8,2	0,0
		Mesotrófico	11,4	74,8	0,0
		Eutrófico	83,1	16,7	3,2
		Hiperotrófico	5,2	0,4	96,8
3839408	Suspiro	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	8,9	0,0

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Mesotrófico	0,0	75,1	0,0
		Eutrófico	80,0	15,7	0,0
		Hiperotrófico	20,0	0,3	100,0
3839414	Duas Estradas	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,4	0,0
		Hiperotrófico	100,0	99,6	100,0
3839678	Jangada	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	1,5	13,1	0,0
		Mesotrófico	42,8	74,9	0,0
		Eutrófico	53,6	11,8	0,2
		Hiperotrófico	2,1	0,2	99,8
3839744	Araçagi	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,1
		Eutrófico	57,8	66,9	83,9
		Hiperotrófico	42,2	33,1	16,1
3843025	Bom Jesus I	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	7,6	0,1
		Mesotrófico	0,0	74,3	6,3
		Eutrófico	78,1	17,7	87,2
		Hiperotrófico	21,9	0,4	6,4
3843264	Frutuoso II	Ultraoligotrófico	3,9	33,0	0,0
		Oligotrófico	83,9	66,1	3,9
		Mesotrófico	9,9	0,1	65,4
		Eutrófico	2,2	0,7	29,8
		Hiperotrófico	0,0	0,0	0,8
3843303	São José I	Ultraoligotrófico	0,0	0,5	0,0
		Oligotrófico	0,0	13,9	0,4
		Mesotrófico	0,0	74,3	16,7
		Eutrófico	70,4	11,2	78,5
		Hiperotrófico	29,6	0,0	4,4
3843372	Cochos	Ultraoligotrófico	0,6	2,4	0,0
		Oligotrófico	16,5	70,8	6,8
		Mesotrófico	72,9	23,4	73,5
		Eutrófico	10,0	3,3	19,3
		Hiperotrófico	0,0	0,0	0,4
3843424	Cafundó	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,1	2,2	0,0
		Mesotrófico	4,6	52,1	0,0
		Eutrófico	88,3	44,2	0,0
		Hiperotrófico	7,0	1,5	100,0
3843443	Pimenta	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	2,0	10,3	0,0
		Hiperotrófico	98,0	89,7	100,0
3843604	Bartolomeu I	Ultraoligotrófico	0,0	2,8	2,5
		Oligotrófico	7,3	76,3	72,7
		Mesotrófico	74,1	17,9	21,6
		Eutrófico	18,2	2,9	3,2
		Hiperotrófico	0,4	0,0	0,0
3843658	Cachoeira dos Alves	Ultraoligotrófico	0,0	1,5	0,6
		Oligotrófico	4,7	51,8	14,8
		Mesotrófico	68,8	42,0	73,9

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Eutrófico	25,8	4,7	10,7
		Hiperotrófico	0,7	0,0	0,0
3843722	Video	Ultraoligotrófico	0,5	3,1	0,0
		Oligotrófico	13,5	79,2	2,0
		Mesotrófico	74,5	15,0	49,5
		Eutrófico	11,5	2,7	46,8
		Hiperotrófico	0,0	0,0	1,7
3843832	Vazante	Ultraoligotrófico	0,8	2,0	0,0
		Oligotrófico	27,5	62,6	0,3
		Mesotrófico	64,4	31,5	14,1
		Eutrófico	7,2	3,9	80,8
		Hiperotrófico	0,0	0,0	4,8
3843995	Saco	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	20,2	53,6	71,9
		Hiperotrófico	79,8	46,4	28,1
3844013	Mãe D'água	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	2,5
		Oligotrófico	0,0	0,0	72,6
		Mesotrófico	0,0	0,1	21,6
		Eutrófico	75,2	83,8	3,2
		Hiperotrófico	24,8	16,1	0,0
3844014	Coremas	Ultraoligotrófico	1,5	27,2	100,0
		Oligotrófico	50,0	71,8	0,0
		Mesotrófico	43,7	0,2	0,0
		Eutrófico	4,8	0,8	0,0
		Hiperotrófico	0,0	0,0	0,0
3844159	Emas	Ultraoligotrófico	0,0	1,4	12,8
		Oligotrófico	8,4	47,5	85,2
		Mesotrófico	74,9	46,1	0,9
		Eutrófico	16,4	5,0	1,1
		Hiperotrófico	0,3	0,0	0,0
3844168	Cachoeira dos Cegos	Ultraoligotrófico	1,3	7,8	100,0
		Oligotrófico	43,7	88,3	0,0
		Mesotrófico	49,6	2,5	0,0
		Eutrófico	5,4	1,4	0,0
		Hiperotrófico	0,0	0,0	0,0
3844652	Jenipapeiro (Buiú)	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	1,3
		Mesotrófico	0,0	0,0	39,2
		Eutrófico	17,1	51,6	57,1
		Hiperotrófico	82,9	48,4	2,4
3844709	Queimadas	Ultraoligotrófico	1,0	2,6	1,2
		Oligotrófico	35,5	73,5	40,2
		Mesotrófico	57,3	20,8	53,0
		Eutrófico	6,2	3,1	5,7
		Hiperotrófico	0,0	0,0	0,0
3844798	Albino	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	5,3	0,0
		Mesotrófico	0,0	70,4	0,0
		Eutrófico	59,9	23,7	12,6
		Hiperotrófico	40,1	0,6	87,4
3844974	Bom Jesus II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	5,2	29,8	0,3

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Hiperotrófico	94,8	70,2	99,7
3845147	Jatobá I	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,7
		Oligotrófico	0,0	1,6	20,7
		Mesotrófico	0,0	45,0	70,0
		Eutrófico	74,1	51,4	8,6
		Hiperotrófico	25,9	2,0	0,0
3845155	Farinha	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,7
		Oligotrófico	0,0	0,0	20,6
		Mesotrófico	0,0	0,0	70,1
		Eutrófico	1,5	77,3	8,7
		Hiperotrófico	98,5	22,7	0,0
3845321	Capoeira	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	2,3	5,5
		Mesotrófico	0,1	52,9	71,1
		Eutrófico	85,9	43,4	22,8
		Hiperotrófico	14,0	1,5	0,6
3845443	Riacho das Moças	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,1	11,8	0,0
		Hiperotrófico	99,9	88,2	100,0
3845449	Bastiana	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	4,8	1,4
		Hiperotrófico	100,0	95,2	98,6
3845459	São Franscisco II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,0	0,0
		Hiperotrófico	100,0	100,0	100,0
3845544	Sabonete	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	33,2	45,9
		Hiperotrófico	100,0	66,8	54,1
3845586	Jeremias	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,2	0,0
		Mesotrófico	0,0	10,9	0,0
		Eutrófico	24,2	83,5	83,1
		Hiperotrófico	75,8	5,3	16,8
3846273	Mucutu	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	7,2	67,7
		Hiperotrófico	100,0	92,8	32,3
3846351	Lagoa do Meio	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	13,1
		Mesotrófico	0,0	0,0	74,9
		Eutrófico	0,0	0,3	11,7
		Hiperotrófico	100,0	99,7	0,2
3846434	Taperoá II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	4,2
		Mesotrófico	0,0	0,0	66,7
		Eutrófico	2,1	62,9	28,3
		Hiperotrófico	97,9	37,1	0,8

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
3846722	Livramento (Russos)	Ultraoligotrófico	0,0	34,0	1,0
		Oligotrófico	0,0	65,2	35,6
		Mesotrófico	0,0	0,1	57,2
		Eutrófico	78,0	0,7	6,2
		Hiperotrófico	21,9	0,0	0,0
3846799	Namorado	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	3,7	58,7	69,9
		Hiperotrófico	96,3	41,3	30,1
3846965	Serra Branca II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	2,6	0,7
		Mesotrófico	0,0	56,7	25,0
		Eutrófico	65,2	39,3	70,8
		Hiperotrófico	34,8	1,3	3,5
3846972	Serra Branca I	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	4,5	0,1
		Mesotrófico	0,0	67,8	3,3
		Eutrófico	64,9	27,0	89,0
		Hiperotrófico	35,1	0,7	7,6
3847131	Soledade	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	1,4	52,6	0,0
		Hiperotrófico	98,6	47,4	100,0
3847406	Gurjão	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,2
		Mesotrófico	0,0	0,0	11,5
		Eutrófico	0,3	76,9	83,0
		Hiperotrófico	99,7	23,1	5,2
3847976	Epitácio Pessoa	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,9
		Oligotrófico	0,0	0,0	61,8
		Mesotrófico	0,0	0,1	32,3
		Eutrófico	38,7	86,0	4,0
		Hiperotrófico	61,3	13,9	0,0
3848018	Covão	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,1	0,0
		Hiperotrófico	100,0	99,9	100,0
3848119	Emídio	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,7	0,0
		Hiperotrófico	100,0	99,3	100,0
3848133	São Sebastião	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	2,1	33,4	0,0
		Hiperotrófico	97,9	66,6	100,0
3848151	Camará	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,0	0,0
		Hiperotrófico	100,0	100,0	100,0
3848213	Milhã (Evaldo Gonçalves)	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	4,4	0,0
		Hiperotrófico	100,0	95,6	100,0
3848278	Brejinho	Ultraoligotrófico	30,8	30,8	0,7
		Oligotrófico	68,3	68,3	22,3
		Mesotrófico	0,1	0,1	68,7
		Eutrófico	0,8	0,8	8,2
		Hiperotrófico	0,0	0,0	0,0
3848357	Sindô Ribeiro	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,5	1,8	0,0
		Hiperotrófico	99,5	98,2	100,0
3848365	Chupadouro II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,7	0,0
		Eutrófico	22,2	88,8	0,2
		Hiperotrófico	77,8	10,5	99,8
3848474	Chã dos Pereiras	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,4	4,7	0,0
		Hiperotrófico	99,6	95,3	100,0
3848648	José Rodrigues	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,1
		Mesotrófico	0,0	0,0	6,1
		Eutrófico	6,6	81,3	87,4
		Hiperotrófico	93,4	18,6	6,5
3848754	Gavião	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	2,5	0,0
		Mesotrófico	2,0	55,3	0,0
		Eutrófico	89,5	40,9	0,1
		Hiperotrófico	8,6	1,4	99,9
3848893	Acauã	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,6	10,1
		Hiperotrófico	100,0	99,4	89,9
3849166	São Salvador	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	52,1	62,1	14,6
		Hiperotrófico	47,9	37,9	85,4
3852099	Serra Vermelha I	Ultraoligotrófico	0,0	1,0	0,0
		Oligotrófico	4,7	32,4	0,0
		Mesotrófico	68,7	60,1	0,0
		Eutrófico	25,9	6,5	74,7
		Hiperotrófico	0,7	0,0	25,3
3852192	Condado	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,3	4,8	2,2
		Mesotrófico	15,3	69,0	52,4
		Eutrófico	79,8	25,6	43,8
		Hiperotrófico	4,6	0,7	1,5
3852285	Santa Inês	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	8,6	1,6

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Mesotrófico	0,1	75,0	44,6
		Eutrófico	85,7	16,1	51,8
		Hiperotrófico	14,1	0,3	2,0
3853014	Piranhas	Ultraoligotrófico	1,5	2,6	0,0
		Oligotrófico	49,7	73,1	0,6
		Mesotrófico	44,0	21,2	24,2
		Eutrófico	4,9	3,2	71,6
		Hiperotrófico	0,0	0,0	3,6
3853073	Bruscas	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,6	0,0
		Mesotrófico	0,0	23,7	0,0
		Eutrófico	74,6	72,0	82,1
		Hiperotrófico	25,4	3,6	17,9
3853142	Poço Redondo	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,3	8,9
		Mesotrófico	0,1	13,7	75,1
		Eutrófico	84,9	81,2	15,6
		Hiperotrófico	15,0	4,9	0,3
3853369	Catolé I	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	51,8	68,2	3,2
		Hiperotrófico	48,2	31,8	96,8
3854046	Glória	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	3,1	0,0
		Eutrófico	72,0	89,1	0,9
		Hiperotrófico	28,0	7,7	99,1
3854123	Tavares II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,1	0,4	0,0
		Hiperotrófico	99,9	99,6	100,0
3854137	Timbaúba	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,1	0,0
		Mesotrófico	0,0	7,5	0,0
		Eutrófico	63,8	86,3	74,9
		Hiperotrófico	36,2	6,1	25,1
3854229	Novo II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,3	74,9	2,0
		Hiperotrófico	99,7	25,1	98,0
3854405	Jatobá II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	1,1	0,0
		Mesotrófico	0,0	36,4	0,0
		Eutrófico	57,8	59,9	79,6
		Hiperotrófico	42,2	2,6	20,4
3855266	São Paulo	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,9
		Oligotrófico	0,0	0,0	62,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	32,1
		Eutrófico	32,8	32,8	3,9
		Hiperotrófico	67,2	67,2	0,0
3855271	Ouro Velho	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,2	10,9
		Mesotrófico	0,0	9,7	75,4

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Eutrófico	0,0	84,6	13,4
		Hiperotrófico	100,0	5,6	0,3
3855386	Prata II	Ultraoligotrófico	0,0	3,1	0,0
		Oligotrófico	0,0	78,5	6,6
		Mesotrófico	0,0	15,7	73,2
		Eutrófico	4,2	2,7	19,8
		Hiperotrófico	95,8	0,0	0,5
3855789	São José II	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,4	0,0
		Mesotrófico	0,0	18,3	0,0
		Eutrófico	4,2	77,0	57,5
		Hiperotrófico	95,8	4,2	42,5
3855882	Serrote	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,1
		Eutrófico	0,0	1,1	85,0
		Hiperotrófico	100,0	98,9	14,9
3856076	Poções	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	0,0	70,3
		Hiperotrófico	100,0	100,0	29,7
3856325	Sumé	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	1,7
		Oligotrófico	0,0	0,0	55,6
		Mesotrófico	0,0	0,0	38,3
		Eutrófico	5,1	75,4	4,4
		Hiperotrófico	94,9	24,6	0,0
3856591	Campos	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,0	0,0
		Eutrófico	0,0	1,7	8,6
		Hiperotrófico	100,0	98,3	91,4
3856668	Cordeiro	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	25,1
		Oligotrófico	0,0	8,7	73,9
		Mesotrófico	0,1	75,0	0,2
		Eutrófico	86,1	16,0	0,8
		Hiperotrófico	13,8	0,3	0,0
3856736	Camalaú	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,8
		Oligotrófico	0,0	0,0	26,5
		Mesotrófico	0,0	0,2	65,3
		Eutrófico	36,0	86,5	7,4
		Hiperotrófico	64,0	13,4	0,0
3857215	São Domingos	Ultraoligotrófico	4,2	55,6	0,0
		Oligotrófico	85,0	43,9	1,8
		Mesotrófico	8,7	0,0	47,9
		Eutrófico	2,1	0,5	48,5
		Hiperotrófico	0,0	0,0	1,8
3857443	Bichinho	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Mesotrófico	0,0	0,2	2,9
		Eutrófico	0,0	86,5	89,2
		Hiperotrófico	100,0	13,3	7,8
3857471	Riacho de Santo Antônio	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	1,5	0,2
		Mesotrófico	0,0	43,5	9,3
		Eutrófico	0,9	52,9	84,9

Código	Açude	Estado Trófico	SECO	MÉDIO	CHEIO
			Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
		Hiperotrófico	99,1	2,1	5,6
3866106	Santo Antônio	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,0
		Oligotrófico	0,0	0,0	3,4
		Mesotrófico	0,0	0,0	62,3
		Eutrófico	0,1	27,3	33,3
		Hiperotrófico	99,9	72,7	1,0
3940321	Marés	Ultraoligotrófico	6,4	6,4	0,0
		Oligotrófico	88,3	88,3	0,0
		Mesotrófico	3,7	3,7	2,0
		Eutrófico	1,6	1,6	89,5
		Hiperotrófico	0,0	0,0	8,6
3940513	Gramame-Mamuaba	Ultraoligotrófico	0,0	0,0	0,7
		Oligotrófico	1,1	2,7	23,4
		Mesotrófico	36,3	57,3	67,9
		Eutrófico	60,0	38,7	8,0
		Hiperotrófico	2,6	1,3	0,0

Pode-se ver, na **Tabela 5.30**, que, de forma geral, a qualidade das águas dos reservatórios estratégicos não é boa. No estado hidrológico seco, há ainda um agravamento da situação, com uma piora considerável da qualidade.

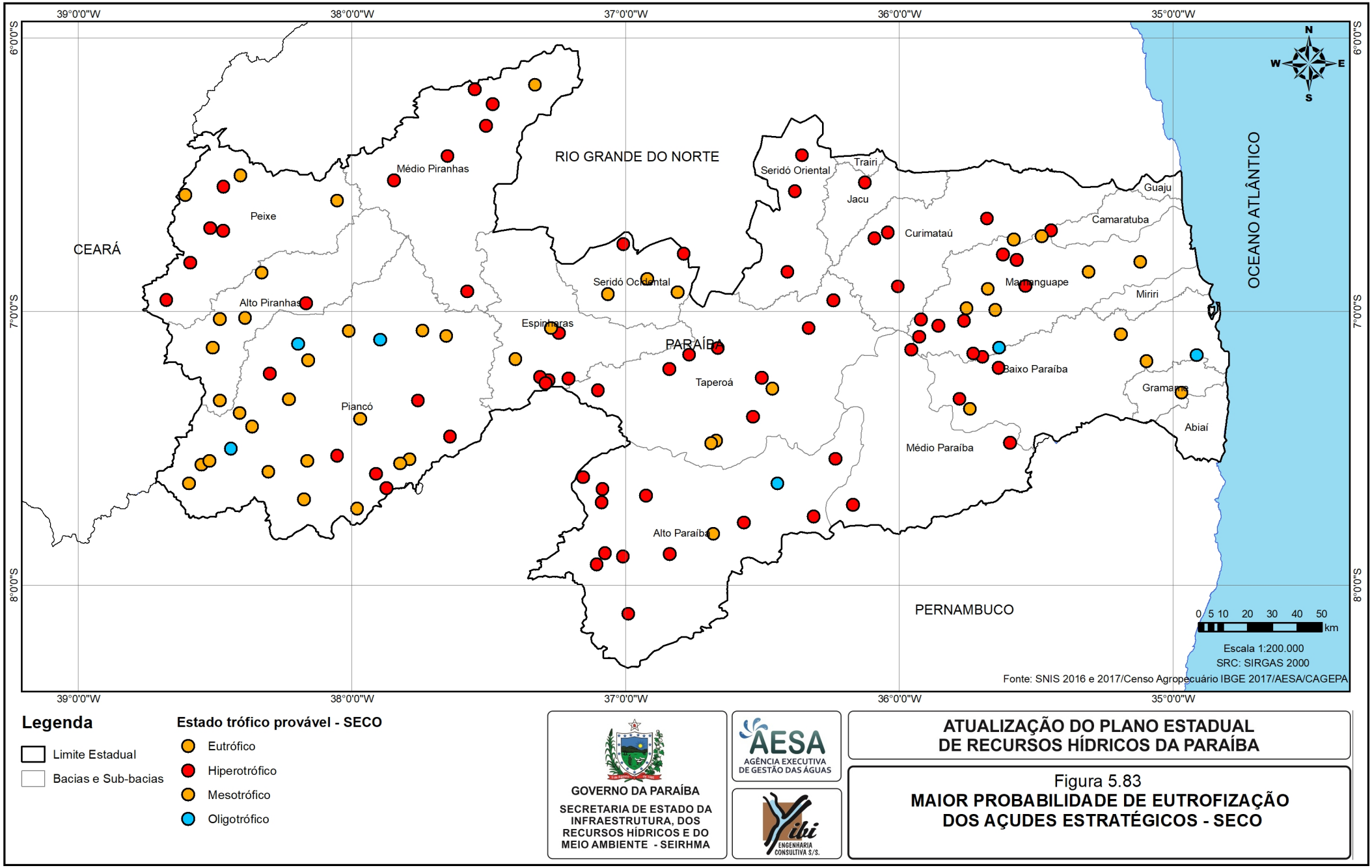
Já na **Tabela 5.31**, nota-se que, para o estado seco, quase 90% dos açudes tem uma maior probabilidade de ficarem eutróficos ou hiperotróficos, sendo o segundo caso com uma porcentagem de mais de 55%. A porcentagem dos oligotróficos não passa de 7,5% do total de açudes.

Já no estado médio, há uma melhoria, aumentando-se a porcentagem dos mesotróficos de 7,5% para aproximadamente 13%, e uma queda dos eutróficos e hiperotróficos de aproximadamente 90 para 68%, tendo os hiperotróficos uma queda de 56 para 28% do total de açudes. No estado cheio, a situação é bem semelhante ao estado médio.

Tabela 5.31 - Distribuição dos açudes conforme sua maior probabilidade de eutrofização por estados hidrológicos

Estado Trófico	SECO		MÉDIO		CHEIO	
	Quant.	Porcent. (%)	Quant.	Porcent. (%)	Quant.	Porcent. (%)
Ultraoligotrófico	0	0,0%	1	0,8%	2	1,7%
Oligotrófico	6	5,0%	15	12,5%	13	10,8%
Mesotrófico	9	7,5%	22	18,3%	25	20,8%
Eutrófico	37	30,8%	48	40,0%	34	28,3%
Hiperotrófico	68	56,7%	34	28,3%	46	38,3%
Total	**120**	**100,0%**	**120**	**100,0%**	**120**	**100,0%**

Nas **Figuras 5.83 a 5.85**, pode-se ver o estado trófico de maior probabilidade por açude estratégico, enquanto nas **Figuras 5.86 a 5.88**, pode-se ver a proporção de probabilidade de cada Estado. Nota-se ainda que há uma evolução do estado SECO para o MÉDIO.



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias

Estado trófico provável - SECO

- Eutrófico
- Hipereotrófico
- Mesotrófico
- Oligotrófico

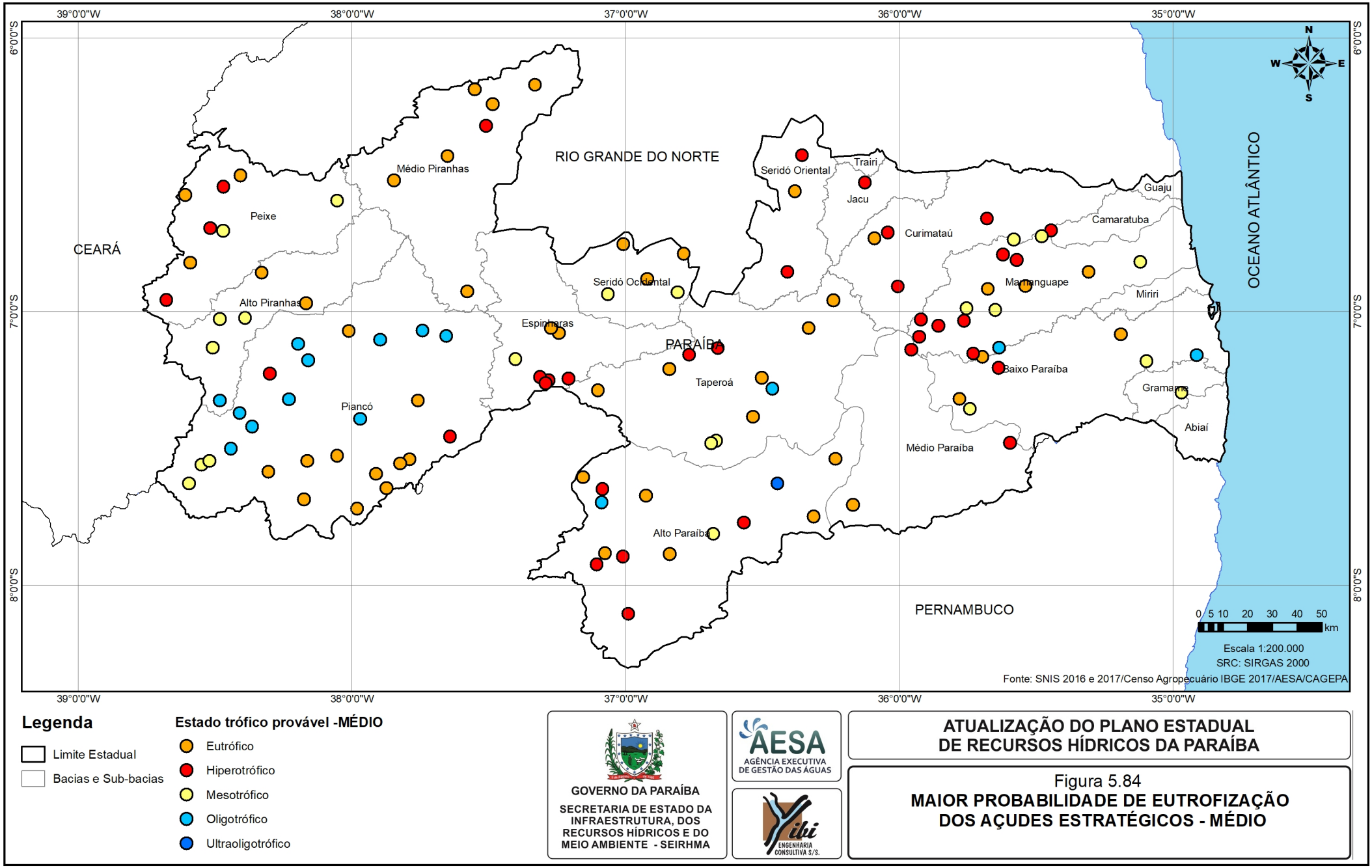
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.83
MAIOR PROBABILIDADE DE EUTROFIZAÇÃO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS - SECO



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias

Estado trófico provável -MÉDIO

- Eutrófico
- Hiperotrófico
- Mesotrófico
- Oligotrófico
- Ultraoligotrófico

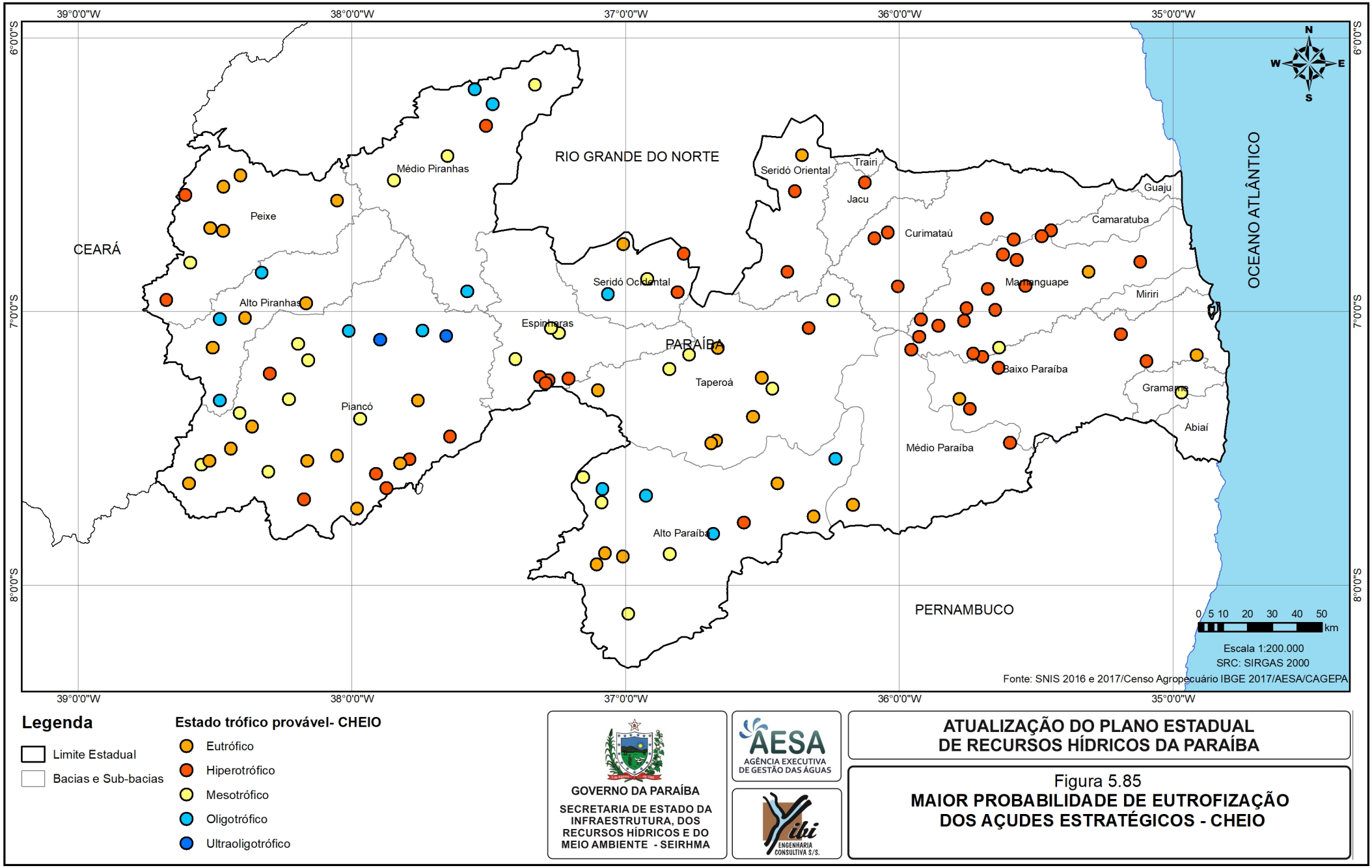
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.84
MAIOR PROBABILIDADE DE EUTROFIZAÇÃO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS - MÉDIO



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias

Estado trófico provável- CHEIO

- Eutrófico
- Hipereotrófico
- Mesotrófico
- Oligotrófico
- Ultraoligotrófico

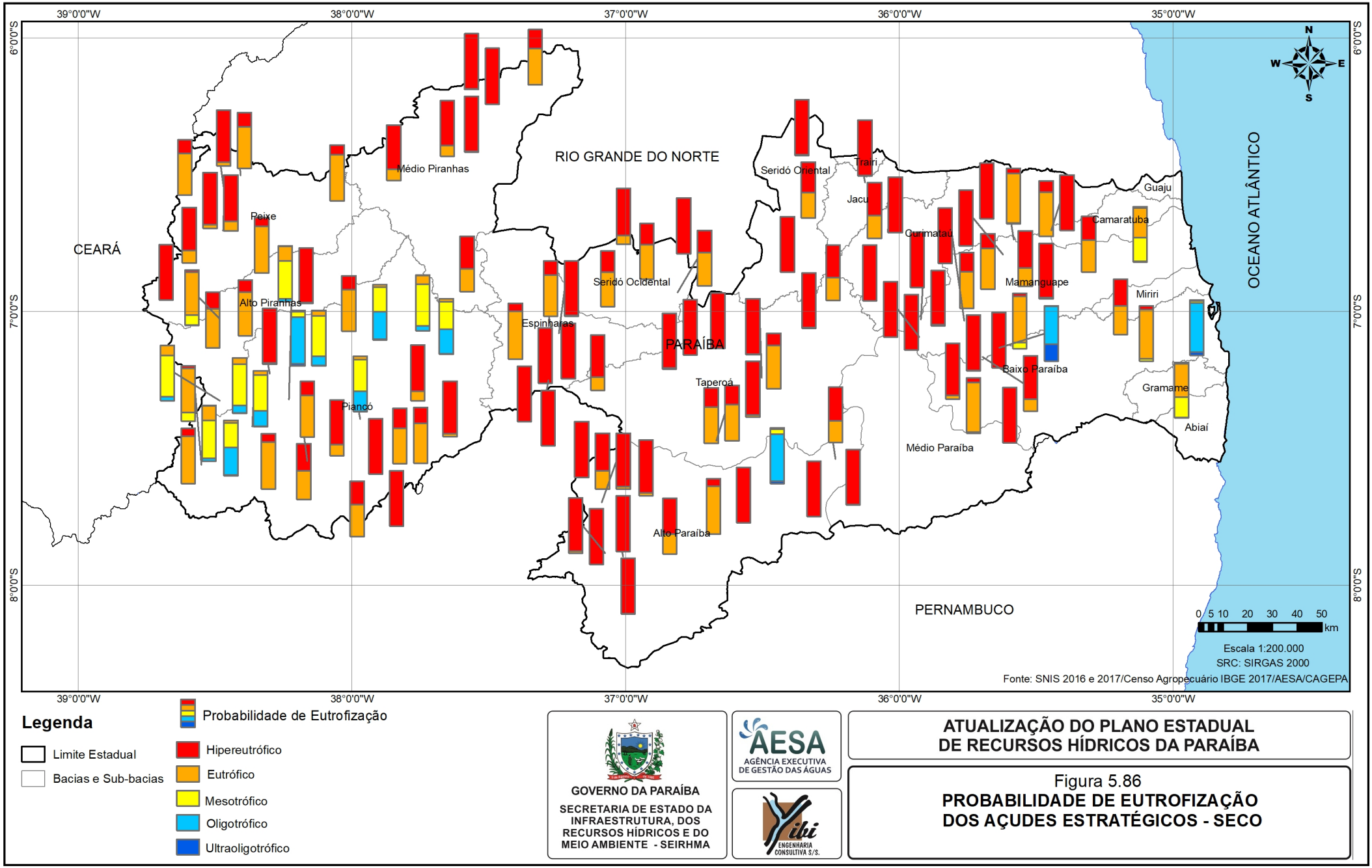
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

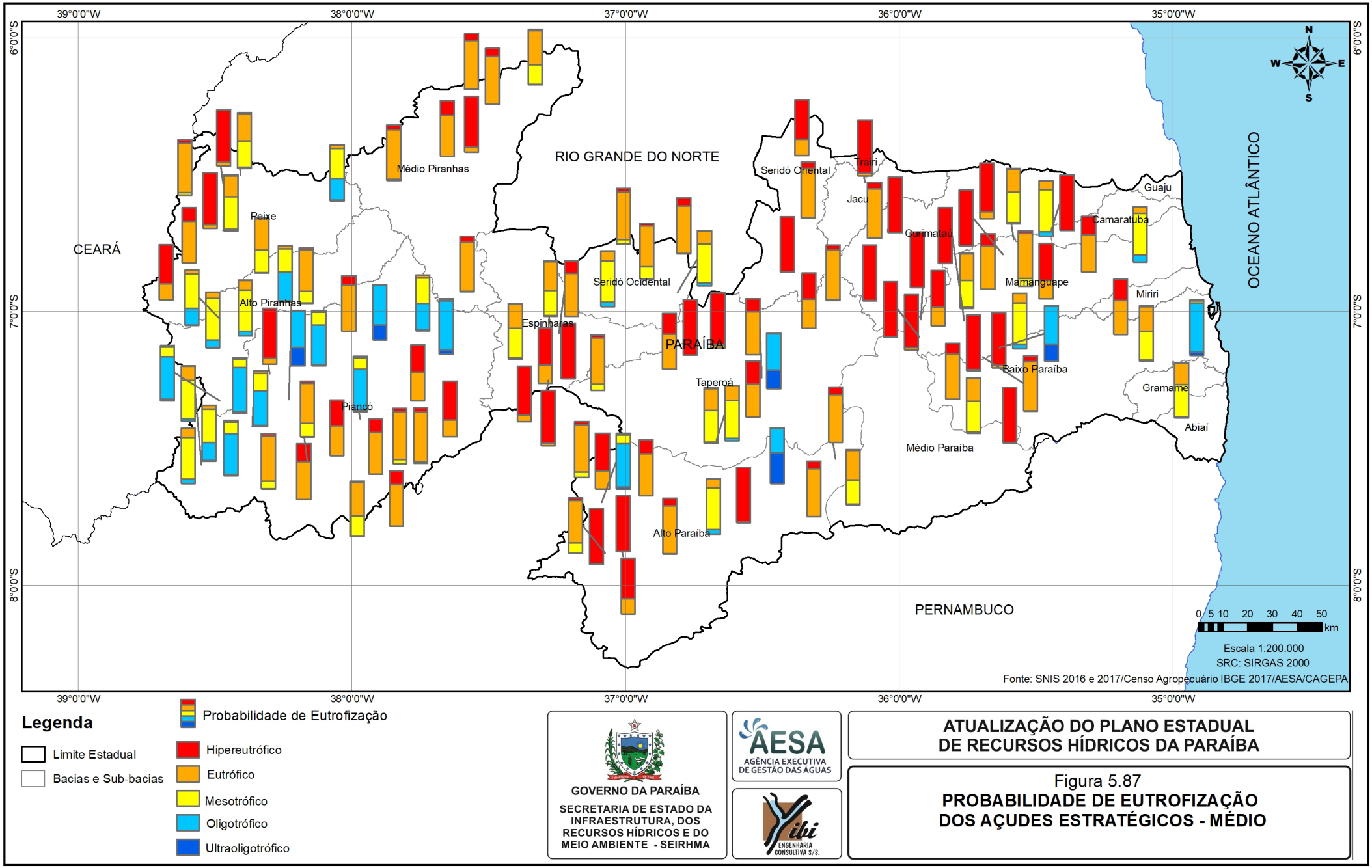
Figura 5.85
MAIOR PROBABILIDADE DE EUTROFIZAÇÃO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS - CHEIO

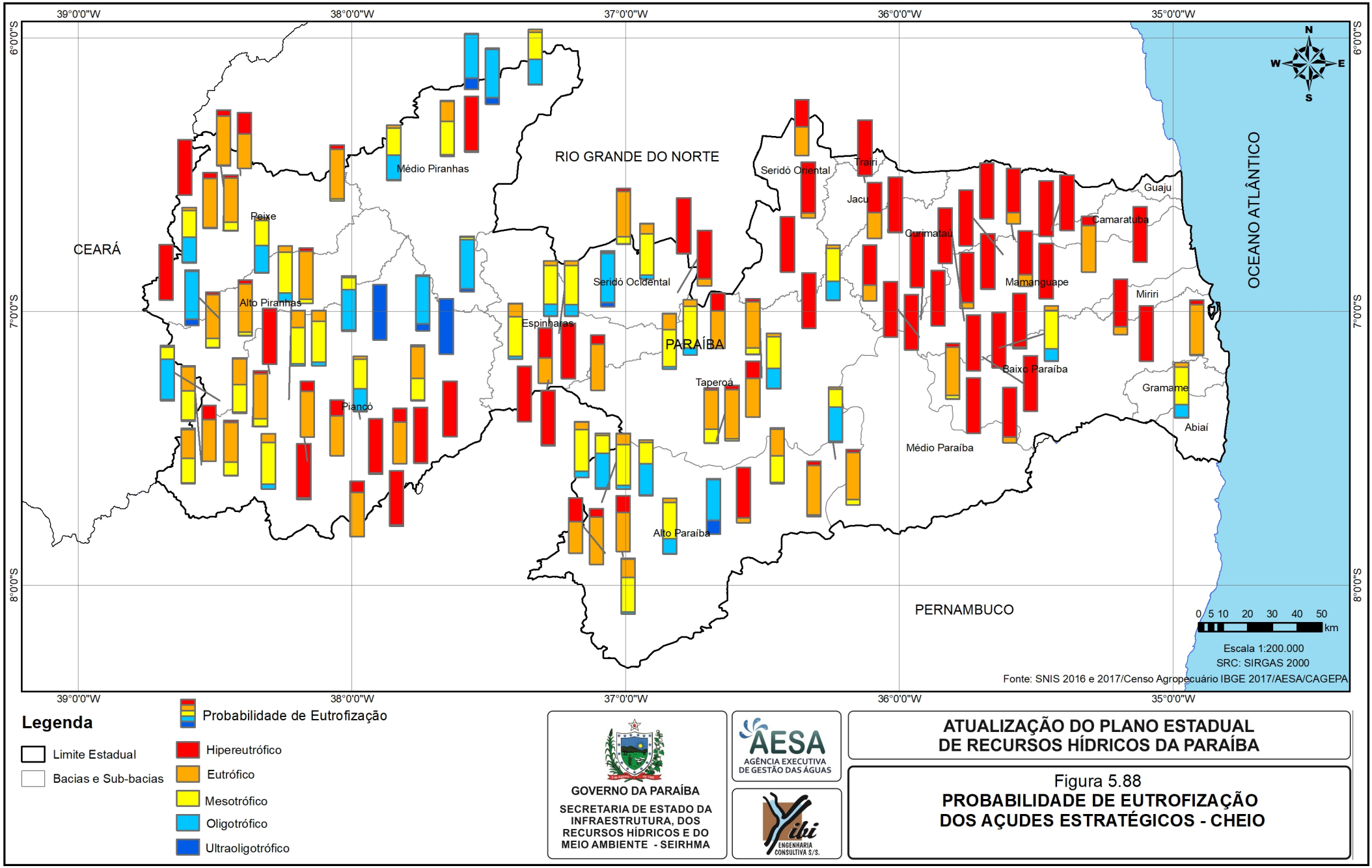


ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.86

PROBABILIDADE DE EUTROFIZAÇÃO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS - SECO


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Taperoá
Alto Paraíba
Trairi
Jacu
Guaju
Camaratuba
Curimataú
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:200.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: SNIS 2016 e 2017/Censo Agropecuário IBGE 2017/AESA/CAGEPA
Legenda
Limite Estadual
Bacias e Sub-bacias
Probabilidade de Eutrofização
Hipereutrófico
Eutrófico
Mesotrófico
Oligotrófico
Ultraoligotrófico
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.87
PROBABILIDADE DE EUTROFIZAÇÃO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS - MÉDIO



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-bacias
- Probabilidade de Eutrofização
  - Hipereutrófico
  - Eutrófico
  - Mesotrófico
  - Oligotrófico
  - Ultraoligotrófico

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.88
PROBABILIDADE DE EUTROFIZAÇÃO DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS - CHEIO

5.9 ASSOREAMENTO DOS RESERVATÓRIOS ESTRATÉGICOS

Nesta seção, foi determinado, por meio de modelos simplificados, o assoreamento dos reservatórios do Estado. O cálculo do assoreamento é de grande importância para o planejamento de recursos hídrico,s no que diz respeito à disponibilidade de água dos mananciais.

5.9.1 Metodologia de cálculo

Para a estimação do assoreamento, foram utilizadas metodologias desenvolvidas para a estimação simplificada. Devido à falta de dados, não houve a possibilidade da aplicação de metodologias mais complexas e precisas.

Dendy e Bolton (1976) e Ponce (1989) pesquisaram, nos Estados Unidos da América, 505 reservatórios e estabeleceram as seguintes equações baseadas na média anual do runoff Q. A aplicação de qual equação a se utilizar fica condicionada ao escoamento, se esse for menor que 50mm/ano utiliza-se uma, se não, a outra. Ponce, 1989, salienta que as equações fornecem uma primeira aproximação do transporte de sedimentos para ser usado em um projeto regional.

Quando Q< 50mm/ano vale a expressão:

$$\frac{S}{S_R} = 1{,}07 \left(\frac{Q}{Q_R}\right)^{0{,}46} \left[1{,}43 - 0{,}26 \log\left(\frac{A}{A_R}\right)\right]$$

Quando Q > 50mm/ano vale a expressão:

$$\frac{S}{S_R} = 1{,}19 \times exp\left[-0{,}11\left(\frac{Q}{Q_R}\right)\right]\left[1{,}43 - 0{,}26 \log\left(\frac{A}{A_R}\right)\right]$$

Sendo:

S= sedimentos em ton/ano

SR=643 ton/ano/km² = sedimentos em ton/ano para uma área básica AR= 2,56km²

QR= 50mm= média anual de runoff

Q= média anual do runoff da bacia em estudo (mm/ano)

AR= 2,56km² = área básica

A= área da bacia (km²)

Conforme pode-se observar, essa metodologia baseia-se, basicamente, na área de contribuição e na vazão afluente média. A estimação pode não ser aplicável a pequenos reservatórios, sendo para isso, utilizada outra metodologia.

Heinemann (1984) mostrou modelos empíricos usados, para achar a eficiência (TE) de um reservatório, e um desSes modelos é o de Brown, 1943.

Nas unidades SI temos:

$$TE = 100\left(1 - \frac{1}{\left(1 + 0{,}0021D \times \frac{C}{W}\right)}\right)$$

Sendo:

TE= eficiência (%)

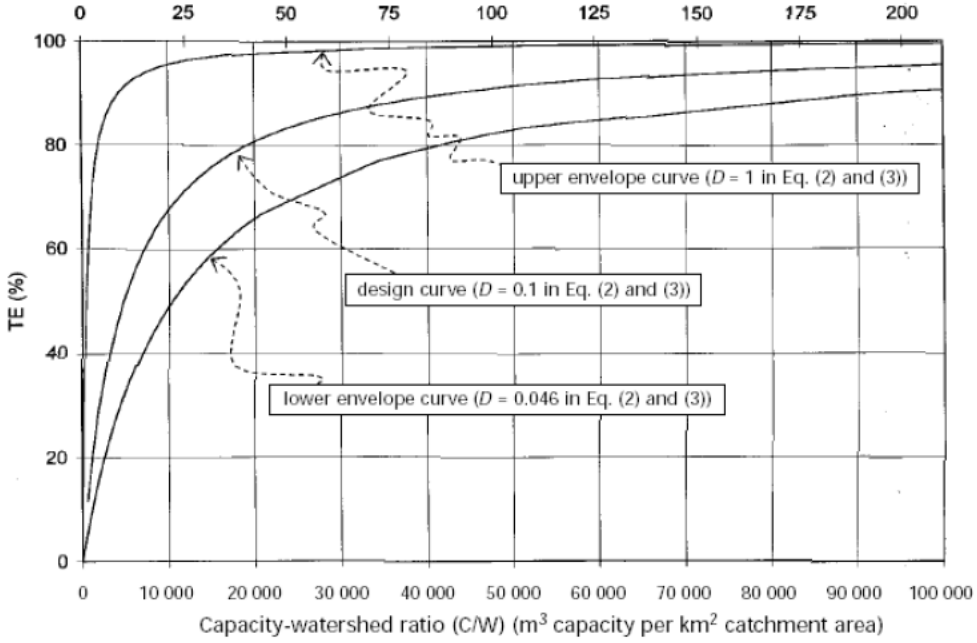
C= capacidade do reservatório em m3

W= área da bacia em Km²

D= variável variando entre 0,046 e 1 com média D=0,1

Na **Figura 5.89**, temos o gráfico de Brown (1943), adequado para pequenos reservatórios.

Figura 5.89 - Relação entre a eficiência e qualidade dos reservatórios



Fonte: Brown, 1943

5.9.2 Medições de batimetria realizadas

O ideal para a estimativa de assoreamento é realizar a batimetria dos açudes. Segundo Carvalho (2000), a batimetria deve ser realizada segundo a frequência mostrada no **Quadro 5.3**. Além disso, a medição de sedimentos se faz estritamente necessária, porém não há medição de sedimentos em nenhum reservatório do Estado, com raras exceções.

Quadro 5.3 - Frequência desejável para levantamentos topo-batimétricos. Fonte: Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios, 2000.

Porte do reservatório	Classificação em volume (m^3)	Frequência de levantamento
Pequeno	< 10 x 10°	Cada 2 anos
Médio	Entre 10 a 100	Cada 5 anos
Grande	>100	Cada 10 anos

Nota: A classificação aqui apresenta não é rígida, podendo ter diferentes conceitos em outros países

No ano de 2013, a ANA realizou a medição do assoreamento, utilizando batimetria no reservatório Epitácio Pessoa, na cidade de Boqueirão. O reservatório foi construído em 1956, e segundo o DNOCS possuía capacidade máxima de 535 milhões de m³. No ano de 2004, a SEMARH alegou que o reservatório só possuía uma capacidade de 411 milhões de m², o que foi confirmado pela ANA, com base em batimetria realizada pelos dois órgãos de gestão de recursos hídricos.

Logo, nota-se que, com o passar dos seus 57 anos de operação, ele teve o volume de 124 milhões de m³ assoreado. Isso equivale a mais de 2 milhões de m³ por ano. Esse valor ainda representa um assoreamento de 0,41% por ano ou 4% por década. Há autores que afirmam que esse assoreamento é da faixa de 2% a década, como Araújo (2005).

Logo, serão mostrados assoreamentos que possuem uma aproximação e outros que não se adequaram à metodologia. De qualquer maneira, os resultados dos volumes assoreados devem ser analisados sempre com cautela, pois além da metodologia ser simplificada, alguns dados de entrada advém de modelos matemáticos.

5.9.3 Cálculo do Assoreamento dos Açudes Estratégicos

Na **Tabela 5.32**, pode-se ver, de forma geral, as cargas poluidoras referentes ao esgoto doméstico, à drenagem urbana, à irrigação difusa e aos resíduos sólidos das BHs/SBHs de análises. Nos próximos tópicos, serão destrinchadas a representatividade de cada parâmetro e os tipos de efluentes.

Tabela 5.32 - Assoreamento dos açudes estratégicos

Código	Açude	Assoreamento (m^3/ano)	Tempo de duração (anos)	Porcentagem assoreada por década (%)	Capacidade (m^3)
345782	Jandaia	20.230	496	2,02%	10.032.266
3824396	Escondido	77.966	209	4,78%	16.325.814
3824870	Riacho dos Cavalos	54.824	323	3,10%	17.699.000
3825335	Baião	107.385,92	365	2,74%	39.230.000
3825406	Tapera	61.112,44	432	2,31%	26.418.660
3825602	Santa Rosa	95.748,13	30	33,67%	2.843.984
3827934	Várzea Grande	118.899,57	181	5,52%	21.532.659
3832182	Gamela	5.235,61	90	11,07%	472.926
3832399	Pilões	97.028,85	134	7,46%	13.000.000
3832589	Lagoa do Arroz	105.419,45	761	1,31%	80.220.750
3832967	Cachoeira da Vaca	2.060,12	165	6,07%	339.156
3833009	Capivara	95.339,83	394	2,54%	37.549.827
3833021	Arrojado	17.260,93	208	4,80%	3.596.180
3833047	Chupadouro I	7.299,16	379	2,64%	2.764.100
3833193	Paraíso (Luiz Oliveira)	30.081,24	56	17,95%	1.675.800
3833643	São Gonçalo	94.758,54	471	2,12%	44.600.000
3833913	Engenheiro Avidos	240.724,09	1059	0,94%	255.000.000
3833971	Jenipapeiro	9.737,66	283	3,54%	2.753.425

Código	Açude	Assoreamento (m^3/ano)	Tempo de duração (anos)	Porcentagem assoreada por década (%)	Capacidade (m^3)
3834035	Carneiro	108.640,48	288	3,47%	31.285.875
3834884	Engenheiro Arcoverde	48.589,33	630	1,59%	30.593.400
3835888	São Mamede	87.473,03	181	5,54%	15.791.280
3836501	Várzea	7.500,13	151	6,62%	1.132.975
3836546	São José IV	5.814,52	95	10,49%	554.100
3836718	Santa Luzia	100.192,53	119	8,38%	11.960.250
3837082	Boqueirão do Cais	80.660,1	153	6,52%	12.367.300
3837127	Caraibeiras	13.897,82	195	5,13%	2.709.260
3837485	Poleiros	53.935,38	147	6,80%	7.933.700
3837494	Curimataú	33.586,24	178	5,61%	5.989.250
3837721	Felismina Queiroz	29.675,06	69	14,41%	2.060.000
3837955	Olivedos	32.962,76	178	5,61%	5.875.124
3838489	Lagoa do Matias	4.074,19	304	3,29%	1.239.883
3838579	Canafístula II	8.075,93	508	1,97%	4.102.626
3838687	Pirpirituba	14.097,57	331	3,02%	4.666.188
3838801	Algodão	23.702,35	43	23,11%	1.025.425
3838868	Saulo Maia	10.225,2	962	1,04%	9.833.615
3838894	Tauá	19.622,44	436	2,29%	8.563.500
3838953	Vaca Brava	6.193,07	557	1,80%	3.450.000
3838976	Pitombeira	4.270,43	692	1,44%	2.955.820
3839408	Suspiro	1.027,78	269	3,72%	276.000
3839414	Duas Estradas	1.594	257	3,89%	410.000
3839678	Jangada	3.031,62	155	6,45%	470.000
3839744	Araçagi	567.278,52	112	8,96%	63.289.037
3843025	Bom Jesus I	10.412,28	33	30,29%	343.800
3843264	Frutuoso II	8.182,6	430	2,33%	3.517.220
3843303	São José I	32.008,07	95	10,49%	3.051.125
3843372	Cochos	16.636,82	252	3,96%	4.199.733
3843424	Cafundó	793,30	395	2,53%	313.680
3843443	Pimenta	6.246,39	41	24,42%	255.744
3843604	Bartolomeu I	21.159,75	830	1,20%	17.570.556
3843658	Cachoeira dos Alves	40.021,47	265	3,77%	10.611.196
3843722	Video	10.088,74	599	1,67%	6.040.263
3843832	Vazante	46.450,82	196	5,11%	9.091.200
3843995	Saco	97.835,3	996	1,00%	97.488.089
3844013	Mãe D'água	288.595,39	1968	0,51%	568.000.000
3844014	Curema	1.105.393,63	1229	0,81%	1.358.700.000
3844159	Emas	17.998,67	112	8,94%	2.013.750
3844168	Cachoeira dos Cegos	93.628,67	768	1,30%	71.887.047
3844652	Jenipapeiro (Buiú)	145.911,93	480	2,08%	70.000.000
3844709	Queimadas	47.252,48	331	3,02%	15.625.338
3844798	Albino	8.251,5	205	4,89%	1.688.400
3844974	Bom Jesus II	48.792,66	300	3,33%	14.636.457
3845147	Jatobá I	41.376,76	423	2,36%	17.516.000
3845155	Farinha	247.052,78	104	9,60%	25.738.500
3845321	Capoeira	105.398,77	507	1,97%	53.450.000
3845443	Riacho das Moças	9.269,83	692	1,45%	6.413.411
3845449	Bastiana	2.635,97	482	2,07%	1.271.560
3845459	São Franscisco II	11.351,70	433	2,31%	4.920.720
3845544	Sabonete	5.369,41	364	2,75%	1.952.540
3845586	Jeremias	39.080,05	119	8,39%	4.658.430
3846273	Mucutu	76.216,17	333	3,00%	25.370.000
3846351	Lagoa do Meio	40.260,63	165	6,06%	6.647.875
3846434	Taperoá II	168.143,78	90	11,10%	15.148.900

Código	Açude	Assoreamento (m^3/ano)	Tempo de duração (anos)	Porcentagem assoreada por década (%)	Capacidade (m^3)
3846722	Livramento (Russos)	14.947,58	163	6,15%	2.432.420
3846799	Namorado	9.207,22	230	4,35%	2.118.980
3846965	Serra Branca II	15.375,40	913	1,09%	14.042.568
3846972	Serra Branca I	26.753,01	79	12,64%	2.117.062
3847131	Soledade	55.683,78	486	2,06%	27.058.100
3847406	Gurjão	25.594	75	13,27%	1.929.250
3847976	Epitácio Pessoa	1.075.707,27	383	2,61%	411.686.287
3848018	Covão	7.535,60	89	11,21%	672.260
3848119	Emídio	7.603,82	55	18,29%	415.770
3848133	São Sebastião	989,21	458	2,18%	453.075
3848151	Camará	20.013,34	1328	0,75%	26.581.614
3848213	Milhã (Evaldo Gonçalves)	10.740,88	54	18,51%	580.271
3848278	Brejinho	6.329,49	125	8,02%	789.000
3848357	Sindô Ribeiro	11.872,37	255	3,93%	3.022.715
3848365	Chupadouro II	1.608,29	395	2,53%	634.620
3848474	Chã dos Pereiras	8.504,45	208	4,82%	1.766.100
3848648	José Rodrigues	22.425,26	996	1,00%	22.332.348
3848754	Gavião	8.830,15	164	6,09%	1.450.840
3848893	Acauã	725.075,97	345	2,90%	250.000.000
3849166	São Salvador	18.788,03	674	1,48%	12.657.520
3852099	Serra Vermelha I	24.386,51	484	2,07%	11.801.173
3852192	Condado	182.790,05	192	5,22%	35.020.000
3852285	Santa Inês	43.311,11	603	1,66%	26.115.250
3853014	Piranhas	76.256,77	337	2,97%	25.696.200
3853073	Bruscas	86.712,18	441	2,27%	38.206.460
3853142	Poço Redondo	120.034,34	74	13,44%	8.931.340
3853369	Catolé I	53.972,43	195	5,14%	10.500.000
3854046	Glória	16.961,26	80	12,56%	1.349.980
3854123	Tavares II	9.588,68	939	1,07%	9.000.000
3854137	Timbaúba	38.762,32	398	2,51%	15.438.573
3854229	Novo II	5.106,34	138	7,23%	706.080
3854405	Jatobá II	28.596,51	227	4,41%	6.487.200
3855266	São Paulo	68.185,17	124	8,06%	8.455.500
3855271	Ouro Velho	7.893,33	212	4,71%	1.675.800
3855386	Prata II	27.070,98	48	20,69%	1.308.433
3855789	São José II	102.242,82	13	77,96%	1.311.540
3855882	Serrote	19.278,35	296	3,38%	5.709.000
3856076	Poções	93.769,03	318	3,14%	29.861.562
3856325	Sumé	184.040,44	244	4,10%	44.864.100
3856591	Campos	66.724,79	9883	0,10%	659.439.200
3856668	Cordeiro	369.519,28	189	5,28%	69.965.945
3856736	Camalaú	132.563,13	350	2,85%	46.437.520
3857215	São Domingos	24.636,68	298	3,36%	7.340.440
3857443	Bichinho	20.558,4	223	4,49%	4.574.370
3857471	Riacho de Santo Antônio	34.520,56	198	5,05%	6.834.000
3866106	Santo Antônio	126.155,36	194	5,17%	24.424.130
3940321	Marés	5.657,82	378	2,65%	2.136.637
3940513	Gramame-Mamuaba	50.871,53	1119	0,89%	56.937.000

Na **Tabela 5.32**, ainda se observa que, em média, os açudes do Estado possuem um assoreamento de 6% a década, o que está um pouco acima do açude Epitácio Pessoa, que teve uma diminuição de volume de cerca de 4% a década.

O açude Epitácio Pessoa teve um assoreamento de 2,61% de assoreamento/década, mostrando uma certa aproximação da metodologia simplificada ao que foi medido, a partir de batimetrias realizadas. Pode-se ver ainda, na **Tabela 5.32**, que 73 dos 120 açudes têm uma taxa de assoreamento por década inferior a 5%. Números que vão ao encontro do que foi apontado para o Açude Epitácio Pessoa. Ainda se pode ver, na **Figura 5.90**, a quantidade de sedimento, na **Figura 5.91,** o tempo de duração do açude e, na **Figura 5.92**, a porcentagem de assoreamento por década previsto.

5.9.4 Atualização das Curvas Cota-Área-Volume (ANA, 2018)

À respeito da temática dos novos dados de assoreamento dos açudes, prefere-se transcrever a Nota Técnica AESA/GEMOH: 001/2019, um trabalho de batimetria realizado para nove açudes estratégicos do Estado da Paraíba.

Nota Técnica AESA/GEMOH: 001/2019

1. CONTEXTO GERAL

As informações destacadas na presente nota técnica correspondem aos resultados obtidos a partir do contrato nº006/2017 firmado entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o consórcio ARV (empresas Aerosat, RuralTech e VisãoGeo) e divulgados pela nota técnica Nº 73/2018/SGH. O respectivo contrato objetivou a atualização das curvas Cota x Área x Volume (CAVs) de trinta (30) reservatórios existentes no Nordeste Brasileiro, dos quais, nove (09) encontram-se nos limites territoriais do Estado da Paraíba (Curema, Mãe d'Água, Engenheiro Avidos, São Gonçalo, Epitácio Pessoa (Boqueirão), Lagoa do Arroz, Santa Inês, Pilões, Jatobá II).

Em termos gerais, o referido contrato faz parte de um conjunto de ações desenvolvidas em parceria entre os órgãos gestores estaduais dos recursos hídricos, dentre eles, a AESA e a ANA, com vistas à melhoria das informações quali-quantitativas desses mananciais, juntamente com a promoção de uma gestão adequada e mais eficiente dessas águas.

2. OBJETIVO GERAL

A presente nota técnica tem como objetivo esclarecer os métodos e os resultados da atualização das novas CAVs e consequente modificação da capacidade total de armazenamento dos reservatórios Curema, Mãe d'Água, Engenheiro Avidos, São Gonçalo, Epitácio Pessoa (Boqueirão), Lagoa do Arroz, Santa Inês, Pilões e Jatobá II, que foram reavaliadas a partir de técnicas modernas, com novos levantamentos batimétricos, aerofotogramétrico, perfilhamento a laser e levantamentos topográficos utilizando instrumentação avançada.

3. DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS UTILIZADAS

Na elaboração das novas CAVs e, consequentemente, avaliação das capacidades de armazenamento atualizadas, as seguintes técnicas integraram o arcabouço metodológico do processo: aerolevantamento, perfilamento à laser, apoio terrestre de campo, aerotriangulação, modelagem tridimensional de terreno, restituição aerofotogramétrica e levantamentos batimétricos.

As técnicas foram divididas em 02 (duas) etapas basilares: A primeira consiste no mapeamento da parcela seca do açude (apoio terrestre de campo,

aerolevantamento, perfilamento laser e aerotriangulação); já a segunda, ao mapeamento da área molhada, praticado por meio de analises batimétricas, com o auxílio de ecobatímetros modernos tipo single beam e multibeam.

Toda Geotecnologia (Sensoriamento Remoto) aplicada aos levantamentos aerofotogramétricos da parte seca e batimétricos da parte submersa dos açudes, garantiu melhor precisão e a verificação por diversos pontos de controle coletados em terra. Em sequência foram necessários os levantamentos batimétricos, adotando linhas de sondagem transversal e longitudinal, ambas de 100m, para uma melhor discriminação dos alvos. Foi necessário também o uso de imagens MDT (Modelo Digital de Terreno), arquivos em formato geodatabase, e uso do GPS (GNSS-Global Navigation Satellite System). Adotou-se após etapas concluídas, para todos as CAVs, o sistema Geodésico de referência global o SIRGAS 2000, adotando uma escala 1:5.000. O perfilamento laser e o aerolevantamento foram executados por pequena diferença de dias, no entanto os dados convergiram para o mesmo resultado, dando garantia da sua validação.

Após a incorporação das duas etapas e a referida validação dos dados, foram elaboradas as CAVs para os 09 reservatórios, obtendo-se assim a convergência final dos resultados e a atualização da capacidade atual de armazenamento para cada reservatório.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Com os resultados obtidos, foram observadas variações nos volumes dos reservatórios analisados, alguns com acréscimos e outros com decréscimos em sua capacidade máxima de armazenamento.

Estudos anteriores para a obtenção das cotas originárias, de parcelas pertencentes à superfície do fundo, principalmente nas localidades referentes às áreas do leito natural do rio principal barrado e de seus afluentes possuíram qualidade inferior, em virtude basicamente da metodologia e da tecnologia aplicada, se comparados aos dados produzidos no atual trabalho executado.

As reduções das cotas volumétricas dos açudes paraibanos podem estar associadas a condições de assoreamento na bacia, embora a ausência de informações mais precisas sobre os estudos anteriores não permita afirmar com precisão se houve modificações de caráter geomorfológicos nos reservatórios, o que demandaria estudos complementares, tais como: medição de descarga sólida em estações fluviométricas posicionadas à montante dos reservatórios ou aplicar a técnica de sísmica de reflexão que permita caracterizar a espessura e o tipo das camadas sedimentares.

Tais estudos não foram evidenciados no presente trabalho, destinado à atualização da capacidade máxima atual dos reservatórios e das suas CAVs. No entanto, os resultados gerados e validados pelo corpo técnico da ANA e da AESA garantiram observar que tais mudanças no volume dos reservatórios, a partir da utilização de avançadas técnicas, foram de alta acurácia e totalmente descritivas para o levantamento das bacias hidráulicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

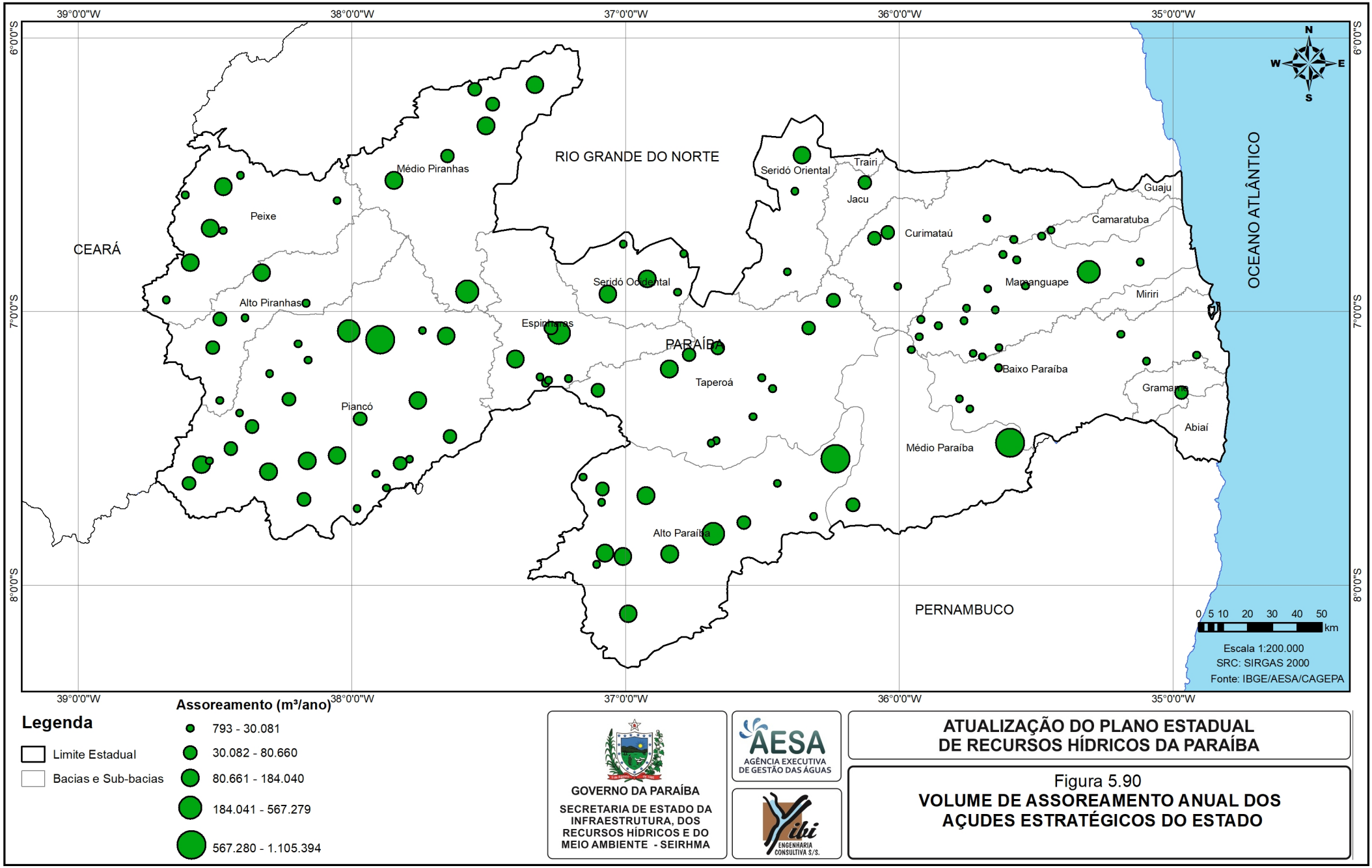
Diante do exposto, a AESA informa que o trabalho do levantamento efetuado no referido contrato e a atual metodologia supracitada, fundamentaram, desta forma, a modificação de todas as CAVs e seus respectivos volumes finais dos reservatórios (a partir de 01 de junho de 2019) ficam abaixo definidas:

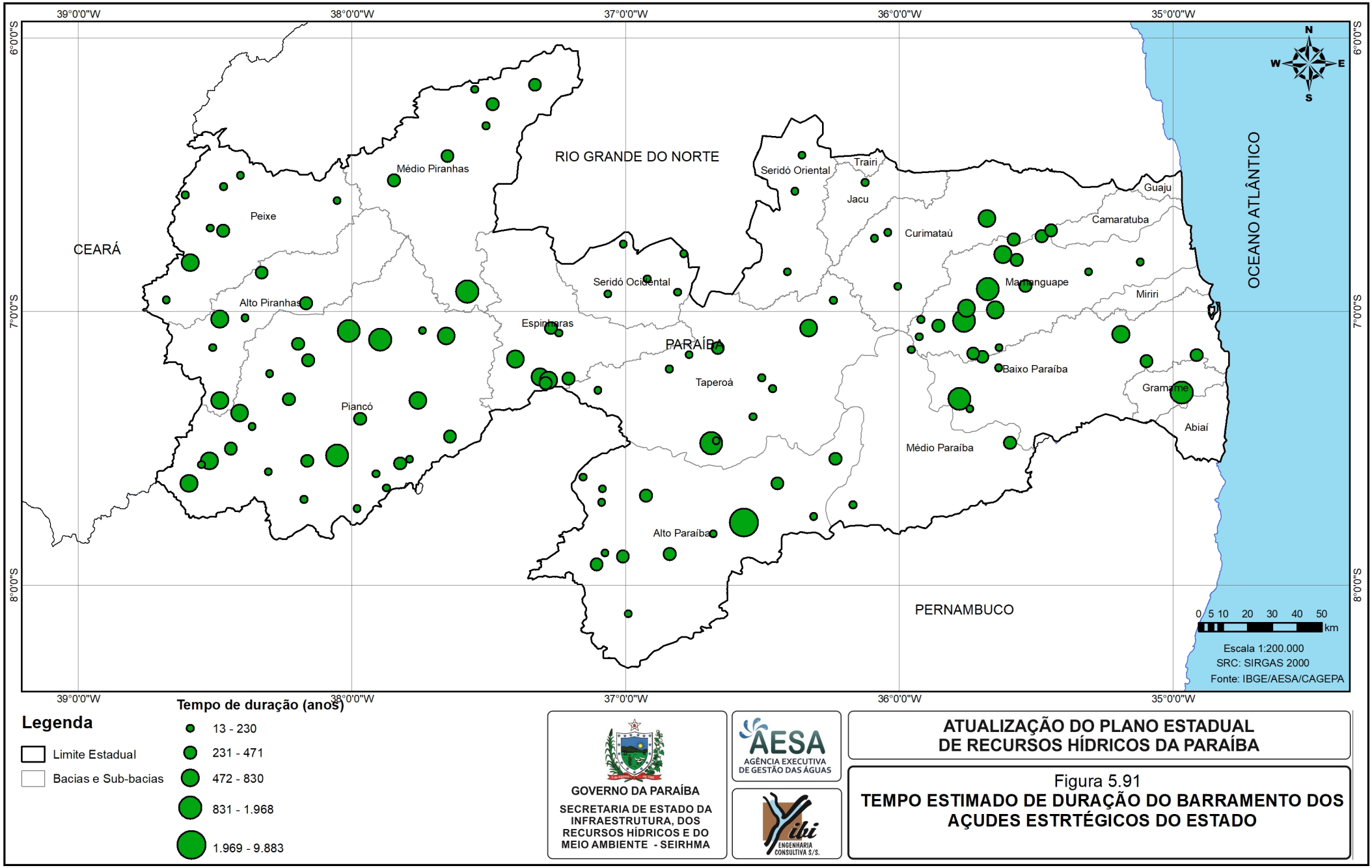
Reservatório	Município	Volume atual (m^3)	Volume atualizado (m^3)	Variação (%)
Coremas	Coremas	591.646.208,00	744.144.694,00	25,77
Engenheiro Avidos	Cajazeiras	255.000.000,00	293.617.376,00	15,14
Epitácio Pessoa	Boqueirão	411.686.287,00	466.525.964,00	13,32
Jatobá II	Princesa Isabel	6.487.200,00	5.660.979,47	-12,74
Lagoa do Arroz	Cajazeiras	80.220.750,00	80.388.537,00	0,21
Mãe d'Água	Coremas	567.999.136,00	545.017.499,00	-4,05
Pilões	São João do Rio do Peixe	13.000.000,00	7.888.854,00	-39,32
Santa Inês	Santa Inês	26.115.250,00	29.684.041,00	13,67
São Gonçalo	Sousa	44.600.000,00	40.582.277,00	-9,01

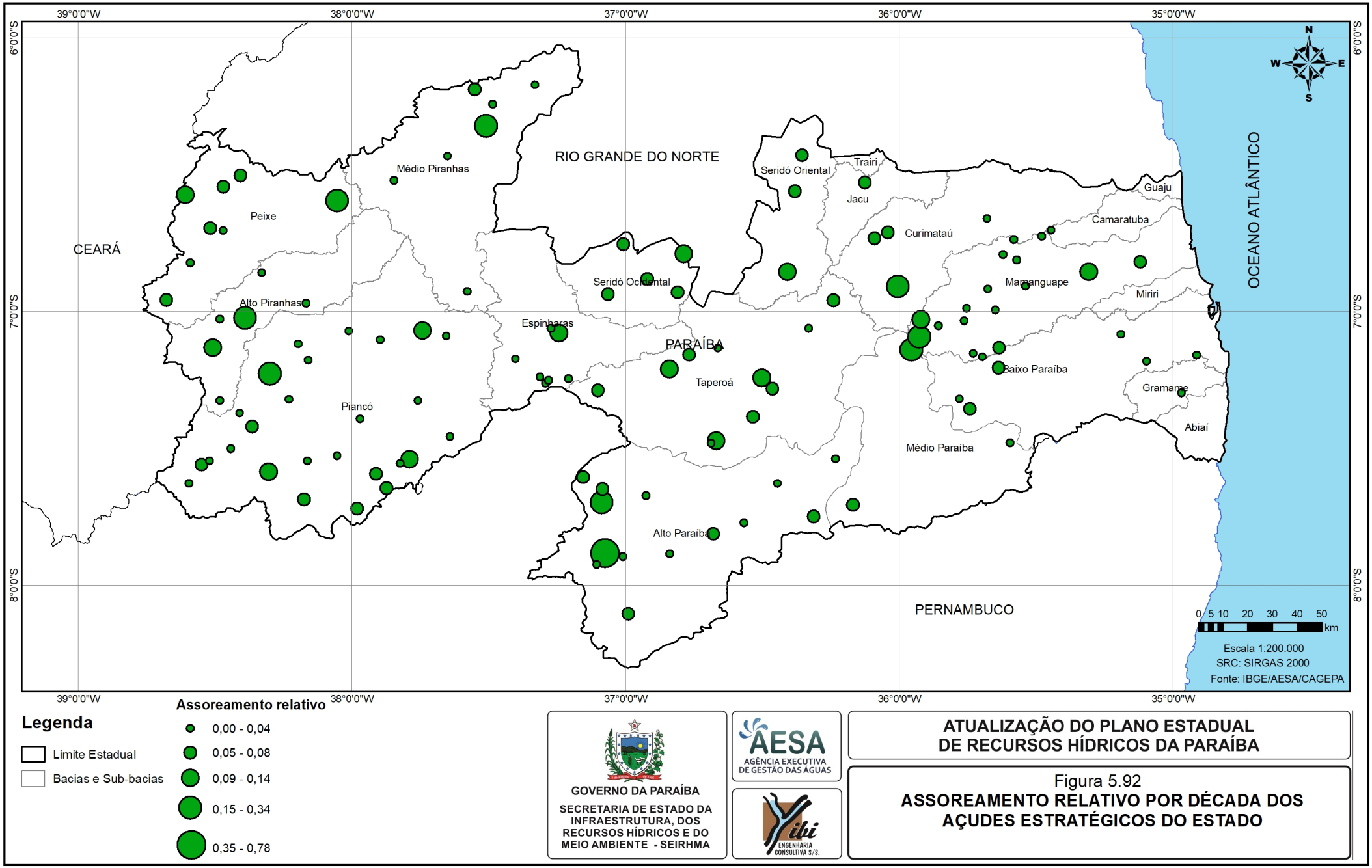
5.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA A FASE DE PLANEJAMENTO

A análise das fontes de poluição e de qualidade das águas superficial e subterrânea, na Paraíba, permitiu gerar considerações importantes para a fase de planejamento da atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB). São elas:

- A maioria dos pontos de monitoramento das águas superficiais (60%) apresentou média de DBO dentro do limite da Classe 1 da Resolução CONAMA n° 357/2005. As BHs/SBHs Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Taperoá, Alto Paraíba, Curimataú, Mamanguape, Baixo Paraíba e Gramame apresentaram pontos de monitoramento fora do enquadramento determinado pelas diretrizes DZS201, DZS204, DZS205, DZS206, DZS207, DZS208, DZS209 do COPAM (1988);
- Observam-se ainda as diretrizes DZS 204 a DZS209, só relacionadas às classes 1, 2 e 3, referentes às águas doces, omitindo, assim, a classificação de águas salinas e salobras de alguns rios e/ou trechos de rios, a exemplo dos rios que deságuam no Oceano Atlântico;
- Entre os reservatórios e rios, 39% apresentaram densidade médias de coliformes termotolerantes, superiores ao valor máximo permitido para a Classe 2 da Resolução CONAMA n° 357/2005. Os ambientes lóticos rio Jaguaribe, rio Sanhauá e o riacho Cabelo tiveram densidades médias superiores a 100.000 NMP $100mL^{-1}$. Dessa forma, torna-se imprescindível a expansão da rede coletora de esgoto doméstico e proteção dos recursos hídricos, respeitando os limites das áreas de preservação permanente (APP);
- As bacias e sub-bacias hidrográficas que têm açudes com concentrações elevadas de metais pesados possuem, como característica em comum, polos industriais e atividades de extração mineral. A presença de metais pesados, nas águas superficiais, pode estar relacionada com o despejo irregular de efluentes industriais, o que deve ser controlado,haja vista a bioacumulação desses elementos, ao longo da cadeia alimentar, afetando a biota aquática dos ambientes lênticos, lóticos, oceânicos e a população humana pela ingestão alimentar desses organismos;
- Não foram encontradas concentrações de agrotóxicos acima do limite de quantificação nas amostras dos reservatórios estratégicos monitorados;
- As bacias e sub-bacias hidrográficas Taperoá, Curimataú, Alto Paraíba, Seridó, Piancó, Jacú, Espinharas e Médio Paraíba apresentaram elevada salinidade de suas águas, principalmente, entre os anos de 2013 e de 2017, sendo classificadas como água salobra, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005. Porém, nesses casos, há de se considerar os baixos níveis e volumes dos reservatórios dessas bacias e sub-bacias hidrográficas, devido ao prolongado período de seca. Nos ambientes lóticos, 52% dos rios e riachos monitorados apresentaram salinidade média, superior a 0,5 ppm, sendo 2 superiores a 30 ppm (rio Mamanguape – MM 03 e rio Paraíba – PB 04 Est), por serem amostras coletadas em área estuarina;


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Seridó Oriental
Seridó Ocidental
Espinharas
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Taperoá
Piancó
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:200.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: IBGE/AESA/CAGEPA
Legenda
Limite Estadual
Bacias e Sub-bacias
Assoreamento (m³/ano)
793 - 30.081
30.082 - 80.660
80.661 - 184.040
184.041 - 567.279
567.280 - 1.105.394
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.90
VOLUME DE ASSOREAMENTO ANUAL DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS DO ESTADO


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PARAÍBA
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Taperoá
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
Alto Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:200.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: IBGE/AESA/CAGEPA
Legenda
Limite Estadual
Bacias e Sub-bacias
Tempo de duração (anos)
13 - 230
231 - 471
472 - 830
831 - 1.968
1.969 - 9.883
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 5.91
TEMPO ESTIMADO DE DURAÇÃO DO BARRAMENTO DOS AÇUDES ESTRTÉGICOS DO ESTADO



GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 5.92
ASSOREAMENTO RELATIVO POR DÉCADA DOS AÇUDES ESTRATÉGICOS DO ESTADO

- Em geral, os reservatórios tiveram médias de índice de qualidade das águas (IQA) correspondentes à qualidade boa, exceto o açude Chã dos Pereiras, com qualidade irregular. As sub-bacias hidrográficas do Alto Piranhas, Médio Piranhas e Piancó tiveram as maiores médias de IQA. Em 2017, houve uma deterioração da qualidade, em todas as bacias e sub-bacias hidrográficas;
- As médias dos índices de estado trófico (IET), por bacia e sub-bacia hidrográfica, apontaram características de meio supereutrófico ou hipereutrófico, ou seja, elevada carga de nutrientes. Os reservatórios e rios com IET médio hipereutrófico concentram-se na porção central e noroeste do Estado, nas sub-bacias hidrográficas do Médio Piranhas, Espinharas, Taperoá, Seridó e Alto Paraíba. Nas porções leste e oeste, predominaram águas supereutróficas. Apenas o Rio Piancó obteve amostras com médias referentes a eutrófico e mesotrófico;
- Confirmando a situação de eutrofização das águas superficiais pelo IET, em todas as bacias e sub-bacias hidrográficas monitoradas, foram encontradas inconformidades com a Resolução CONAMA n°357/2005, em relação ao valor máximo permitido de densidade de cianobactérias, além da presença de espécies tóxicas dos gêneros *Cylindrospermum* e *Oscillatoria*. Apenas 40% dos reservatórios apresentaram densidades médias inferiores a 50.000 cel mL^{-1}, sendo 8 reservatórios com médias dentro do padrão de águas doces de Classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005;
- Considerando os 58 reservatórios com monitoramento de cianotoxinas, as médias dessas substâncias variaram entre 0,1 a 5,47 μg L^{-1}, nas bacias e sub-bacias hidrográficas. As maiores concentrações foram de microcistina, obtidas nas bacias e sub-bacias hidrográficas do Baixo Paraíba (5,47 ± 4,92 μg L^{-1}), Mamanguape (5,37 ± 5,86 μg L^{-1}) e Alto Piranhas (4,63 ± 3,08 μg L^{-1}). É importante ressaltar que essas concentrações foram medidas em amostras de água bruta, sem tratamento. Dessa forma, torna-se imprescindível o tratamento terciário nas estações de tratamento de água (ETAs), bem como a continuidade do monitoramento, para verificar a remoção dessas cianotoxinas na água tratada;
- Dos reservatórios estratégicos monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), apenas para os açudes Covão, Emídio e São José II não foram informados os dados de qualidade da água. Os demais reservatórios estratégicos apresentados são monitorados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA);
- Não há padronização dos nomes e dos códigos dos pontos de amostragem e de monitoramento de qualidade das águas superficiais, entre as redes de monitoramento. Essa padronização seria importante, para facilitar o intercâmbio de dados entre os órgãos dos governos Federal, Estadual e municipais, os quais desenvolvem atividades nessa temática;
- O número de pontos de monitoramento em rios e riachos ainda é considerado pequeno. Seria importante a expansão desses pontos de monitoramento, pois o problema de qualidade dos reservatórios pode estar a montante deles;
- Não há articulação, entre os órgãos ativos de monitoramento das águas superficiais, incluindo os dados do programa QualiÁgua, sob responsabilidade estadual da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), e os das Gerências Regionais do Rio do Peixe e da Borborema da CAGEPA, uma rede padronizada e georreferenciada, contendo os parâmetros mínimos requeridos pela Resolução n° 903/2013, da Agência Nacional das Águas (ANA);
- A qualidade das águas subterrâneas, no Estado da Paraíba, com médias de cloreto, sódio, STD e sulfato, superiores aos valores máximos permitidos pelas legislações vigentes, foram decorrentes das características hidrogeológicas dos Sistemas Aquíferos. Porém, os

elevados teores de amônia e a presença de *Escherichia Coli* indicaram a contaminação por fossas sépticas ou outras fontes de matéria orgânica;

- Não há articulação entre os órgãos ativos de monitoramento de poços, uma rede padronizada e georreferenciada, contendo os níveis de água, perfis geológicos e os parâmetros mínimos (Sólidos Totais Dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes) requeridos pelo Parágrafo Único do Art. 12 da Resolução CONAMA n° 396/2008;
- Não há uma base de dados com informações sobre os poços, em particular, para a investigação de intrusão salina e subsidência do solo, na costa litorânea da Paraíba, com adequada distribuição espacial;
- É necessária a expansão do número de sistemas de dessalinização que se mostraram como eficiente, para adequar a qualidade de águas salobras oriundas do Sistema Cristalino, como também na remoção de poluentes como a amônia;
- De acordo com o Plano Nacional de Licenciamento Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (PNLA/MMA), a maioria das atividades potencialmente poluidoras corresponderam às industriais,às de extração mineral e às agropecuárias. As bacias e sub-bacias hidrográficas mais afetadas foram as do Baixo Paraíba, de Médio Paraíba, de Mamanguape e de Taperoá;
- A incidência de casos de doença de veiculação hídrica, principalmente, diarreia aguda, foi recorrente em bacias e sub-bacias hidrográficas com elevada densidade de coliformes termotolerantes. Isso é um alerta para a necessidade de expansão da rede coletora de esgoto doméstico e destinação adequada, bem como para a remoção de ligações irregulares de despejo de matéria orgânica, nos sistemas de drenagem urbana;
- Com relação às cargas poluidoras, nota-se que a maior porcentagem é advinda do esgoto doméstico, mostrando que se deve dar mais atenção a esse tipo de efluente, por ser esse o que mais contribui;
- Com relação à eutrofização, percebe-se que é necessária a diminuição da carga poluidora afluentes aos reservatórios, para a melhoria da qualidade de suas águas. Outro ponto é que para as bacias e sub-bacias hidrográficas, nota-se que a maior carga poluidora é diretamente proporcional à população residente na bacias e sub-bacias hidrográficas;
- Com relação ao assoreamento, faz-se necessário o monitoramento sistemático, por meio da batimetria dos reservatórios ou da instalação de postos para a medição de sedimentos, a fim de poder estimar, com mais precisão, o nível de assoreamento dos açudes. Outra questão relativa ao assoreamento de rerservatórioé a necessidade de revitalização das matas ciliares, para que não ocorra esse processo indesejável, ou pelos menos que ele seja mitigado;
- Não foi possível realizar a avaliação da demanda, em vazão de diluição, para conformar a qualidade das águas dos mananciais à respectiva classe de enquadramento, determinada pelas diretrizes DZS201 a DZS 210 do COPAM (1988), por falta de informação das vazões dos efluentes lançados nos corpos hídricos.

6 EVENTOS EXTREMOS

6.1 INTRODUÇÃO

Fenômenos climáticos extremos, como secas e cheias, são conhecidos como eventos críticos ou eventos extremos. São desvios de um estado climático médio e podem ocorrer, durante poucos dias, meses ou até anos. Esses eventos são de especial interesse pelos danos que podem causar à população, às lavouras e à infraestrutura hídrica e urbana, o que gera impactos socioeconômicos e prejuízos relevantes à sociedade.

No Brasil, os desastres naturais compõem o grupo de desastres, de acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), e podem se dividir nos seguintes grupos: geológico, hidrológico, meteorológico, climatológico e biológico. As secas e as cheias, eventos de maior ocorrência no Estado, e que serão abordados neste capítulo, pertencem ao grupo climatológico e hidrológico, respectivamente. A seca se caracteriza por um período seco, com baixa ou ausência de precipitações, nos quais os mananciais reduzem suas disponibilidades, gerando um período de escassez hídrica. Já os desastres relacionados aos fenômenos de cheias são provocados, em sua maioria, pela elevação dos níveis dos rios e açudes, com extravasamento da água da calha principal do rio.

Embora de características diferentes, são fenômenos que causam impactos significativos, sobretudo em populações vulneráveis, tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. Para fazer o levantamento de informações relativas aos eventos críticos do Estado da Paraíba, foram utilizadas as seguintes bases de dados:

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, Volume Paraíba (CEPED/UFSC, 2013), é fruto de um acordo de cooperação, entre o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina e a Secretaria de Defesa Civil Nacional. São disponibilizadas informações sobre registros de desastres ocorridos entre os anos de 1991 e 2012.

O Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD)[13], sistema de informações que integra produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC, foi utilizado para atualização dos registros dos desastres entre os anos de 2013 e 2018[14].

Dados de precipitação da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA/PB). Aqui foram utilizados os dados diários de postos pluviométricos que passaram por análise de consistência e preenchimento de falhas, no estudo de precipitação deste plano (Capitulo 2.3 do RF-02A), com um total de 137 postos, no período de janeiro/1962 a dezembro/2017.

Dados de volume mensal dos principais açudes do Estado, calculados no balanço hídrico feito no presente relatório: o período disponível é o mesmo da precipitação, de janeiro/1962 a dezembro/2017. Os dados de volumes observados (tanto diários quanto mensais) possuem muitas falhas, por isso se utilizaram os dados calculados.

Dados de evapotranspiração potencial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Aqui foram utilizados os dados das normais climatológicas do Brasil para o Estado da Paraíba,

[13] https://s2id.mi.gov.br/

[14] Desastres naturais ocasionados por excesso ou falta de chuvas geram a necessidade da solicitação ao Poder Executivo Federal (Secretaria Nacional de Defesa Civil-SNDC) do reconhecimento de situação de emergência (SE) ou Estado de calamidade pública (ECP) no município impactado (ANA, 2015). Desta forma, a SNDC possui um amplo registro dos desastres ocorridos no país, constituindo-se um dos principais bancos de dados aqui utilizados.

coletados por 6 estações meteorológicas, no período compreendido entre os anos de 1981 e 2010.

Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (ANA, 2014).

- E ainda: Monitor de Secas do Nordeste (MSN)[15], Plano Estadual de Desertificação da Paraíba (PAE-PB, 2011), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Além disso, informações sobre as ações de mitigação aos eventos extremos foram obtidas diretamente da Gerência Estadual da Defesa Civil, no Estado.

As análises dos dados foram realizadas para todo o Estado e por bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH). Assim, como as informações são fornecidas por município, foram primeiramente contabilizadas as ocorrências dos municípios que possuem sede dentro da área das BHs/SBHs, para, posteriormente, os dados serem agregados e analisados em relação às BHs/SBHs. Em um segundo momento, foram analisados os dados de precipitação e de volumes dos principais reservatórios do Estado, de forma a relacioná-los com os principais eventos extremos detectados, permitindo, assim, uma análise completa das informações disponíveis.

6.2 SECAS

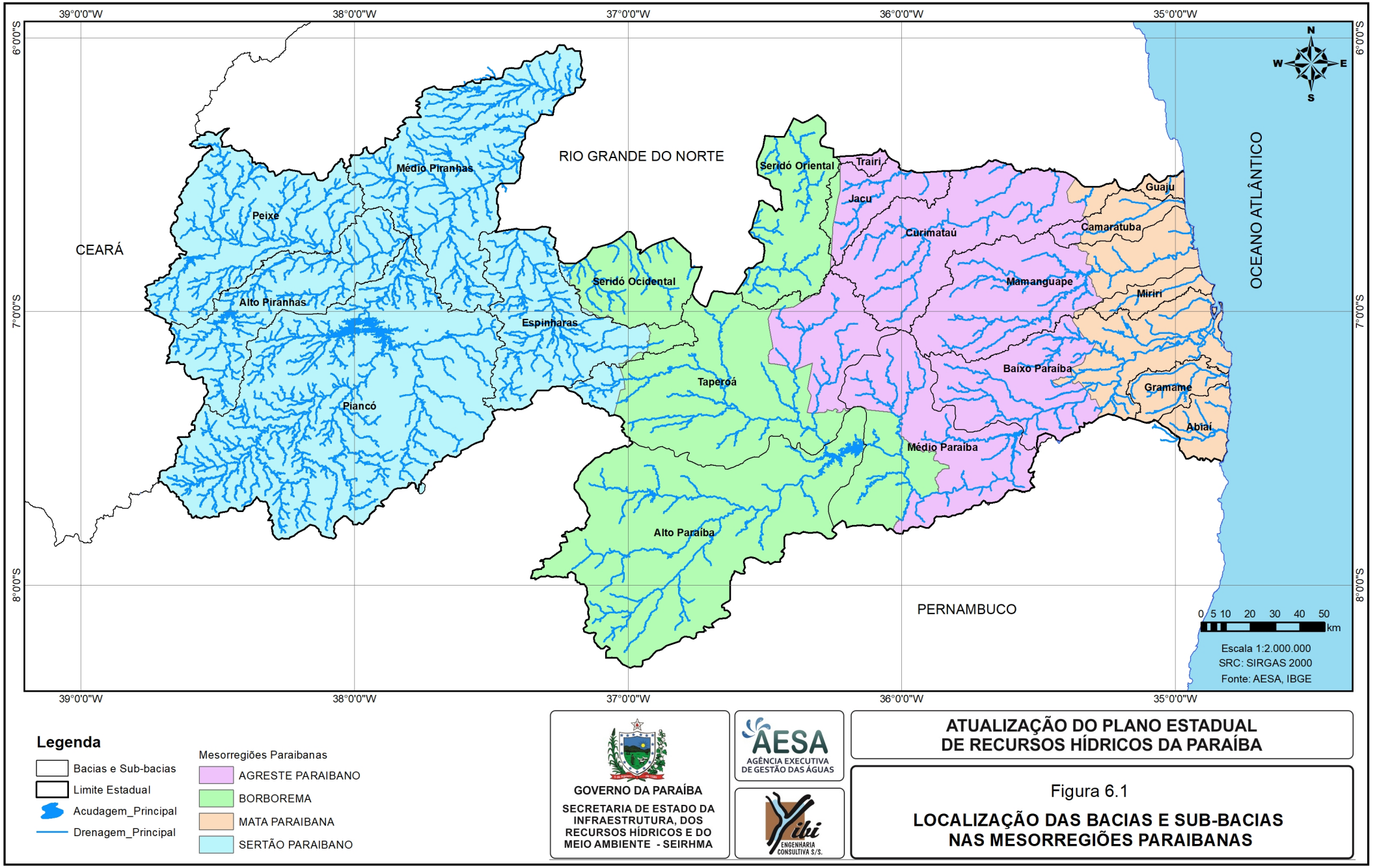
6.2.1 Aspectos Gerais

Grande parte do Estado da Paraíba está localizada dentro do semiárido. É uma área de 51.306,0km^2 (90,67%), de acordo com os critérios de delimitação do semiárido aprovados pelas Resoluções nº 107, de 27/07/2017, e nº 115, de 23/11/2017, do Conselho Deliberativo da Sudene. São 194 municípios, distribuídos na área com população estimada em 2.498.117 habitantes, no ano de 2017 (SUDENE, 2017). Nessa área, prevalecem rochas cristalinas, solos rasos com rochas aflorantes e altas taxas de evaporação (2.000mm/ano). As precipitações possuem alta variabilidade espacial e temporal, com valores médios anuais que variam entre 400 e 900mm e que se concentram, em geral, entre 4 meses. Essas características, em conjunto, tornam a região susceptível a períodos cíclicos de estiagens e secas.

O Estado da Paraíba está divido em 4 mesorregiões (classificação estabelecida pelo IBGE). As mesorregiões da Borborema, Agreste e Sertão Paraibano constituem basicamente toda a região semiárida do Estado e estão fortemente sujeitas aos impactos característicos das estiagens e das secas. A **Figura 6.1** apresenta a localização das BHs/SBHs nas mesorregiões do Estado.A maior parte delas está localizada em região semiárida, as únicas BHs/SBHs localizadas exclusivamente na zona da mata são: Gramame, Abiaí, Miriri e Guajú.

Estiagens e secas compõem o grupo de desastres naturais climatológicos, de acordo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). É o fenômeno de maior ocorrência no Estado. O conceito de estiagem está diretamente relacionado a uma diminuição dos índices pluviométricos, abaixo da normal climatológica, ao atraso dos períodos chuvosos ou à ausência das chuvas previstas para a temporada, em que a perda de umidade do solo é superior a sua reposição (CASTRO, 2003).

[15] http://monitordesecas.ana.gov.br/



Legenda

- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual
- Acudagem_Principal
- Drenagem_Principal

Mesorregiões Paraibanas

- AGRESTE PARAIBANO
- BORBOREMA
- MATA PARAIBANA
- SERTÃO PARAIBANO

GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 6.1

LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS E SUB-BACIAS NAS MESORREGIÕES PARAIBANAS

Silva *et al*. (2013) definiram a seca como a forma crônica do fenômeno estiagem, sendo analisada como um dos desastres naturais de maior ocorrência e impacto no mundo, fato que pode ser explicado, principalmente, porque ela ocorre, durante longos períodos de tempo, afetando grandes extensões territoriais. No entanto, a estiagem, apesar de menor magnitude, produz reflexos sobre as reservas hidrológicas locais e afeta, diretamente, a agricultura de sequeiro, em função da restrição hídrica, e sua espacialização pode afetar mais as áreas de maior potencial agrícola.

Historicamente, ao tratar-se de eventos extremos, no Estado da Paraíba, a seca surge como o risco natural de maior impacto. Como as chuvas da região semiárida estão concentradas em poucos meses e possuem alta variabilidade espacial e temporal, qualquer redução ou alteração, nos seus valores médios, podem trazer rápidos impactos no escoamento e nos mananciais da região. Seca significa falta de água para atendimento das diversas demandas existentes, o que gera impactos na população e nos setores usuários da água.

Para melhor entendimento e avaliação do fenômeno das secas, Wilhite e Glantz (1985) categorizaram-nas em quatro tipos principais: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica (**Quadro 6.1**). As três primeiras estão relacionadas como fenômeno físico em si, mas estão diferenciadas quanto à duração (a hidrológica é mais longa que as demais) e o meio no qual ocorrem. Já a última seca, está relacionada a conceitos de oferta e demanda, analisando os efeitos das estiagens e seus impactos, no sistema socioeconômico.

Os efeitos das secas se acumulam lentamente, ao longo de um período de tempo, e podem perdurar por anos após o término do evento, por isso o início e o fim da seca são difíceis de determinar (Wilhite, 2000).

Quadro 6.1 - Categorização das secas

Tipo	Descrição
Seca meteorológica	Caracterizada por um déficit de umidade que marca um período de estiagem e está relacionado à precipitação, em especial quando comparada aos padrões normais.
Seca agrícola	Marcada pelos efeitos na produção agrícola de uma região, ocorre pela insuficiência da precipitação ou pela sua distribuição irregular que reduz a umidade do solo disponível para as plantas; está relacionada aos períodos de estiagem. Existe ainda outro tipo de seca, também relacionada à seca agrícola, ocasionada por períodos curtos de estiagem dentro do período chuvoso (veranicos). A vegetação fica verde, mas as plantações não se desenvolvem, é conhecida como "seca verde";
Seca hidrológica	Causada pelo efeito dos baixos valores de precipitação sobre o escoamento superficial, decorrente de secas meteorológicas de longa duração. Esse tipo de seca é extremamente danosa visto que afeta os mananciais e os diversos usos dos recursos hídricos;
Seca socieconômica	Caracterizada pelos impactos socioeconômicos causados pelas secas meteorológica, hidrológica e agrícola. Tem forte relação com a questão de oferta e demanda dos recursos hídricos, pois existe uma diminuição na oferta de água, que traz consequências como fome, migração, entre outras.

Fonte: Wilhite e Glantz (1985)

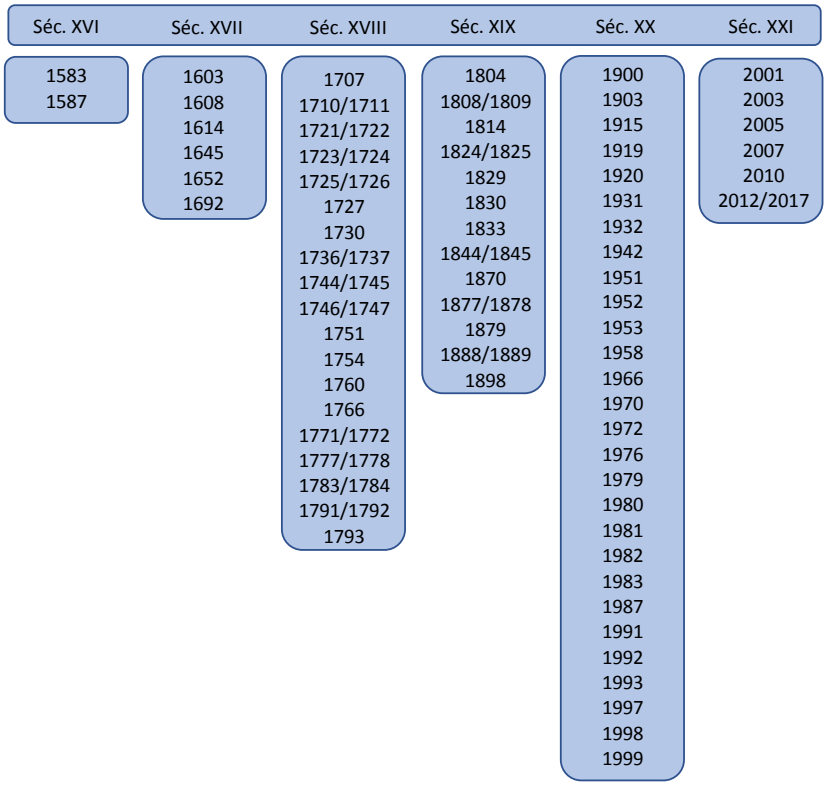
6.2.2 Ocorrência de Secas

O Estado da Paraíba é marcado pela presença de secas, desde o século XVI (GAREIS *et al.*, 1997). As grandes estiagens e secas misturam-se com a história e contos da região. Segundo Magalhães (2016), a seca de 1877-1879, dizimou metade da população e quase todo o rebanho bovino, e o aumento dos impactos coincidiram com o aumento da densidade de ocupação dos colonizadores, no interior do Nordeste.

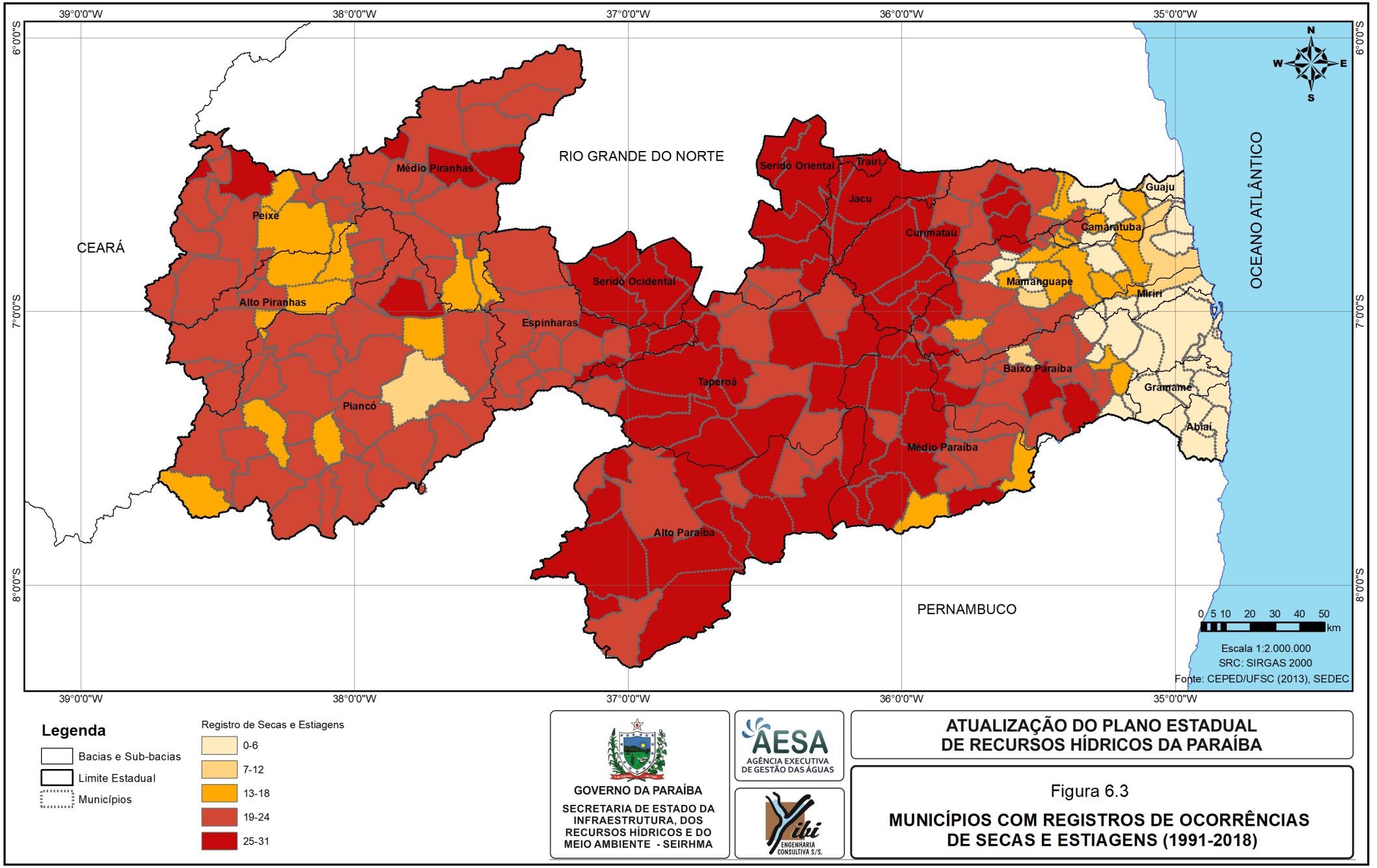
As primeiras medições de chuva, por meio de pluviômetros, datam do final do século XIX. Durante o Século XX, pôde-se observar características marcantes desse tipo de desastre, tanto sua ocorrência, em anos isolados, como o evento em uma sequência de anos, o que agrava a situação, a exemplo das secas de 1951-1953, 1979-1983, 1991-1993 e 1997-1999 (**Figura 6.2**).

As secas e estiagens são eventos que assolam grande parte do Estado da Paraíba, em especial a parcela do Estado inserida no semiárido. A **Figura 6.3** destaca os municípios com ocorrências de secas e estiagens, registradas entre os anos de 1991 e 2018. No decorrer do período, ocorreram 4425 registros oficiais de estiagens e secas, que se distribuíram ao longo dos anos, em 212 municípios do Estado (95% do total).

Figura 6.2 - Registro das ocorrências de seca no Nordeste.



Fonte: Adaptado de PERH-PB (2006), Bandeira e Becker (2012) e Inmet (2018).


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Taperoá
Alto Paraíba
Médio Paraíba
Baixo Paraíba
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Gramame
Abiaí
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: CEPED/UFSC (2013), SEDEC
Legenda
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
Municípios
Registro de Secas e Estiagens
0-6
7-12
13-18
19-24
25-31
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 6.3
MUNICÍPIOS COM REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE SECAS E ESTIAGENS (1991-2018)

A quantidade de ocorrências por BH/SBH é apresentada na **Tabela 6.1**. A quantidade de ocorrências por BH/SBH é influenciada pela quantidade de sedes municipais localizadas nas BHs/SBHs. Por exemplo, as BHs/SBHs Piancó e Mamanguape apresentam muitos registros de ocorrências, mas cada uma possui 30 sedes municipais em suas áreas. Já as BHs/SBHs do Camaratuba, Seridó Ocidental Paraibano e Alto e Médio Curso do rio Paraíba possuem, proporcionalmente, mais ocorrências por municípios, sendo áreas mais críticas. Isso se reflete na **Figura 6.3**, em que se vê que as zonas mais escuras dos mapas estão, exatamente, nas BHs/SBHs citadas, pois são os municípios com maiores ocorrências no período. Esses municípios pertencem a diferentes mesorregiões do Estado, sendo sua expressiva maioria pertencentes as mesorregiões do Agreste Paraibano e Borborema.

Tabela 6.1 - Quantidade de registros de ocorrências de estiagens e secas por UPH (1991-2018).

BH/SBH	Sedes Municipais	Ocorrências de secas e estiagens 1991-2018
Abiaí	3	1
Alto rio Paraíba	14	348
Alto rio Piranhas	7	142
Baixo rio Paraíba	25	372
Camaratuba	5	53
Curimataú	14	296
Espinharas	12	279
Gramame	2	1
Jacu	4	106
Mamanguape	30	475
Médio rio Paraíba	13	314
Médio rio Piranhas	15	323
Miriri	2	13
Peixe	18	378
Piancó	30	611
Seridó Ocidental	4	105
Seridó Oriental	6	135
Taperoá	19	473
Total	**223**	**4425**

O **Quadro 6.2** apresenta os municípios com maiores ocorrências de secas e estiagens, no Estado da Paraíba, entre os anos de 1991 e 2018. O município de Cuité concentra o maior número de ocorrências, no período estudado, registrando 31 ocorrências. Em sequência, vem o município de Parari, com 30 ocorrências, seguido pelos municípios de Camalaú, Esperança, Pedra Lavrada e Remígio, os quais detêm 29 ocorrências no período. A maioria desses municípios está localizada nas SBHs do Paraíba (Médio e Alto Paraíba), Piranhas (Médio Piranhas), e Jacú.

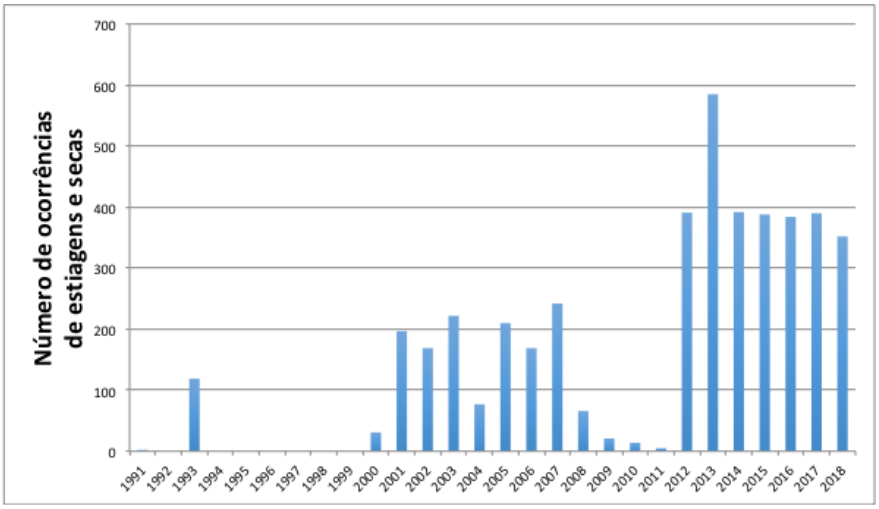
Quadro 6.2 - Municípios com maiores ocorrências de secas e estiagens no Estado da Paraíba, entre os anos de 1991 e 2018 (20 ou mais ocorrências)

Número de ocorrências	Municípios
31	Cuité
30	Parari
29	Camalaú, Esperança, Pedra Lavrada, Remígio
28	Alcantil, Frei Martinho, Pocinhos, São José do Sabugi, São Mamede
27	Algodão de Jandaíra, Assunção, Barra de Santana, Boa Vista, Damião, Monteiro, Picuí, Queimadas, Salgadinho, São João do Tigre, Umbuzeiro

Fonte: Adaptado de CEPED/UFSC, 2013 e atualizado no presente trabalho.

A **Figura 6.4** mostra os registros de ocorrências de secas, no Estado da Paraíba, pelo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED/UFSC, 2013), para o período 1991-2012, atualizado com dados oficiais da Defesa Civil do Estado da Paraíba, entre os anos de 2013 e 2018 (SI2D). Neste século, , observa-se uma grande quantidade de registros de ocorrências de secas, entre os anos de 2001 e 2007 e entre os anos de 2012 e 2018.. Aparentemente, as informações de ocorrência foram melhor sistematizadas, após o ano 2000, visto que os dados de pluviometria apontam anos com chuvas bastante reduzidas antes daquele ano, e não se observa registro de ocorrências significativas, por exemplo, na seca de 1998. Diversos municípios registram mais de uma ocorrência no ano, chegando a documentar até 3 registros em um mesmo ano, devido a emissão dos decretos de situação de emergência ou de estado de calamidade pública.

Figura 6.4 – Registro de ocorrências anual de estiagens e secas dos municípios, no Estado da Paraíba (1991-2018).



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED/UFSC,2013): Defesa Cívil do Estado da Paraíba(S120)

Diversos municípios do Estado apresentaram problemas de abastecimento de água. Ações de mitigação de implementação imediata, como abastecimento de água por carros pipa, foram executadas por meio de convênio firmado entre os Governos Estadual e Federal. Foram 2031 atendimentos com carros-pipa (**Tabela 6.2**) em todo o Estado. Outra ação importante foi o desenvolvimento do programa de perfuração e recuperação de poços, por meio da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba (CDRM/PB). Foram 1432 ações em 146 municípios (MEDEIROS e BRITO, 2017).

Tabela 6.2 - Quantitativo de carros-pipas que atenderam a comunidade, no período de estiagem de 2012 a 2016.

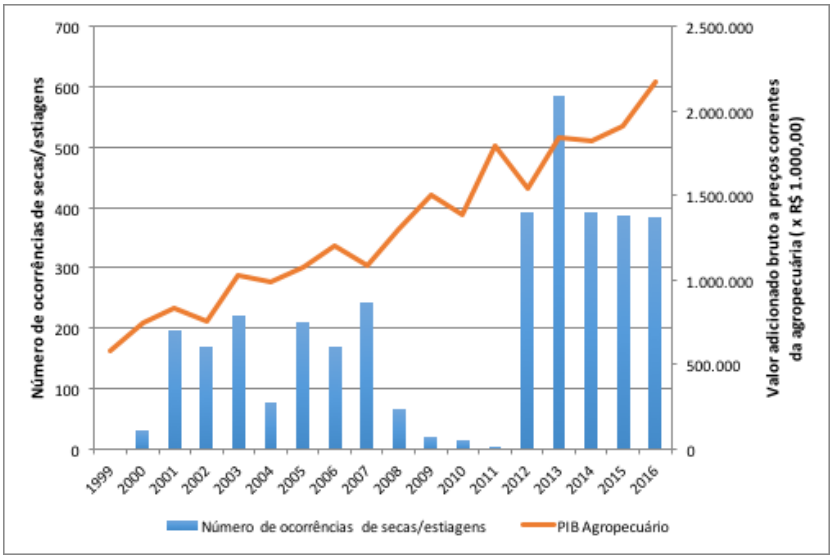
Descrição	Responsável			
	Exército	Defesa Civil	Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)	Secretarias de Estado da Infraestrutura da Paraíba (SEIE)
Carros-pipas	1.090	140	201	600

Fonte: Gerência Executiva Estadual de Defesa Civil da Paraíba.

Algumas outras ações governamentais, de médio e longo prazos, foram implementadas, quais sejam, a construção e recuperação de sistemas de abastecimento de água; construção de barragens subterrâneas; construção e recuperação de barragens; construção de cisternas; instalação e recuperação de sistemas dessalinizadores; construção de adutoras de engate rápido e distribuição de ração animal, em 56 municípios da região da Borborema.

A análise do PIB agropecuário do Estado, entre 1999 e 2016, permite inferir o efeito das ocorrências de estiagens e de secas sobre a respectiva distribuição, ao longo desses anos. A **Figura 6.5** demonstra que os maiores registros de ocorrências de secas estão nos anos de 2012 a 2016. Embora o número de ocorrências entre 2012 e 2016 tenha sido o mais alto do período analisado, não se verifica um impacto claro sobre o PIB agropecuário do período. Houve queda entre 2013 e 2014, mas contrariamente ao esperado, a tendência se manteve crescente. Acredita-se que as medidas tomadas pelo governo, naquele momento, influenciaram o PIB agropecuário, de forma a manter o valor registrado dentro do ritmo esperado.

Figura 6.5 - PIB agropecuário entre 1999 e 2016 e número de ocorrências de estiagens e secas no período.



Fonte: Adaptado de PIB Municípios (IBGE)

6.2.3 Monitor de Secas do Nordeste

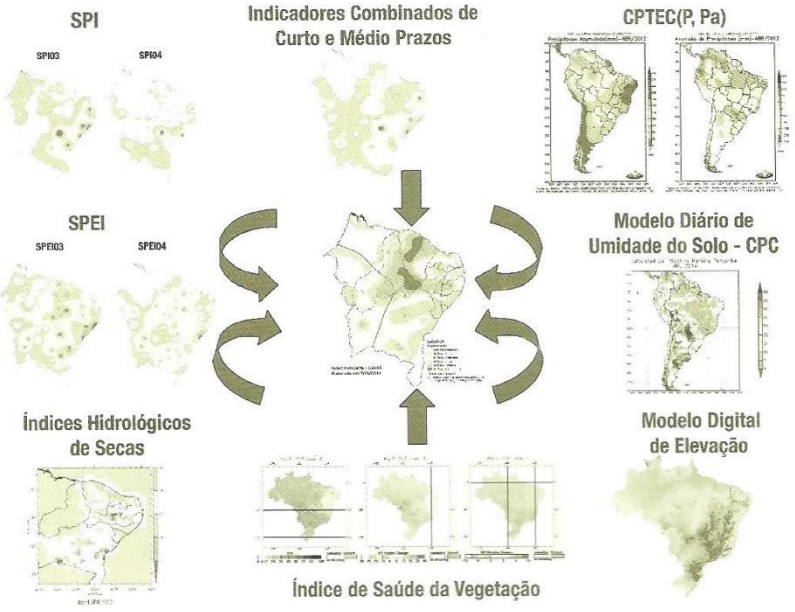
Um dos grandes desafios do Nordeste sempre foi o acompanhamento e monitoramento das secas, para o entendimento do fenômeno em si, bem como de sua severidade e evolução temporal e espacial. Surgiu, então, em 2014, o Monitor de Secas do Nordeste (MSN), que contou com o apoio financeiro do Banco Mundial e de outras parcerias internacionais.

Segundo Martins *et al*. (2016), o MSN é um processo participativo e colaborativo, que está cooperando para a integração de todas as bases de dados da região (estaduais ou federais), para a obtenção de uma ferramenta que combine diferentes indicadores de secas. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é a instituição central do processo, mas o Monitor é elaborado em parceria com os Estados da região. Os resultados são consolidados mediante um mapa disponibilizado *online*, em http://monitordesecas.ana.gov.br/.

Diversos indicadores são utilizados para a elaboração do mapa, tanto de curto prazo (3, 4 e 6 meses) como de longo prazo (12, 18 e 24 meses). A avaliação conjunta desses indicadores e o refinamento das informações, com base em evidências locais, (conduz a um processo de validação dos dados em campo), permitem a elaboração de um mapa representativo para o acompanhamento das secas da região. A **Figura 6.6** apresenta os indicadores e os produtos utilizados na elaboração do mapa do MSN.

O primeiro mapa do MSN foi elaborado em Julho/2014. Assim, para uma análise do período mais longo de secas do Estado, isto é, 2012-2017, selecionaram-se mapas do final do período chuvoso da maioria do semiárido (maio), a partir de 2015. Os mapas aqui foram ajustados para o contorno estadual. Os estágios ou categorias de secas, os quais definem a intensidade de secas no mapa do Monitor é associada aos valores dos indicadores SPI/SPEI (**Quadro 6.3**).

Figura 6.6 – Representação de produtos utilizados no traçado do Mapa do Monitor de Secas, indicadores e produtos auxiliares baseados em sensoriamento remoto.



Fonte: Martins *et al.* (2016)

Quadro 6.3 – Categorias de secas que definem a intensidade da seca no Mapa do Monitor associada aos valores dos indicadores SPI/SPEI.

Categoria	Descrição	SPI/SPEI
S0	Seca Fraca	-0,5 a -0,7
S1	Seca Moderada	-0,8 a -1,2
S2	Seca Grave	-1,3 a -1,5
S3	Seca Extrema	-1,6 a -1,9
S4	Seca Excepcional	>-2,0

Fonte: Martins *et al.* (2016)

A **Figura 6.7** apresenta detalhamento, para o Estado da Paraíba, baseado nos Mapas do MSN, no mês de maio, para os anos de 2015 a 2018. Maio de 2015 e 2017 apresentaram secas de graves aexcepcionais,na maior parte do Estado. Já o mês de maio de 2016 apresentou secas de moderada a grave, na maior parte do Estado, mas a mesorregião zona da mata não apresentou seca no período. Em maio de 2018, a seca diminuiu a severidade, e a maior parte do Estado ficou classificada até no máximo seca grave (pequena porção na SBH Alto Paraíba).

6.2.4 Índice de aridez: medida da seca

O grau de aridez de uma região define a intensidade com que a aridez a atinge ou ainda sua susceptibilidade a secas. Thorntwaite (1941) propôs que esse grau de aridez estaria relacionado com o potencial hídrico de uma região (Pr), precipitação e a evapotranspiração potencial (ETP), quantidade máxima de perda de água do sistema, duas variáveis climáticas relevantes para o conhecimento da climatologia de uma região, formulando o Índice de Aridez. Penman (1953), reformulou o índice, definindo-o como a relação direta entre essas duas variáveis (Equação 1) e estabeleceu classes com base em intervalos de valores, para definir os graus de aridez, como mostra o **Quadro 6.4**.

$$IA = \frac{Pr}{ETP} \qquad \text{Equação (1)}$$

onde

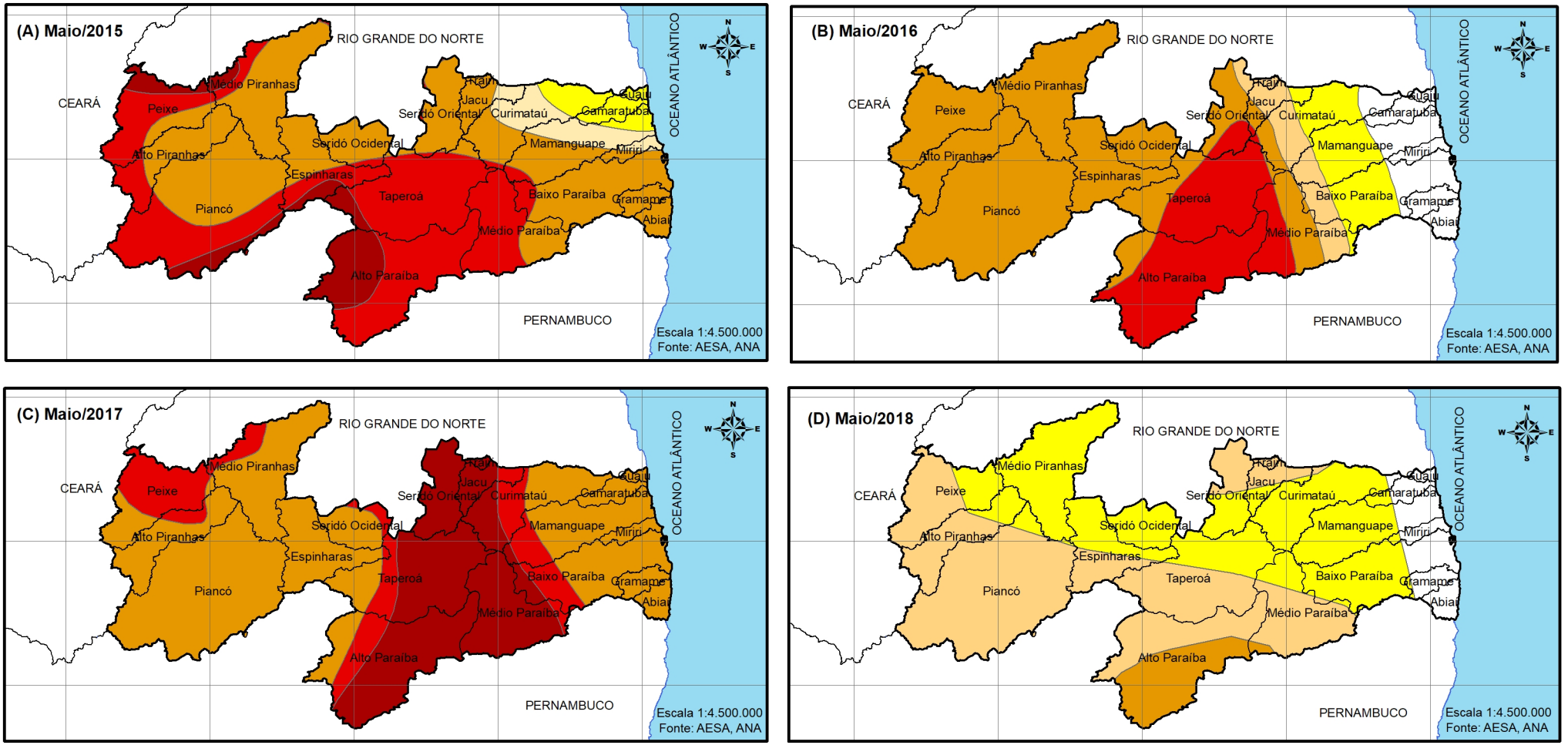
Pr é a precipitação pluvial média anual (mm/ano); ETP é a evapotranspiração potencial média anual (mm/ano) e IA é o Indice de Aridez.

Quadro 6.4 - Classificação do Índice de Aridez (IA) segundo Penman (1953).

Intervalos	Classificação
Ia < 0,05	Hiper-Árido
0,05 < Ia ≤ 0,20	Árido
0,21 < Ia ≤ 0,50	Semiárido
0,5 < Ia ≤ 0,65	Sub-úmido seco
Ia > 0,65	Sub-úmido úmido

Nesse trabalho, utilizaram-se dados de precipitação analisados e consistidos, no âmbito deste plano, e dados de evapotranspiração provenientes de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ambos para um período de 30 anos (1981 a 2010). A equação para cálculo do índice de aridez utilizada foi a sugerida por Penman (1953) e adotada pelas Nações Unidas (Equação 1). O índice foi calculado, com base em valores médios anuais dos postos pluviométricos, especializados com o método de interpolação de Krigging, e foi elaborado um mapa de aridez para o Estado (**Figura 6.8**).

Dessa forma, a **Figura 6.8** apresenta o resultado do índice de aridez, para o Estado da Paraíba. A classificação do IA indica que a maior parte da região está no clima semiárido, com índice de aridez (IA) entre 0,21 e 0,50. É a região correspondente às SBHs: sub-bacia do Rio do Peixe, sub-bacia do Alto e Médio Piranhas, sub-bacias do Rio Piancó, do Espinharas, sub-bacias do Seridó Ocidental e Oriental, sub-bacias do Rio Taperoá e do Alto e Médio Rio Paraíba (partes). Regiões de baixa-aridez (sub-úmido seco) estão presentes em parte das BHs/SBHs ou bacia do Rio Curimataú, sub-bacia do Médio Paraíba (pequena parte) e sub-bacia do Baixo Rio Paraíba.



GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

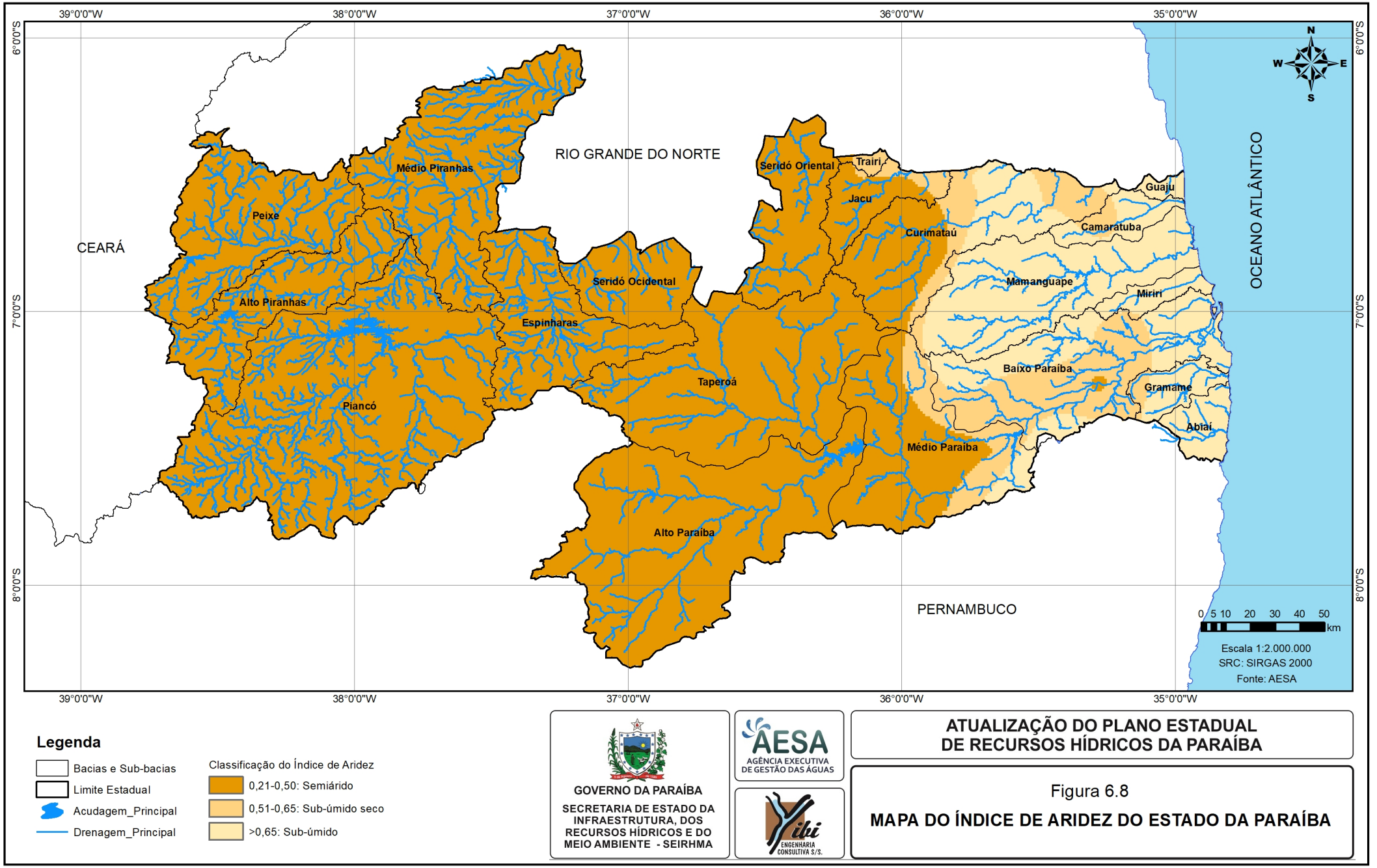
AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 6.7

MAPA DO MONITOR DE SECAS PARA O ESTADO DA PARAÍBA NO MÊS DE MAIO: (A) 2015, (B) 2016, (C) 2017 e (D) 2018.


39°0'0"W
38°0'0"W
37°0'0"W
36°0'0"W
35°0'0"W
6°0'0"S
7°0'0"S
8°0'0"S
N
W
E
S
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Médio Piranhas
Peixe
Alto Piranhas
Piancó
Espinharas
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Trairi
Jacu
Curimataú
Taperoá
Alto Paraíba
Guaju
Camaratuba
Mamanguape
Miriri
Baixo Paraíba
Gramame
Abiaí
Médio Paraíba
0 5 10 20 30 40 50
km
Escala 1:2.000.000
SRC: SIRGAS 2000
Fonte: AESA
Legenda
Bacias e Sub-bacias
Limite Estadual
Acudagem_Principal
Drenagem_Principal
Classificação do Índice de Aridez
0,21-0,50: Semiárido
0,51-0,65: Sub-úmido seco
>0,65: Sub-úmido
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 6.8
MAPA DO ÍNDICE DE ARIDEZ DO ESTADO DA PARAÍBA

6.2.5 Seca e desertificação

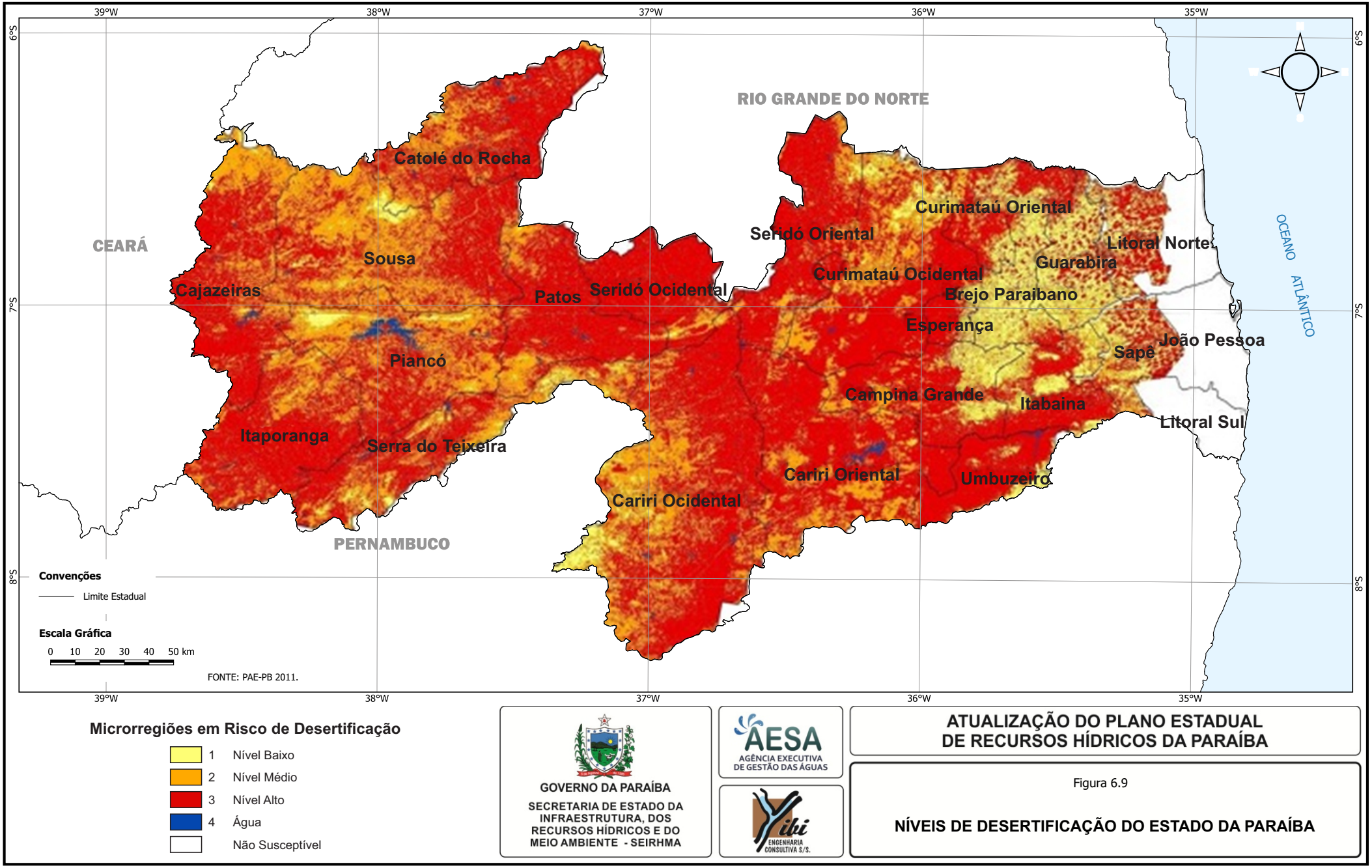
A delimitação das regiões com maiores ocorrências de estiagens, em conjunto com o índice de aridez, é reconhecida pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) como indicador para a classificação de regiões, quanto ao nível de aridez, e são responsáveis pelo reconhecimento das Áreas Susceptíveis a Desertificação (ASDs). Embora na atualização de 2017, esse indicador não tenha contribuído para a sinalização de entrada de qualquer município no semiárido, sua manutenção como índice de referência foi consensual, no grupo de trabalho para a delimitação do Semiárido, instaurado pela Portaria n. 196, de 27 de maio de 2014 (GT-2017).

Segundo Matallo Jr. (1999), a definição de ASDs relaciona fatores climáticos e fatores relacionados com as atividades humanas e suas ações, quanto ao uso dos recursos naturais, como também a alta susceptibilidade associada aos fatores humanos de ocupação.Como exemplos, podem ser citadas a forma de manejo dada ao solo, densidade demográfica, entre outras.

Barbosa *et al*. (2005) aponta que 63,54% do território paraibano estão em processo de desertificação moderado ou severo. Em termos de meso e microregiões, os maiores níveis de degradação do Estado estão localizados nas microrregiões da Borborema, mais especificamente, no Cariri Oriental e Ocidental e sub-bacias do Seridó Oriental e Ocidental e em algumas outras, localizadas na Mesorregião do Sertão, em especial os municípios de Patos e partes de Catolé do Rocha, Piancó, Sousa, Itaporanga e Cajazeiras, ou seja, nas BHs/SBHs das sub-bacias do Alto e Médio Rio Paraíba, sub-bacia do Seridó Oriental e Ocidental, bacia do Rio Curimataú, bacia do Rio Espinharas e Taperoá.

Entre os Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, existe um núcleo de desertificação oficialmente delimitado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), é o núcleo do Seridó. Na Paraíba, são 28 municípios, distribuídos nas SBHs: sub-bacia do Espinharas, Seridó Ocidental e Oriental, Taperoá e Alto Paraíba (INSA, 2014).

A degradação da terra é o início do processo de desertificação. Logo, assinalar que determinada região está propensa à desertificação ou que se detectam níveis de desertificação indica que essa área está, diretamente, associada à identificação de mudanças, na cobertura do uso do solo, atrelados a diversos impactos socioeconômicos na região. O PAE-PB (2011) elaborou um mapa dos níveis de desertificação, no Estado da Paraíba (**Figura 6.9**). A porção paraibana com maiores níveis de desertificação estão nas SBHs das sub-bacias do Seridó Ocidental e Oriental, Taperoá, Alto e Médio Rio Paraíba e Espinharas. Uma parcela significativa dessas regiões está identificada como risco de desertificação de nível alto. Esse tipo de risco é característico de regiões onde a vegetação possui densidade média/rala ou muito rala ou ainda inexistente, uso da terra de pecuária semi-extensiva, agricultura de auto-consumo e pequena irrigação à abandonada, erosão média/intensa ou muito intensa, solos salinizados, matéria orgânica reduzida à ausente e densidade populacional baixa ou muito baixa (PAE-PB, 2011).


39°W
38°W
37°W
36°W
35°W
6°S
7°S
8°S
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Catolé do Rocha
Sousa
Cajazeiras
Patos
Seridó Ocidental
Seridó Oriental
Curimataú Oriental
Curimataú Ocidental
Litoral Norte
Guarabira
Brejo Paraibano
Esperança
João Pessoa
Sapé
Piancó
Campina Grande
Itabaina
Litoral Sul
Itaporanga
Serra do Teixeira
Cariri Oriental
Umbuzeiro
Cariri Ocidental
Convenções
Limite Estadual
Escala Gráfica
0 10 20 30 40 50 km
FONTE: PAE-PB 2011.
Microrregiões em Risco de Desertificação
1 Nível Baixo
2 Nível Médio
3 Nível Alto
4 Água
Não Susceptível
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
Figura 6.9
NÍVEIS DE DESERTIFICAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA

6.3 CHEIAS

6.3.1 Aspectos Gerais

Eventos extremos de cheias causam prejuízos econômicos, sociais e ambientais, os quais impactam a vida humana. Esses eventos, geralmente, estão associados a extremos de precipitação e podem ter seus impactos potencializados em função de características locais, como urbanização e deficiência nos sistemas de drenagem. Os eventos de cheia costumam ocorrer, naturalmente, por se tratarem de um processo natural do ciclo hidrológico, mas tem seus impactos severamente aumentados, em face da modificação do uso do solo e ao processo de urbanização das cidades.

A urbanização provoca um aumento da impermeabilização do solo e remoção da vegetação natural, fatores que impactam, fortemente, no ciclo hidrológico, como na redução da infiltração, da interceptação e da evapotranspiração, com consequente aumento do escoamento superficial e diminuição do tempo de pico. A população urbana do Brasil cresceu, ao longo dos últimos anos, e atingiu o valor de 84,36%, de acordo com o Censo de 2010 (IBGE, 2010). No Nordeste, a situação não é diferente, 73,13% da população são urbana e, no Estado da Paraíba, o percentual foi de 75,37%, no ano 2010 (IBGE, 2010). O aumento da população urbana interfere no uso do solo, uma vez que as cidades crescem, de forma desordenada e sem planejamento, nem um processo contínuo de "espalhamento", com ocupação de áreas de risco.

À medida que uma cidade se urbaniza, o ciclo hidrológico é alterado. Ocorre aumento das vazões máximas e antecipação dos tempos de pico, aumento da produção de sedimentos e deterioração da qualidade da água, resultando, assim, em problemas de inundações, enxurradas e alagamentos. Segundo Tucci (2005), os principais prejuízos das inundações são os seguintes: perdas materiais e humanas, interrupção de atividades econômicas nas zonas atingidas, contaminação por doenças de veiculação hídrica e contaminação da água, pela inundação de depósitos de material tóxico. Nesse contexto, destacam-se os problemas ambientais decorrentes da falta de sistemas de esgotamento sanitário completo (com tratamento) e disposição final dos resíduos sólidos, em muitos municípios do país.

Tucci (2005) cita ainda duas principais causas de enchentes: a que ocorre isoladamente e aquela em conjunto. O extravasamento das águas do leito principal do rio, cujas causas estão associadas a enchentes naturais, que atingem as populações que ocupam as áreas ribeirinhas, ou os leitos de rios, por falta de planejamento e do uso do solo, além da urbanização na bacia hidrográfica. Dessa forma, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) definiu três tipos de desastres de ordem natural e hidrológica: inundações, enxurradas e alagamentos, como apresentado no **Quadro 6.5**.

Quadro 6.5 – Classificação **dos desastres de origem natural e hidrológica.**

Tipo de Desastre	Definição
Inundações	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica.
Enxurradas	Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (do rio). Provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Apresenta grande potencial destrutivo.
Alagamentos	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em áreas rebaixadas atingindo ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Fonte: DOU (2013).

As inundações caracterizadas pelo extravasamento das águas de um curso d'água principal decorrem do aumento natural das vazões, do período chuvoso da bacia (chuvas distribuídas e volume acumulado na bacia de contribuição). As zonas nas quais ocorrem esse fenômeno são denominadas planícies de inundação. São áreas de risco, muitas vezes, ocupadas de maneira irregular. Embora já ocorram naturalmente, as inundações podem ter seus efeitos ampliados, por conta da urbanização.

Já as enxurradas vão ser, geralmente, causadas por tempestades intensas cujas durações e intensidades são diferentes. Nas cidades, quando a chuva é muito forte e os bueiros e as tubulações de águas pluviais não tem capacidade para transportar toda a água, pode ocorrer uma enxurrada, em poucos minutos (CEMADEN, 2016). As enxurradas tem grande potencial destrutivo, podendo arrastar veículos, pessoas e mobílias, por grandes distâncias.

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED/UFSC, 2013) afirma que "as enxurradas têm se tornado frequentes em diversos centros urbanos, estando muitas vezes associadas a alagamentos; e sua distinção se torna cada vez mais complexa". O Atlas, em conjunto com atualização feita no presente trabalho[16], mostram que, entre 1991 e 2018, só foram registrados três casos de alagamentos, no Estado da Paraíba, dois na cidade de Cabedelo e um na cidade de Lucena. Dessa forma, as análises de ocorrência de cheias aqui apresentadas consideram os casos de inundações e enxurradas.

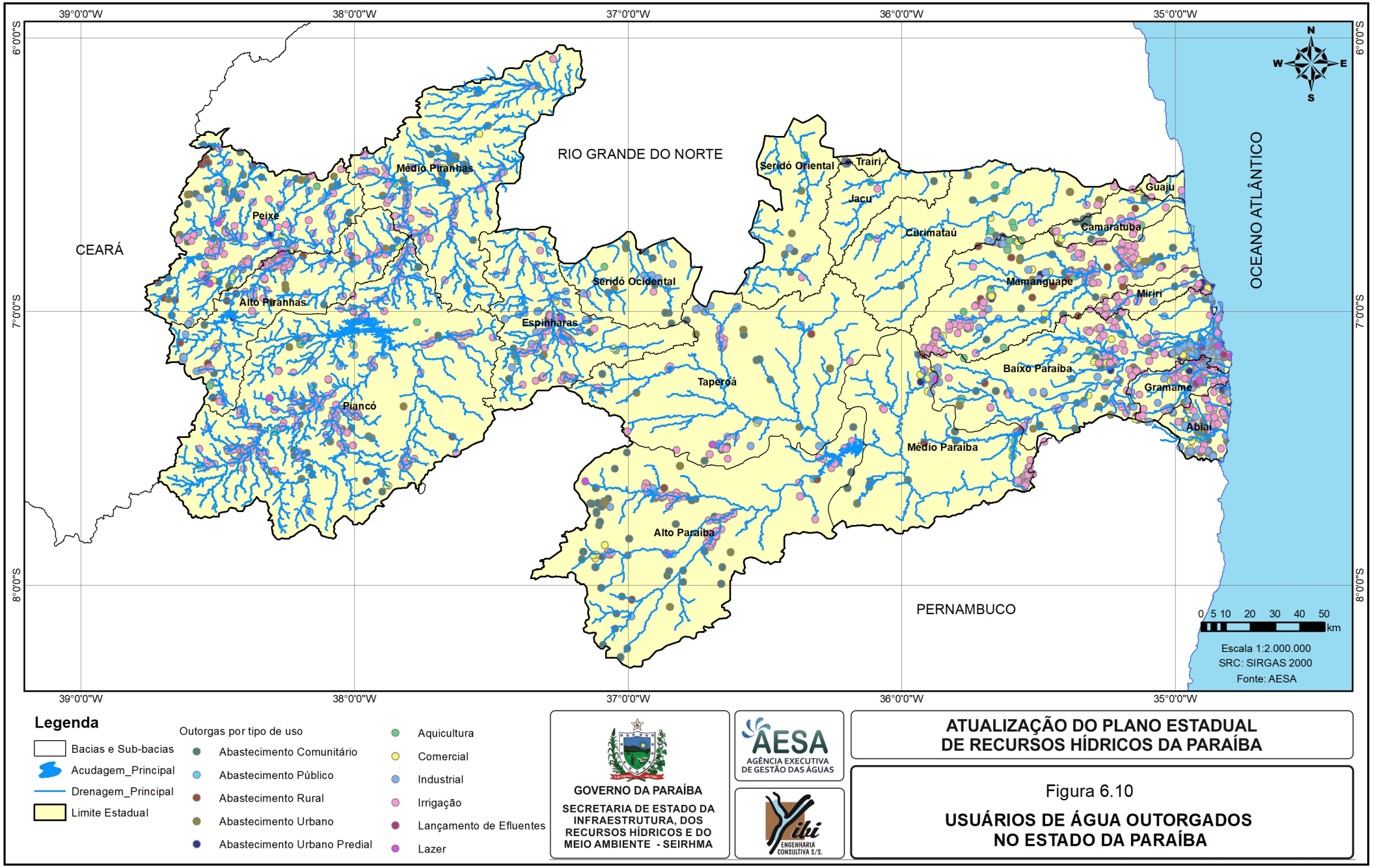
6.3.2 Ocorrência de Cheias

O Estado da Paraíba possui grande parte de sua área localizada em região semiárida. No entanto, as características do semiárido, as quais contribuem para a ocorrência de secas, como solos rasos e compactados, com baixa capacidade de infiltração, também fazem com que, no período de chuvas, as altas taxas de precipitação superem essa capacidade de infiltração e gerem um rápido e elevado escoamento superficial. Assim, além dos problemas urbanos, também ocorrem cheias hidrológicas, nas BHs/SBHs localizadas no semiárido e na zona da mata paraibana.

Os eventos extremos de cheias causam uma série de danos. A magnitude desses impactos vai estar relacionada a vulnerabilidade dessas populações, frente aos eventos extremos. No Estado da Paraíba, 75,4% da população vivem em áreas urbanas. Esse valor varia entre 8,9% e 100%, nos 223 municípios do Estado. Os municípios com taxa de urbanização acima de 90% são Cabedelo, João Pessoa, Bayeux, Patos, Campina Grande, Juripiranga e Santa Luzia. Com exceção das cidades de Patos (SBH Espinharas) e Santa Luzia (SBH Seridó Ocidental), as demais estão localizadas nas SBHs do Médio e Baixo Paraíba (mesma bacia hidrográfica). Na SBH Baixo Paraíba, estão localizadas essas cidades com altas taxas de urbanização.

Os casos de inundação ocorrem, prejudicando, especialmente, os usuários de água localizados ao longo do curso dos rios. A **Figura 6.10** (também constante neste relatório – PERH/PB, apresenta os usuários de água outorgados no Estado, confirmando a presença de grande quantidade de usuários próximo aos rios, em áreas favoráveis a atividades como agricultura, aquicultura e lazer.

[16] Feita com base nos dados do S2ID



Legenda

- Bacias e Sub-bacias
- Acudagem_Principal
- Drenagem_Principal
- Limite Estadual

Outorgas por tipo de uso

- Abastecimento Comunitário
- Abastecimento Público
- Abastecimento Rural
- Abastecimento Urbano
- Abastecimento Urbano Predial
- Aquicultura
- Comercial
- Industrial
- Irrigação
- Lançamento de Efluentes
- Lazer

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

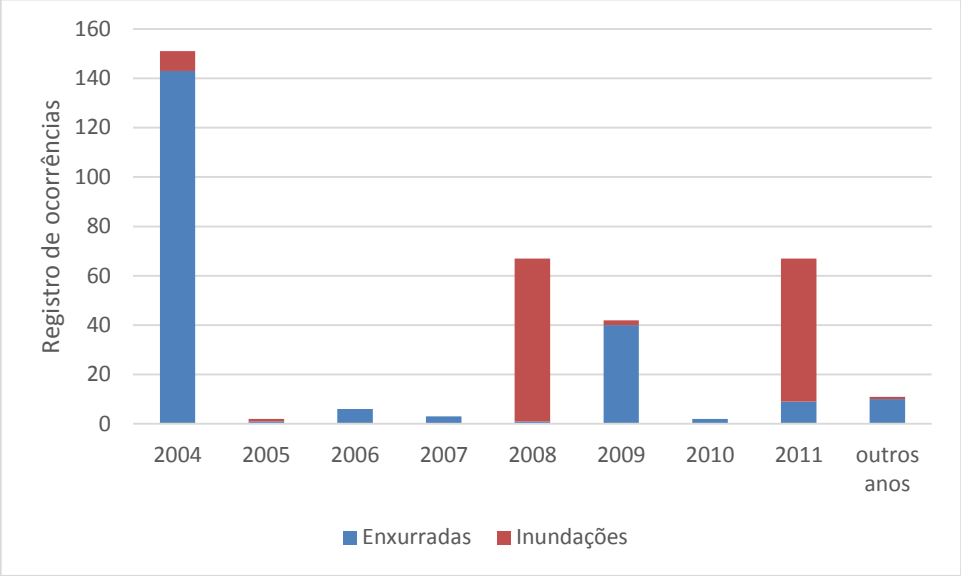
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 6.10

USUÁRIOS DE ÁGUA OUTORGADOS NO ESTADO DA PARAÍBA

O Estado da Paraíba contabiliza 351 ocorrências de cheias, das quais 38,7% são inundações, e 61,3% são enxurradas, entre os anos de 1991 e 2018. A **Figura 6.11** mostra os anos com o maior número de ocorrências de inundações e enxurradas. O ano de 2004 teve o maior registro de ocorrências (43% do total de ocorrências), seguidos pelos anos de 2008 e 2010 (mesmo número total de ocorrências) e depois o ano de 2009. Uma análise mais detalhada dos dados mostra que, no ano de 2004, foram 143 enxurradas e 8 inundações. Nos anos de 2008 e 2010, a maioria dos registros foi de inundações, e no ano de 2009, a situação se inverte, e a maioria dos registros foi de enxurradas. No ano de 2012, só houve um registro de ocorrência de enxurradas, e, entre os anos de 2013 e 2018, não houve registro de ocorrências de eventos de enxurrada ou de inundações. Esse período coincide com a grande seca que atingiu o Nordeste, a partir de 2012.

Figura 6.11 – Anos com o maiores ocorrências de enxurradas e inundações entre 1991 e 2018.



No ano de 2004, 134 municípios fizeram registros de ocorrências de enxurradas, e 8 de inundações, o que corresponde a 60,1% e 3,6%, respectivamente, do total de municípios do Estado. A **Tabela 6.3** apresenta os dados para os anos de 2004, 2008, 2009 e 2011 (anos com maiores ocorrências). Existe uma variação entre os anos do número de municípios com ocorrências, devido à variabilidade espacial e temporal da precipitação.

Tabela 6.3 – Número de municípios com ocorrências de enxurradas e inundações, nos anos de 2004, 2008, 2009 e 2011.

Ano	Número de municípios com Enxurradas	Número de municípios com Inundações
2004	134	8
2008	1	65
2009	39	2
2011	9	44
Total	**183**	**119**

Os municípios com mais ocorrências de enxurradas e inundações (em conjunto), no Estado, com 6 eventos cada um, são Campina Grande, Santa Rita e João Pessoa, seguidos por Bayeux e Itabaiana, com 5 ocorrências cada. São municípios que possuem taxa de urbanização acima de 80%.

O **Quadro 6.6** apresenta os municípios com maiores registros de ocorrência de inundações e enxurradas (isoladamente), entre 1991 e 2018. Os municípios de Campina Grande, Santa Rita e João Pessoa registraram 6 ocorrências de enxurradas, e os municípios de Aroeiras e Santa Rita registraram 4 ocorrências de inundação cada um. No tocante a enxurradas, pode-se destacar ainda que 144 municípios registraram de 1 a 2 ocorrências, enquanto 68 municípios não registraram ocorrências. No que concerne a inundações, 109 municípios registraram de 1 a 2 ocorrências, e 111 municípios não apresentaram ocorrências.

Quadro 6.6 - Municípios com maiores registros de ocorrência de inundações e enxurradas, entre 1991 e 2018.

	Número de ocorrências	Municípios
Inundações	4	João Pessoa
	3	Barra de Santana, Campina Grande
Enxurradas	4	Aroeiras, Santa Rita
	3	Alagoinha, Campina Grande, Bernadino Batista, Alagoa Grande, Mulungu, Poço Dantas, Belém, Bayeux, Itabaiana

As BHs/SBHs com o maior número de ocorrências de cheias (inundações e enxurradas) são as sub-bacias do Baixo Rio Paraíba, sub-bacias do Mamanguape, sub-bacias do Peixe, sub-bacias do Rio Piancó e do Rio Taperoá (**Tabela 6.4**). Embora essas sejam BHs/SBHs com muitos municípios, são as BHs/SBHs que apresentaram os municípios com as maiores ocorrências. Um exemplo é a própria SBH Baixo Paraíba, com os municípios de João Pessoa, Santa Rita e Bayeux.

Tabela 6.4 – Quantidade de inundações e enxurradas por BH/SBH (1991-2018)

BH/SBH	Inundações total	Enxurradas total	Cheias total
Sub-bacia do Baixo Rio Paraíba	29	27	56
Bacia do Rio Mamanguape	15	29	44
Sub-bacia do Rio Peixe	14	25	39
Sub-bacia do Rio Piancó	15	24	39
Sub-bacia do Rio Taperoá	8	20	28
Sub-bacia do Rio Médio Paraíba	12	15	27
Sub-bacia do Alto Paraíba	8	16	24
Sub-bacia do Médio Piranhas	11	6	17
Bacia do Rio Curimataú	1	13	14
Sub-bacia do Rio Espinharas	6	8	14
Sub-bacia do Alto Piranhas	3	6	9
Sub-bacia do Seridó Oriental Paraibano	2	7	9
Sub-bacia do Seridó Ocidental Paraibano	3	5	8
Bacia do Rio Abiaí	2	5	7
Bacia do Rio Jacu	2	4	6
Bacia do Rio Camaratuba	1	3	4
Bacia do Rio Gramame	2	1	3
Bacia do Rio Miriri	2	1	3

A **Figura 6.12** apresenta os municípios com as ocorrências totais de inundações e enxurradas. Deve-se observar que, embora o mapa seja elaborado, com base em dados de 1991 a 2018, a maioria dos eventos foram registrados nos anos de 2004, 2008, 2009 e 2011. No mapa, destacam-se as ocorrências nas SBHs do Médio e Baixo Rio Paraíba, como também ocorrências nas BHs/SBHs localizadas no semiárido. Na **Figuras 6.12**, também é apresentada a drenagem dos rios no Estado, e pode-se observar que as regiões mais atingidas são aquelas que possuem rios principais em suas áreas, como é o caso do Rio Piranhas e do Rio Paraíba.

É importante ressaltar que, embora os valores numéricos sejam baixos, da ordem de no máximo 6 eventos por município, nesses 4 anos principais, deve-se lembrar que os impactos de cheias são imediatos e causam grandes transtornos para as populações urbanas. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS apresenta levantamentos de águas pluviais, em 2015 e 2017 (SNIS, 2018, SNIS, 2019). Por exemplo, em 2015, o índice de habitantes realocados em decorrência de eventos hidrológicos foi de 5.979 pessoas/100.000 habitantes, em 11 municípios de 114. Já em 2017, esse índice foi de 276 pessoas/100.000 habitantes, em 41 municípios de 111. A quantidade de desabrigados ou desalojados, por eventos pluviométricos, entre 2011-2015 (SNIS, 2018) foi de 19.100 pessoas, dos quais 706 não foram registrados no S2ID. Isso mostra o grande impacto desses eventos sobre as populações.

As ocorrências de inundação vêm indicando uma vulnerabilidade a estes eventos críticos, em algumas áreas do Estado. O Atlas de Vulnerabilidade a Inundações[17] (ANA, 2014) afirma que, no Estado da Paraíba, existem 124 municípios com vulnerabilidade a inundações, com correspondência a 96 cursos d´água e 266 trechos de rios inundáveis, dos quais 17% possuem alta vulnerabilidade, 49%, média vulnerabilidade, e 34% possuem baixa vulnerabilidade. A vulnerabilidade é definida, a partir do cruzamento das informações de frequência e impacto dos eventos (**Quadro 6.7**).

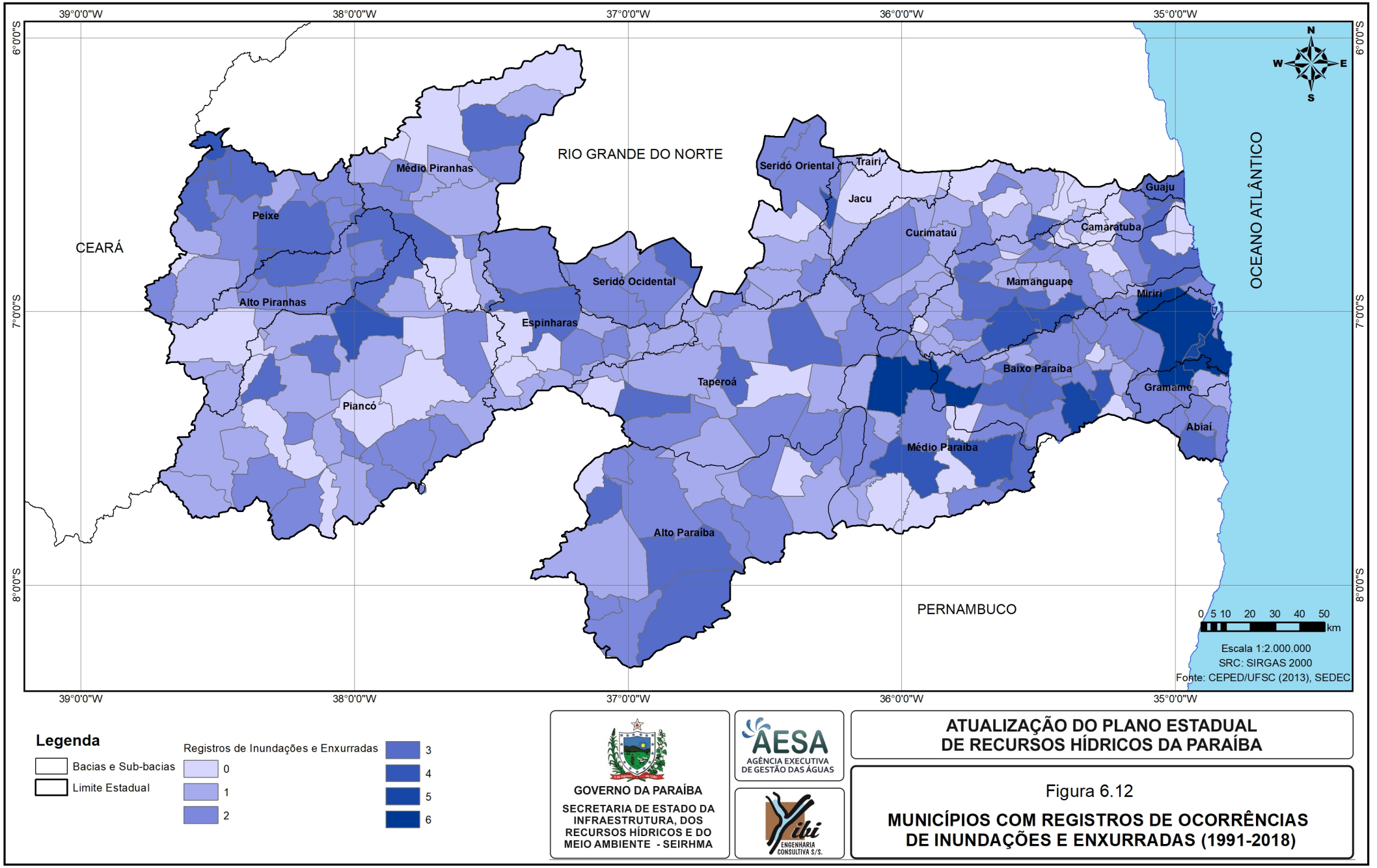
Quadro 6.7 – Matriz de vulnerabilidade a inundações.

Vulnerabilidade		
Alta	Alto impacto e qualquer frequência de inundações	Médio impacto e alta frequência de inundações
Média	Médio impacto e frequência média à baixa de inundações	Baixo impacto e alta frequência de inundações
Baixa	Baixo impacto e frequências média e baixa de inundações	

Fonte: ANA (2014)

A **Figura 6.13** apresenta os trechos de rios e a respectiva vulnerabilidade a inundações, no Estado da Paraíba. As BHs/SBHs que apresentam trechos de rios com alta vulnerabilidade são as seguintes: sub-bacia do Baixo Paraíba (maior número de trechos), sub-bacias dos Rios do Peixe, Alto e Médio Piranhas e Piancó. Existem trechos de rios com vulnerabilidade à inundação em praticamente todas as BHs/SBHs, com variações relativas à quantidade e vulnerabilidade. As BHs/SBHs com nenhuma ou menor quantidade de trechos de rios inundáveis são as seguintes: bacia dos rios Jacu, Trairi, Guaju, Abiaí, Gramame, sub-bacias do Espinharas, Seridó Ocidental e Seridó Oriental.

[17] O Atlas agrupa informações dos Estados, do Distrito Federal e da União



GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

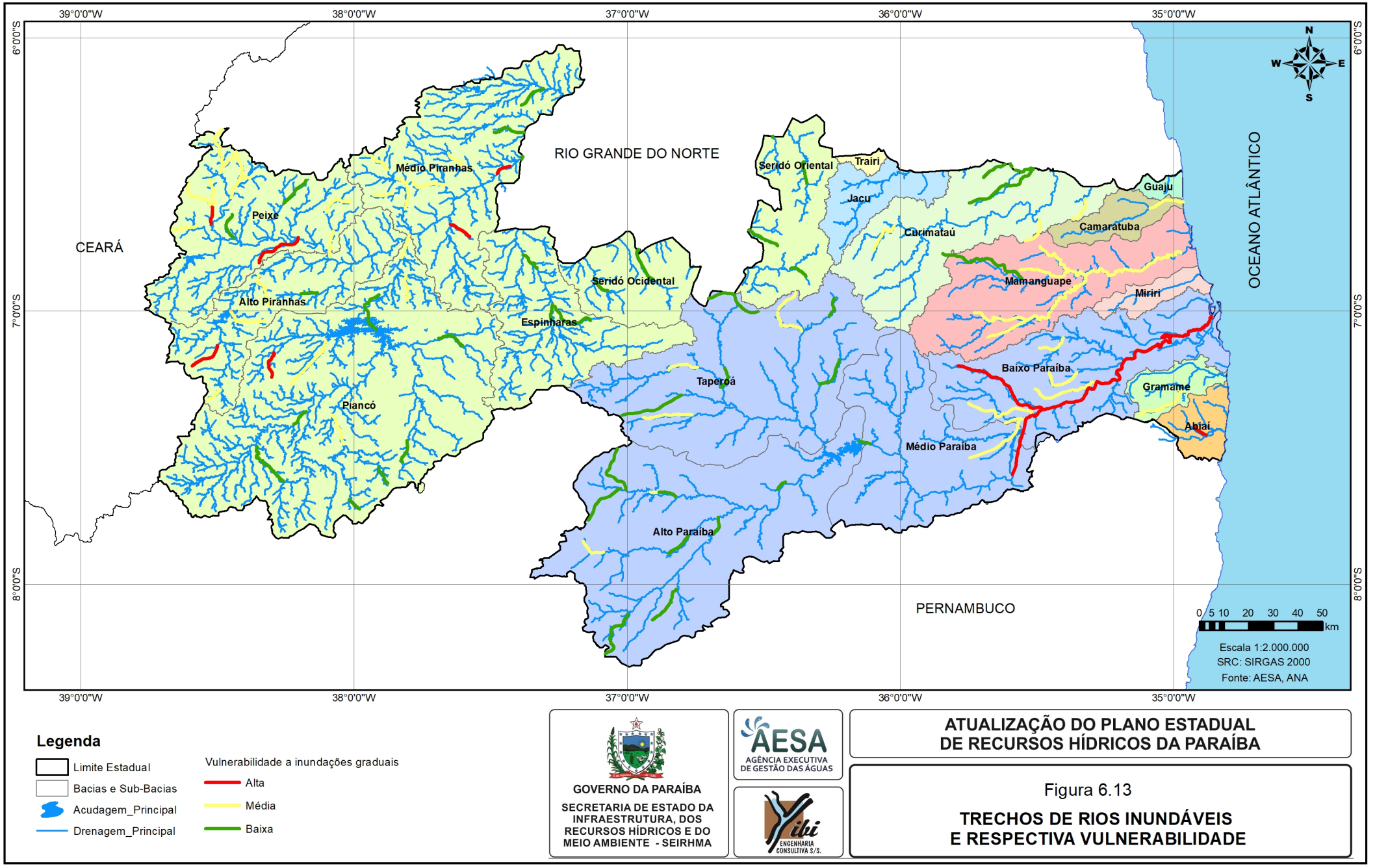
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 6.12

MUNICÍPIOS COM REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E ENXURRADAS (1991-2018)



Legenda

- Limite Estadual
- Bacias e Sub-Bacias
- Acudagem_Principal
- Drenagem_Principal

Vulnerabilidade a inundações graduais

- Alta
- Média
- Baixa

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 6.13

TRECHOS DE RIOS INUNDÁVEIS E RESPECTIVA VULNERABILIDADE

Uma comparação entre a **Figura 6.12** e a **Figura 6.13** permite visualizar que os municípios com maiores ocorrências de inundações e enxurradas são os que possuem trechos de rio com maior vulnerabilidade à inundações. Isso pode ser observado nas SBHs do Alto, Médio e Baixo Paraíba, Peixe, Piancó e Médio Piranhas.

Os municípios de Campina Grande, João Pessoa, Santa Rita e Bayeux são os que possuem os maiores registros de ocorrências de enxurradas e inundação (total) e estão entre os municípios que possuem as maiores densidades demográficas do Estado, com altas taxas de urbanização. Os municípios de Santa Rita e Bayeux ficam nas margens do Rio Paraíba, que possui 24 trechos de alta vulnerabilidade (ANA, 2014).

No caso dos municípios de João Pessoa e Bayeux, destaca-se o Rio Sanhauá. Barbosa e Furrier (2013) afirmam que o que ocorreu no Rio Sanhauá foi a instalação da população, na planície de inundação e que, quando ocorre o aumento da vazão, as águas tomam a forma do leito maior, o que acarreta as sucessivas inundações das comunidades ribeirinhas (**Figura 6.14**).

Figura 6.14 – Ocupação urbana das cidades de Bayeux e João Pessoa próximas ao Rio Sanhauá.



Fonte: Imagens Google Earth

Araújo *et al*. (2008) analisaram, estatisticamente, as chuvas intensas de 1 a 5 dias, na bacia hidrográfica do Rio Paraíba[18] e encontraram, entre seus resultados, uma concentração de valores máximos da variação espacial das chuvas intensas, no leste da sub-bacia do Baixo Paraíba, sul da sub-bacia do Taperoá e centro-norte da sub-bacia do Alto Paraíba. Os meses com as maiores ocorrências de chuvas intensas na bacia são de janeiro a abril.

[18] BHs/SBHs Alto, Médio e Baixo Curso do rio Paraíba e Taperoá

6.4 ANÁLISE DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO E DE VOLUMES DE RESERVATÓRIOS

6.4.1 Precipitação

O Estado da Paraíba possui diferentes valores de precipitações médias anuais, ao longo de seu território, com grande variabilidade espacial. Segundo Araújo *et al*. (2008), o agreste/litoral apresenta precipitação média anual acima de 1083,4 mm/ano, seguido do sertão, com valores médios de 821,9 mm/ano, e, por fim, a região do Cariri/Curimataú, com média alcançando até 516,1 mm/ano. Os principais períodos chuvosos que ocorrem no Estado são: (a) entre os meses de fevereiro a maio, e abrange a maior parte do semiárido, e (b) entre os meses de abril e julho, na região litorânea.

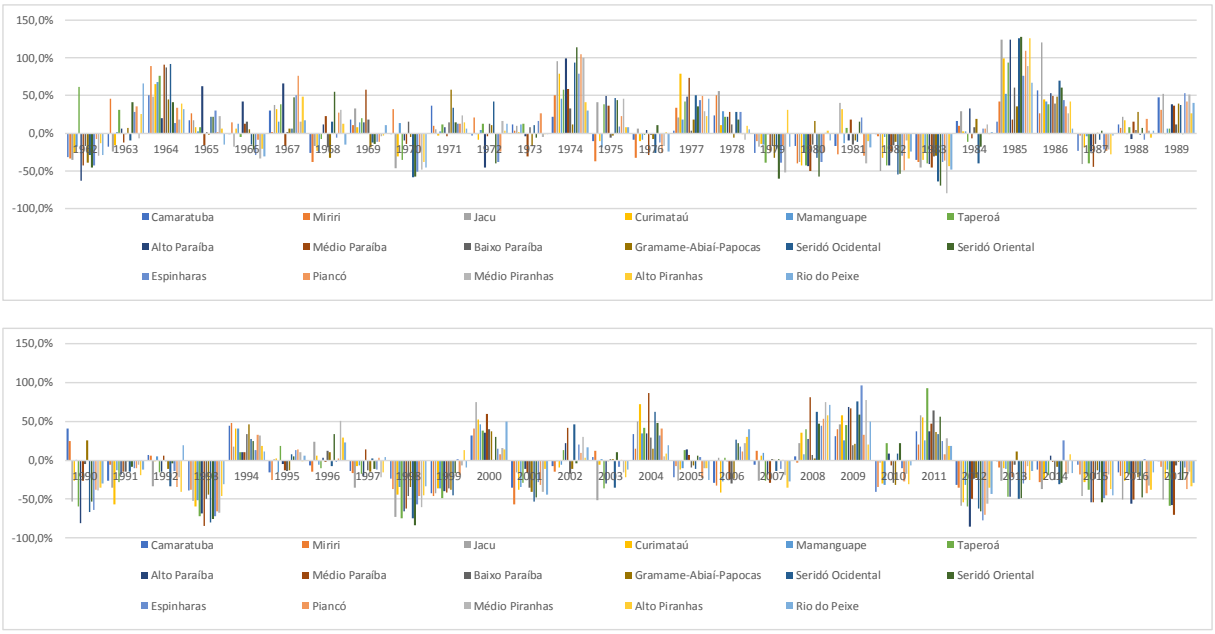
Segundo AESA (2009), também são de relevância, no Estado, as chuvas de pré-estação, as quais ocorrem no mês de janeiro (para o período chuvoso de fevereiro a maio) e no mês de março, para o período chuvoso de abril a julho. As chuvas do final de dezembro a meados de janeiro ocorrem em forma de pancadas, caracterizando elevados índices, em curtos intervalos de tempo (AESA, 2009). Essas chuvas são relevantes, em termos de aporte hídrico aos mananciais e atingem, principalmente, a região semiárida do Estado.

Desta forma, uma análise das precipitações, no Estado, com foco nos períodos secos e chuvosos, complementa a avaliação da ocorrência dos eventos extremos registrados no Estado.

Os dados aqui avaliados foram obtidos junto à AESA/PB, entre os anos de 1962 e 2017, e passaram por análise de consistência e preenchimento de falhas, no estudo de precipitação, no âmbito deste plano. Os dados diários de pluviometria foram acumulados anualmente, e foram calculadas as anomalias anuais. A anomalia é a diferença entre a chuva observada no ano e a média da chuva no período estudado, dividido pelo valor médio anual. Dessa forma, se a anomalia for próxima a zero, o ano em questão está em torno da sua média histórica. Valores positivos indicam anos nos quais a precipitação anual foi acima da média histórica (anos chuvosos), e anomalias negativas indicam a situação contrária (anos secos).

A **Figura 6.15** indica as anomalias (em percentuais) do período de 1962 a 2017. A alternância entre as anomalias positivas e negativas indicam a variabilidade temporal das chuvas. São anos secos e chuvosos que ocorreram durante o período.

Figura 6.15 – Anomalias percentuais de chuva calculadas com os postos representativos de cada BH/SBH.



a) Secas

A **Figura 6.15** permite avaliar os maiores déficits de chuva no Estado. As secas mais intensas (maiores déficits negativos) impactam todas ou a maioria das BHs/SBHs, ao mesmo tempo. Dos 56 anos analisados, da série de pluviometria, 32 anos apresentam déficits negativos de chuva. A **Tabela 6.5** lista os 20 anos com os maiores déficits de chuva. O ano de 1993 teve uma anomalia média de -58,7%, com BHs/SBHs que alcançaram déficits de chuva acima -70%, como as sub-bacias do Rio Taperoá, Médio Paraíba, Espinharas e Seridó Ocidental e Oriental. O mesmo pode ser observado em outros anos. Por exemplo, o ano de 2012, embora com valor médio de anomalia de -50,7%, possui BHs/SBHs que atingiram valores mais elevados, como a SBH Piancó, com -85,4%, SBH Espinharas e SBH Piancó, com -77,3% e -70,2%, respectivamente.

Tabela 6.5 – Anomalias médias negativas de chuvas nos 20 anos mais secos.

Ano	Anomalia Média	Ano	Anomalia Média
1993	-58,7%	2017	-27,5%
1998	-52,7%	1980	-27,1%
2012	-50,7%	1962	-26,1%
1983	-44,1%	1970	-24,1%
2001	-33,5%	1979	-22,1%
2015	-33,1%	2013	-21,6%
1999	-28,8%	1987	-18,7%
1990	-28,6%	1991	-17,4%
1982	-28,6%	2014	-14,5%
2016	-28,6%	2010	-14,0%

O período entre 2012 e 2017[19] destacou-se pela quantidade de anos seguidos de secas. Foram 6 anos consecutivos, o mais longo no período avaliado (a partir de 1962), apresentando anomalias entre as 20 maiores da série. O ano de 2012 foi o que apresentou os maiores déficits de precipitação. Durante esses anos (**Tabela 6.6**), as BHs/SBHs que apresentaram as maiores anomalias negativas (valor médio entre 2012 e 2017) foram: Alto Paraíba (-49,1%), Seridó Oriental (-45,2%) e Jacu (-44,8%). Todas as BHs/SBHs, em maior ou em menor grau, passaram por um período seco.

Uma avaliação mais detalhada, entre 2012 e 2017 (**Tabela 6.6**), permite observar que os maiores déficits de chuva, no Estado, variaram entre -11,4%, na bacia do Rio Jacu, e -85,4% na bacia do Alto Paraíba. As BHs/SBHs com os menores índices no período foram: sub-bacia do Alto Paraíba, com -85,4% no ano de 2012, sub-bacia do Espinharas, com -77,3% no ano de 2012, sub-bacia do Piancó, com -70,2% em 2017, sub-bacia do Médio Paraíba, com -70,6%, no ano de 2017, e sub-bacia do Seridó Oriental, com -65,9% no ano de 2012.

Anos seguidos de seca (como entre 2012-2017) causam restrições aos usos de água dos reservatórios, gerando conflitos entre os usuários. Anos isolados de seca impactam, especialmente, os reservatórios de menor porte que, geralmente, são interanuais.

Tabela 6.6 – Anomalias percentuais mínimas e médias nas BHs/SBHs para o período 2012-2017.

BH/SBH	Camaratuba	Miriri	Jacu	Curimataú	Mamanguape	Taperoá	Alto Paraíba	Médio Paraíba	Baixo Paraíba
Anomalia mínima entre 2012 e 2017	-31,8%	-35,3%	-58,6%	-54,0%	-31,6%	-59,5%	-85,4%	-70,6%	-25,2%
Valores médios das anomalias entre 2012 e 2017	-11,4%	-19,8%	-44,8%	-28,0%	-17,6%	-40,0%	-49,1%	-41,4%	-16,8%

BH/SBH	Gramame/ Abiaí	Seridó Ocidental	Seridó Oriental	Espinharas	Piancó	Médio Piranhas	Alto Piranhas	Rio do Peixe
Anomalia mínima entre 2012 e 2017	-22,8%	-62,1%	-65,9%	-77,3%	-70,2%	-56,2%	-37,9%	-45,0%
Valores médios das anomalias entre 2012 e 2017	-9,5%	-33,9%	-45,2%	-23,0%	-39,6%	-24,4%	-26,9%	-27,2%

b) Cheias

Os anos com as maiores anomalias positivas de chuva foram os de 1985, 1974, 1964, 2009, 1986, 2011, 2008 e 2004. Na **Figura 6.15**, pode-se visualizar que as chuvas impactaram todas as BHs/SBHs. A **Tabela 6.7** apresenta os valores médios das anomalias positivas, nas BHs/SBHs para aqueles anos. O ano de 1985, o mais chuvoso no período avaliado, teve anomalia média de 81,7%. Uma análise mais detalhada nos dados permitiu detectar anomalias de acima de 100%, em algumas BHs/SBHs (Jacu, Alto rio Paraíba, Seridó Oriental e Ocidental, Piancó e Alto Piranhas).

[19] A seca se estendeu ainda até o ano de 2018, de acordo com os dados do MSN.

Tabela 6.7 – Anomalias médias positivas de chuvas nos 10 anos mais chuvosos.

Ano	Anomalia Média	Ano	Anomalia Média
1985	81,7%	2011	38,8%
1974	65,7%	2008	37,4%
1964	53,5%	2004	36,9%
2009	48,9%	1977	36,3%
1986	47,4%	2000	34,7%

A partir de 1991[20], destacam-se os anos de 2004, 2008, 2009 e 2011, nos quais houve grande número de registros de ocorrências de enxurradas e inundações. O ano em que mais houve registros de ocorrências de inundações e enxurradas foi 2004, e a anomalia média positiva de chuva foi de 36,9%. No entanto, destaca-se que a BH/SBH do Médio Paraíba teve anomalia positiva de 86,1%, e a do Curimataú, de 72,1%.

6.4.2 Volumes de reservatórios

Os dados de volumes de reservatórios (tanto diários quanto mensais) possuem muitas falhas, por isso os dados aqui utilizados são provenientes do balanço hídrico mensal, realizado neste plano, e possuem mesmo período de dados da precipitação (1962-2017). Foram selecionados os maiores sistemas hídricos do Estado, para serem analisados (açudes Curema-Mae-D´água, Epitácio Pessoa, Acauã e Gramame), de importância estratégica, os quais atendem a múltiplos usos e traçados gráficos com os dados de volumes calculados mensais (**Figuras 6.16 a 6.18**).

a) Secas

Nos períodos com déficits de chuva, diminuíram as vazões afluentes aos mananciais e o volume acumulado dos açudes. Em alguns casos, houve impacto na disponibilidade de água para os setores usuários, em anos de seca, em especial o abastecimento de água para o consumo humano, com ocorrência de racionamentos.

Os gráficos dos volumes dos reservatórios mostram diminuição acentuada de volume nos principais períodos de seca: 1979 e 1980, 1982 e 1983, 1993, 1998-1999, 2012 a 2017. Em alguns casos, como no ano de 1981, o ano não foi de seca, em todo o Estado (ver anomalias apresentadas na Figura 6.8), mas as chuvas não foram suficientes, para encher os reservatórios. Essa relação entre os anos com déficits de chuva e a diminuição do volume dos reservatórios fica bem clara para os açudes localizados no semiárido. O reservatório Epitácio Pessoa chegou a atingir 2,9% (volume) de sua capacidade máxima, em abril/2017, só não entrou em colapso, haja vista a chegada das águas da transposição do Rio São Francisco.

Já o reservatório de Gramame, que abastece principalmente a região metropolitana da capital, João Pessoa, apresenta oscilações de volume sutis e se caracterizam por serem, geralmente,variações na demanda de água. O reservatório está localizado na zona da mata paraibana, com outro regime climático, e não sofreu os impactos da seca que atingiu grande parte do Estado.

Uma comparação dos dados dos volumes dos reservatórios do semiárido com o quantitativo de registro de ocorrência, no sistema da defesa civil, anteriores ao ano de 2000, permite observar que houve secas intensas, como a do ano de 1998, mas não houve registro por parte

[20] Ano a partir do qual houve a análise do registro das ocorrências de enxurradas e inundações.

dos municípios. Acredita-se que, após o ano 2000, houve uma melhor sistematização dos dados.

b) Cheias

Observando as **Figuras 6.16 a 6.18**, no tocante ao aporte de água aos reservatórios, percebe-se que o reservatório Gramame permanece cheio, na maior parte do período analisado, com exceção do período 1998-2000. O regime climático onde se localiza esse açude favorece o aporte de água.

Os reservatórios localizados no semiárido respondem, muito rapidamente, aos eventos mais intensos. Portanto, tomando como base as anomalias positivas de chuva, é possível observar que os reservatórios recuperaram seus volumes acumulados, nos anos mais chuvosos (2004, 2008, 2009 e 2011). Deve-se lembrar que o açude Acauã (inaugurado em 2002) é também de contenção de cheias, então, pode haver necessidade de liberação de água, para deixar um volume de espera, e assim haver uma diminuição de seu volume, mesmo em anos chuvosos.

Figura 6.16 - Volumes calculados mensais do açude Gramame-Mamuaba.

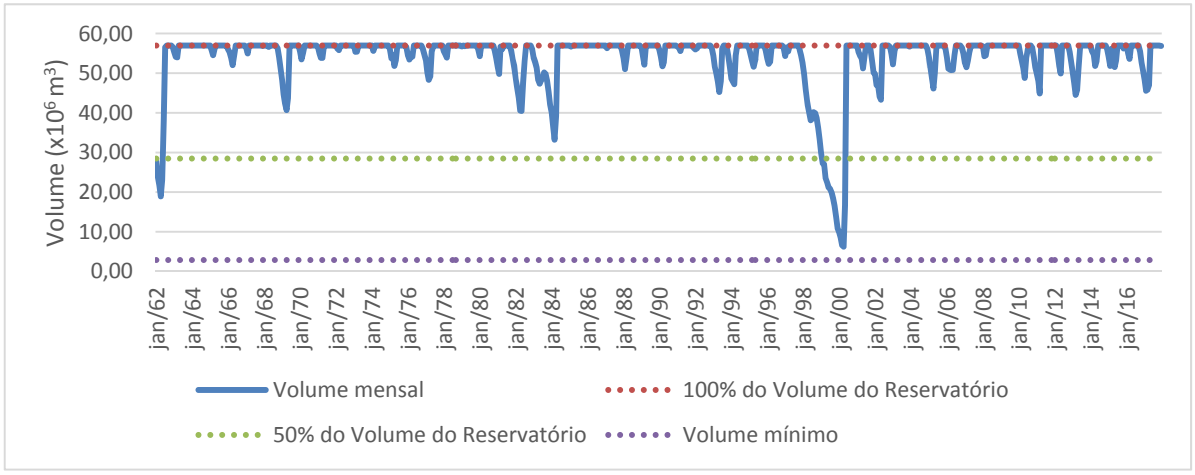


Figura 6.17 - Volumes calculados mensais do açude Acauã.

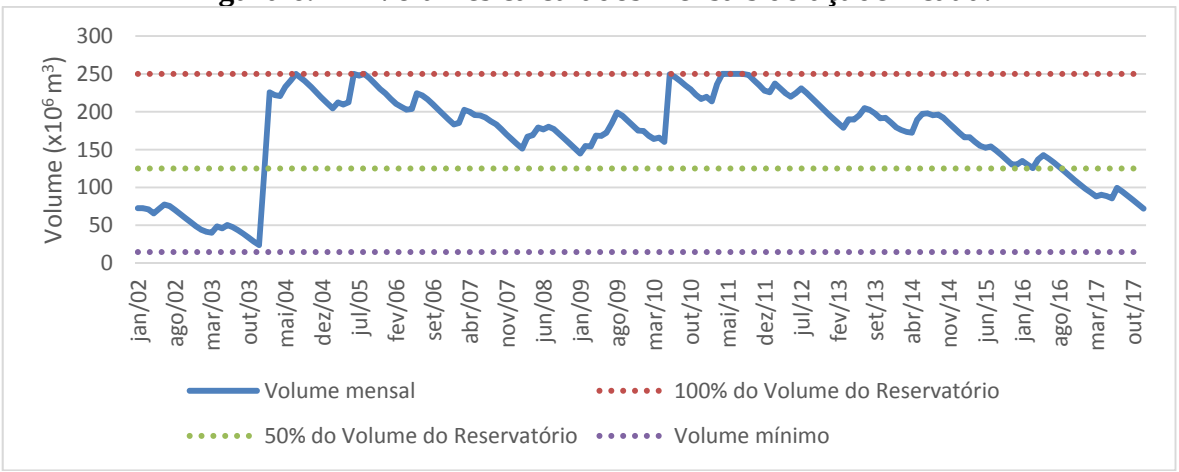
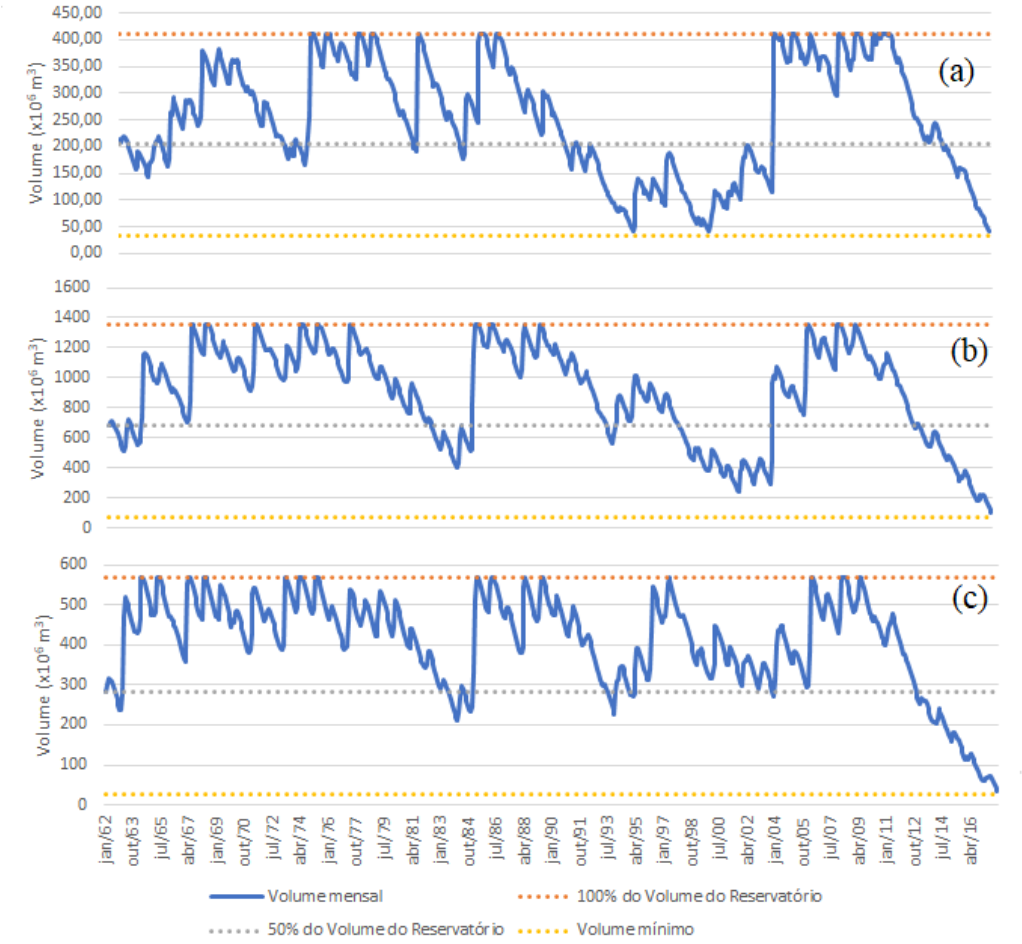


Figura 6.18 - Volumes calculados mensais dos açudes: (a) Epitácio Pessoa; (b) Curema; e, (c) Mãe-D'Água.



6.5 CONCLUSÕES

No Estado da Paraíba, observa-se a ocorrência de eventos extremos, sejam secas ou cheias, com maior predomínio do primeiro. Destaca-se o evento que iniciou no ano de 2012 e atingiu, praticamente, todo o Estado, com diminuição dos volumes acumulados dos reservatórios, com exceção da região litorânea (zona da mata paraibana). Essa seca iniciou no ano de 2012 e foi intensa, até o ano de 2018 (chegando à categoria excepcional). No ano de 2019, a severidade da seca diminui, mas ainda está presente na região (MSN, 2019).

A existência do núcleo de desertificação do Seridó, no Estado, exige atenção, pois abrange diversas SBHs(sub-bacias). Isso indica a necessidade da ação integrada de diversas áreas, tendo em vista que a degradação da terra inicia esse processo.

Os eventos extremos de cheias ocorrem em todo o Estado, tanto em sub-bacias, localizadas no semiárido, quanto na zona da mata paraibana e são fortemente influenciados pelos processos de urbanização. As sub-bacias do Médio e do Baixo Paraíba são as mais impactadas por esses eventos.

A análise dos dados de chuva e volumes de reservatórios permitiu o reconhecimento de um sistema que ainda necessita de mais aprimoramento, tendo em vista a quantidade de falhas

existentes nos dados. Embora exista boa densidade de postos pluviométricos e exista um sistema *online*, com os dados de volumes dos reservatórios, na grande maioria dos casos, existem falhas nas séries. É necessário um sistema eficiente, desde a coleta dos dados, até a fase da análise de consistência, como também são importantes informações relativas à intensidade dos eventos ocorridos (dados horários).

As condições de vida da população e as atividades econômicas são impactadas por esses eventos, e a capacidade de mitigação dos respectivos impactos está relacionada à vulnerabilidade da região. Assim, a compreensão da ocorrência desses eventos é importante, para evitar ou diminuir os impactos sobre a sociedade e fazer uma boa gestão dos recursos hídricos. Tradicionalmente, as políticas públicas de convivência com esses eventos focaram em respostas emergenciais ou de expansão da oferta (no caso das secas). São medidas, muitas vezes, não contínuas, as quais focam em solucionar a crise. As respostas de mitigação dos impactos precisam ser permanentes, com uma gestão mais proativa, com vistas a reduzir a vulnerabilidade futura do sistema.

7 DIAGNÓSTICO INTEGRADO

7.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo constitui o resumo integrado e organizado de todas as informações geradas, na fase de diagnóstico, com o intuito de orientar a concepção de cenários para a segunda fase do plano, além de apreciar a situação atual dos recursos hídricos e sua evolução temporal, no Estado da Paraíba.

Vivenciou-se, em toda a região Nordeste, um amplo período de seca, estendendo-se sobre vários anos, o qual perdurou até o ano de 2017, ano base considerado, neste estudo, para os diversos diagnósticos mencionados. Esse longo período de seca afetou a dinâmica da economia, das relações sociais e consequentemente a dinâmica da disponibilidade e do uso dos recursos hídricos. Conforme está previsto na lei das Águas de 1997, certos usos não são prioritários, como usos industriais, para a irrigação ou a aquicultura, de modo que tais usos foram, ao longo dos seis últimos, muito restringidos. Consequentemente, em determinadas bacias e sub-bacias hidrográficas, as superfícies de áreas irrigadas ou de projetos de carcinicultura ou de aquicultura, parques industriais e outros setores da economia mostraram, em 2017, que estavam muito aquém do que potencialmente deveriam estar, caso não houvesse ocorrido esse longo e excepcional período de seca. Desse modo, pode-se dizer desde já que, os diagnósticos efetuados, neste estudo, encontram-se prejudicados, pois os cálculos necessários das demandas atuais em recursos hídricos refletem uma situação "anormal" em 2017. Da mesma forma, os níveis de água dos maiores açudes da região estavam extremamente baixos, com índices inferiores ao "volume morto", na maioria dos açudes, conduzindo o diagnóstico da qualidade da água a uma apreciação muito mais pessimista do que existiria. caso não houvesse ocorrido esse período de seca. Os indicadores apresentados e a análise das considerações acima, demonstradas por BH/SBH, mostrarão qual foi o crescimento das atividades econômicas, geradoras de demandas pelos recursos hídricos, desde a edição do Plano de recursos Hídricos de 2006, além do incremento real da disponibilidade de água, em quantidade e qualidade. Portanto, confronta essa disponibilidade com a demanda. Nesse confronto, obviamente, as importações de água de outras unidades ou as exportações para outras unidades serão consideradas. O confronto será apresentado, de forma genérica, na maioria das vezes, evitando repetir números ou os valores dos diversos indicadores apresentados, nos capítulos anteriores, a menos que essa ocorrência seja indispensável para a boa compreensão desse capítulo sobre o diagnóstico integrado.

A análise será feita por bacia e sub-bacia hidrográfica (BH/SBH).

7.2 DIFICULDADES EM RELAÇÃO À OBTENÇÃO DE DADOS

Da mesma forma do PERH-PB (2006), a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) também enfrentou problemas, na fase de coleta de dados e de informações, por exemplo: inexistência de um cadastro único com os açudes do Estado; inexistência de um cadastro único com a infraestrutura hídrica do Estado; dificuldade de acesso às informações e dados sobre a qualidade dos mananciais hídricos; dados registrados em papel, o que requereu mais de 3 meses de digitalização; há também o caso em que há banco de dados, porém as informações encontram-se desatualizadas, como no caso da outorga, em que 74% das outorgas estão vencidas, o que não deixa evidente se as outorgas vencidas ainda fazem uso da água ou não; até o acesso aos textos do antigo PERH-PB (2006) foi difícil, entre outros problemas encontrados. Esses são alguns exemplos que prejudicam a fase de diagnóstico de qualquer plano. Alguns desses problemas foram sanados ou poderão ser melhorados com este Plano, pois, para cada capítulo em que a coleta de dados foi

necessária, eles foram organizados e armazenados em um banco de dados, que comporá o produto final deste Plano. Espera-se, assim, que os planos vindouros não encontrem esse tipo de dificuldade. Afirma-se, aqui também, de forma semelhante ao PERH-PB (2006), a necessidade não só da existência dos bancos de dados e sistema de informações georeferenciadas, mas também da sua alimentação, análise e atualização permanentes, o que reduzirá a imprecisão dos processos de gestão e planejamento de recursos hídricos no Estado.

7.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS

7.3.1 Sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas

Situada na microrregião do Alto Sertão, essa sub-bacia apresenta um índice pluviométrico médio de aproximadamente 925 mm/ano, valor bastante superior ao índice pluviométrico de todas as sub-bacias hidrográficas do Rio Piranhas, em território Paraibano. A partir das estimativas feitas no Plano de Recursos Hídricos de 2006, até essa atualização, registra-se um crescimento da ordem de 13% da população urbana e rural, de 382% da atividade industrial e mineração, ainda relativamente pequena, e uma redução de 55% das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e aquicultura, conjuntamente. Isso revela o pequeno dinamismo sócio econômico da região, associado a uma forte repressão das atividades agrícolas, sem dúvida, devido ao longo período de seca. Em consequência, a demanda hídrica total endógena dessa sub-bacia é menor que aquela apresentada em 2006, porém reflete uma situação de restrição "anormal". A disponibilidade hídrica com 100% de garantia, nessa sub-bacia, está sendo oferecida por apenas três açudes estratégicos: os açudes Bartolomeu I, Engenheiro Avidos e São Gonçalo. A qualidade da água desses açudes pode, atualmente, ser classificada como incompatível com o enquadramento em classe 2, apresentando médias restrições para o consumo humano, e ter piorado em relação à situação apresentada no PERH/2006. O açude Engenheiro Avidos exporta água, por meio da adutora Cajazeiras, para abastecer a cidade de Cajazeiras, na sub-bacia do Rio do Peixe, e é também operado para manter, quando as condições climáticas o permitem, água em volume suficiente, no açude São Gonçalo, para que, entre outros usos, abasteça a cidade de Sousa, na sub-bacia do Rio do Peixe, e o perímetro irrigado de São Gonçalo. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm^3 e 10 hm^3 apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia da ordem de 100 l/s. Os pequenos apresentam uma densidade de 0,34 açudes por km^2, elevada, porém não apresentou variação em relação ao levantamento feito no PERH/2006. Esses reservatórios não apresentam garantia, porém são importantes para suprir as necessidades de água para os animais, bem como para uma pequena irrigação de subsistência. Quanto à disponibilidade em águas subterrâneas, ela é de 0,095 hm^3/ano. Essas águas apresentam média a fortes restrições para o consumo humano e quase sem restrições para o consumo animal e a irrigação. O índice de ativação da disponibilidade IAD mostra haver pouca possibilidade para um incremento endógeno. O IUD, que representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade de 17%, é muito baixo. As demandas externas à sub-bacia correspondem a 80% da demanda total interna. Atualmente, todas as demandas estão, em tese, sendo atendidas pela disponibilidade dessa sub-bacia. A situação dessa SBH, no ano 2017, é então de aparente conforto, no entanto deve ser lembrado que as demandas, naquele ano, mostraram fortes restrições de uso, devido ao longo período de seca.

7.3.2 Sub-bacia hidrográfica do Médio Rio Piranhas

A sub-bacia do Médio Rio Piranhas é o espaço geográfico drenando as águas para o Rio Piranhas, entre a confluência do Rio do Piancó com o Rio Piranhas e a entrada do Rio Piranhas, no Estado do Rio Grande do Norte. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de 780 mm, inferior ao índice pluviométrico da sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas.

Desde as estimativas feitas no Plano de Recursos Hídricos de 2006, até a presente atualização, registrou-se um crescimento da ordem de 11% da população urbana e rural; uma diminuição da atividade industrial em 54% e de 100% das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de aquicultura em conjunto. Esse fato mostra o quanto a região sofreu com as restrições ao uso da água, devido ao longo período de seca, fazendo com que as demandas estimadas, atualmente, correspondessem a uma situação de anormalidade. Nessa sub-bacia, existem seis açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm³, são eles: açudes Baião, Carneiro, Engenheiro Arcoverde, Tapera, Riacho dos Cavalos e Escondido. A disponibilidade hídrica desses açudes, com a garantia de 100%, é da ordem de 37 hm³/ano. A qualidade da água desses açudes pode ser caracterizada como compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água. Nota-se que, em relação ao PERH/2006, não houve construção, nessa sub-ba,cia de novos açudes estratégicos, no período abrangido pela atualização deste plano. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm³ e 10 hm³, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 232 l/s. Os pequenos apresentam uma densidade de 0,45 açudes por km², elevada. Estes não apresentam garantia, mas são importantes para suprirem as necessidades de água para os animais e para a pequena irrigação de subsistência. Quanto à disponibilidade, em águas subterrâneas, é de 1,261 hm³/ano. Essas águas apresentam média a fortes restrições para o consumo humano e o uso industrial, podem apresentar altas restrições para uso na irrigação e quase não apresentam restrições para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade IAD mostra haver possibilidade para um incremento endógeno, desde que existam possibilidades de barramentos para a construção de açudes estratégicos que não impactem, negativamente, os açudes de jusante. No entanto, modificações, na infraestrutura hidráulica desta unidade, podem apresentar risco de diminuição da vazão transferida para o Estado do Rio Grande do Norte. O IUD_A (Índice de Utilização da Demanda Atual) de 0,42 é alto. Ele representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. Essa SBH, recebe água diretamente da SBH do Alto Piranhas e SBH do Rio Piancó, as quais asseguram a perenização do seu curso de água principal. Recebe água também indiretamente do Rio do Peixe. Quando essa SBH foi simulada, de forma integrada com as demais SBHs da bacia do Piranhas, todas as suas demandas foram atendidas sem restrições. Vale registrar que estas representam uma situação de anormalidade para as demandas não prioritárias,muito aquém daquelas que existiam na época do PERH/2006.

7.3.3 Sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe

A sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe é o espaço geográfico que drena as águas para o Rio do Peixe, até a sub-bacia hidrográfica do Rio Piranhas, na sua porção denominada Alto Piranhas. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de quase 800 mm, ou seja, da ordem de grandeza do índice pluviométrico da bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas, em território paraibano. A partir das estimativas feitas, no Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2006, até presente atualização, observa-se um crescimento da ordem de 15% da população urbana e rural; uma diminuição da atividade industrial pouco maior que 60% e de quase 90% das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de pesca reunidas. Isso mostra o quanto tal região sofreu com as restrições ao uso da água, devido ao longo período da última seca, fazendo com que as demandas estimadas passem a apresentar uma situação de anormalidade. Nessa sub-bacia hidrográfica, existem três açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm³, são eles: Lagoa do Arroz, Pilões e Capivara. A disponibilidade hídrica desses açudes, com a garantia de 100%, é da ordem de 38 hm³/ano. A qualidade da água desses reservatórios não é, em todos os casos, compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água, em amostras para análise, com níveis de água dos reservatórios abaixo do volume morto. Nota-se que, em relação ao PERH-PB (2006), não houve construção, nessa sub-bacia, de

novos açudes estratégicos, no período abrangido pela atualização desse plano. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm³ e 10 hm³, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia da ordem de 55 l/s. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,33 açudes por km², também elevada. Estes não apresentam garantia, porém são importantes para suprirem as necessidades em água para os animais, bem como para uma pequena irrigação de subsistência, e representam a distribuição espacial da água na sub-bacia. Quanto à disponibilidade em águas subterrâneas, ela é de 5,582 hm³/ano, correspondendo a pouco mais de 60% de toda a disponibilidade hídrica subterrânea da bacia hidrográfico do Rio Piranhas, na sua porção paraibana. Essas águas apresentam de médias a fortes restrições para o consumo humano e uso industrial, podem apresentar altas restrições para uso na irrigação e são quase sem restrições para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade IAD mostra que há possibilidade para um incremento endógeno de reservação hídrica, desde que existam possibilidades de barramentos para a construção de açudes estratégicos, que não impactem negativamente os açudes de jusante. No entanto, modificações, na infraestrutura hidráulica desta SBH, podem apresentar risco de diminuição da vazão transferida para o Estado do Rio Grande do Norte. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 0,71, considerado alto. Ele representa a demanda atual interna da sub-bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. Esse valor pode ser considerado um pouco mais baixo, porque cerca de 35% da demanda total atual dessa sub-bacia são supridas pela sub-bacia do Alto Rio Piranhas. Quando essa unidade foi simulada, de forma integrada, às demais unidades da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, todas as suas demandas foram atendidas, sem restrições. Vale novamente lembrar que estas representam uma situação de anormalidade para as demandas não prioritárias, muito aquém daquelas que existiam na época do PERH-PB (2006),

7.3.4 Sub-bacia hidrográfica do Rio Piancó

A sub-bacia hidrográfica do Rio Piancó é o espaço geográfico que drena as águas do Rio Piancó para a sub-bacia hidrográfica do Rio Piranhas, na sua porção denominada Médio Piranhas. Exerce, portanto, papel importante na regularização do Rio Piranhas, na sua porção média, tanto no Estado da Paraíba quanto no Rio Grande do Norte, sendo o açude Curema-Mãe d'Água o principal agente responsável por essa regularização. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de quase 875 mm, ou seja, da ordem de grandeza do índice pluviométrico da bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas, em território paraibano. As estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) 2006, atualizado neste estudo, indica que houve um crescimento da ordem de 2,4% da população urbana e rural, sendo o menor crescimento, entre as sub-bacias do Rio Piranhas, na Paraíba; uma diminuição da atividade industrial pouco maior que 6% e de pouco maior que 60% das atividades agrícolas, atividades pecuárias, de irrigação e de pesca em conjunto. Isso mostra o quanto tal região sofreu com restrições ao uso da água, devido ao longo período da última seca, e que as demandas estimadas correspondem a uma situação de anormalidade. Nessa sub-bacia hidrográfica, existem catorze açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm³, são eles: Saco, Cachoeira dos Cegos, Jenipapeiro (Buiu), Bruscas, Condado, Santa Inês, Piranhas, Queimadas, Timbaúba, Bom Jesus II, Serra Vermelha I, Cachoeira dos Alves, Catolé I e Curema-Mãe d'Água. O efeito desses açudes, na disponibilidade hídrica atual é visível, pois seu valor de 389 hm³/ano corresponde a 67% da disponibilidade hídrica atual da sub-bacia do Rio Piancó e a 44% da disponibilidade hídrica atual do Estado da Paraíba. O açude Curema-Mãe d'Água é o maior reservatório fluvial do Estado da Paraíba, com capacidade máxima de 1.358,7 hm³, constituindo, assim, um reservatório de importância ímpar para a gestão e o planejamento da bacia hidrográfica do Rio Piranhas. A qualidade da água desses açudes pode ser caracterizada como compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água, as restrições para o consumo humano são pequenas e médias para o uso para irrigação ou

aplicações industriais. Nota-se que, em relação ao PERH-PB (2006), não houve construção de novos açudes estratégicos, no período que compreende a elaboração do PERH-PB (2006) e esta atualização. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm³ e 10 hm³, apresentam uma disponibilidade total com 90% de garantia da ordem de 67 l/s. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,19 açudes por km², também elevada. Esses açudes não apresentam garantia, porém são importantes para suprirem as necessidades de água para os animais, bem como para a pequena irrigação de subsistência e são utilizados para mostrarem a distribuição espacial da água na sub-bacia. Quanto à disponibilidade das águas subterrâneas, ela é de 0,788 hm³/ano. Essas águas apresentam médias a fortes restrições para o consumo humano e uso industrial, podem apresentar altas restrições para uso na irrigação e quase não apresentam restrições para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade (IAD) mostra que não há possibilidade para um incremento endógeno da sub-bacia hidrográfica. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 0,12, considerado baixo. Ele representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. Na realidade, o açude Curema–Mãe d´Água, principal manancial do Estado da Paraíba, atende a outras demandas não internas à sub-bacia do Rio Piancó. É operado, para perenizar o Rio Piranhas, no seu médio curso, atendendo a todas as demandas, ao longo do Rio Piranhas, bem como demandas no Estado do Rio Grande do Norte. Atende também, por meio da adutora Curema–Sabugi, várias cidades das sub-bacias do Rio Espinharas, Médio Rio Piranhas e Rio Seridó Ocidental. Desse manancial, sai também o Canal da Redenção, que conduz as águas para o perímetro irrigado das Várzeas de Sousa. No entanto, durante a elaboração do presente diagnóstico, devido ao baixo nível de água no manancial, a liberação de água para esse canal foi proibida, motivo pelo qual não foi realizada simulação no Acquanet. Igualmente, outros usos foram restritos, principalmente, a vazão afluente ao Rio Grande do Norte. A simulação integrada dessa SBH com às demais SBHs da bacia do Piranhas indica que todas as suas demandas foram atendidas, sem restrições. Vale novamente lembrar que essas demandas representam uma situação de anormalidade, para a qual as demandas não prioritárias estão muito aquém daquelas que existiam na época do PERH-PB (2006).

7.3.5 Sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas

A sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas é o espaço geográfico dominado pela drenagem das águas entre o Rio Espinharas e a sub-bacia hidrográfica de mesmo nome, porém, no Estado do Rio Grande do Norte. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de quase 650 mm/ano, ou seja, abaixo do índice pluviométrico da sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas, em território paraibano. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) 2006, em atualização neste estudo, nota-se um crescimento da ordem de 13% da população urbana e rural; uma diminuição da atividade industrial de cerca de 50% e de cerca de 90% das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de pesca, em conjunto. Isso mostra o quanto essa região sofreu com as restrições ao uso da água, devido ao período da última seca, e que correspondem a uma situação de anormalidade. Nessa sub-bacia hidrográfica, existem três açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm³, são eles: açudes Capoeira, Farinha e Jatobá I. A disponibilidade hídrica desses açudes, com a garantia de 100%, é da ordem de 26 hm³/ano, a segunda mais baixa da bacia do Rio Piranhas. A qualidade da água dos dois primeiros açudes citados pode ser caracterizada como compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água. Já a qualidade da água do açude Jatobá apresenta restrições fortes para o consumo humano. Em relação ao PERH-PB (2006), não houve construção, nessa sub-bacia, de novos açudes estratégicos, no período compreendido entre a elaboração do PERH (2006) e esta atualização. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm³ e 10 hm³, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia,

da ordem de 138 l/s. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,29 açudes por km², também elevada. Estes não apresentam garantia, porém são importantes, para suprirem as necessidades de água para os animais, bem como para uma pequena irrigação de subsistência, e contribuem para melhorar a distribuição espacial da água na sub-bacia. Quanto à disponibilidade em águas subterrâneas, essa é de 0,915 hm³/ano. Essas águas apresentam fortes restrições para o consumo humano, uso industrial e irrigação e médias restrições, para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade (IAD) mostra que há possibilidade para um incremento endógeno de água, na sub-bacia hidrográfica, desde que existam possibilidades de barramentos para a construção de açudes estratégicos que não impactem, negativamente, os açudes de jusante. No entanto, modificações na infraestrutura hidráulica dessa unidade podem apresentar risco de diminuição da vazão transferida para o Estado do Rio Grande do Norte. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 0,71, considerado alto. Ele representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada quando comparada à disponibilidade. Esse valor pode ser considerado um pouco mais baixo, pois cerca de 55% da demanda total atual da sub-bacia ssão suprida pela sub-bacia do Rio Piancó. Quando essa unidade hidrográfica foi simulada, de forma integrada às demais SBHs da bacia do Piranhas, suas demandas hídricas não foram supridas, completamente. Registra-se que estas representam uma situação de anormalidade para a qual as demandas não prioritárias estão muito aquém daquelas que existiam, na época do PERH-PB (2006).

7.3.6 Sub-bacias hidrográficas do Seridó Oriental e Ocidental

As sub-bacias hidrográficas do Rio Seridó Oriental e Ocidental compreendem o espaço geográfico que drena as águas para sub-bacia hidrográfica de mesmo nome, porém, no Estado do Rio Grande do Norte. Os índices pluviométricos médios dessas sub-bacias são de, aproximadamente, 450 mm/ano, no Seridó Oriental, e 600 mm/ano, no Seridó Ocidental, ou seja, abaixo do índice pluviométrico da sub-bacia hidrográfica do Alto Rio Piranhas, em território paraibano. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) de 2006, até esta atualização, registra-se um crescimento da ordem de 8% da população urbana e rural. Na contramão de todas as sub-bacias do Piranhas, a atividade industrial cresceu na ordem de 60%, embora, em termos absolutos, a demanda por recursos hídricos permaneça muito baixa, da ordem de menos de 5 l/s, e uma diminuição das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de pesca, em conjunto, da ordem de 65%. Esse fato mostra as restrições ao uso da água, devido ao longo período da última seca, e que as demandas estimadas correspondem a uma situação de anormalidade. Nessas sub-bacias hidrográficas, existem três açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm³, são eles: Várzea Grande, na porção Oriental, e Santa Luzia e São Mamede, na porção Ocidental. A disponibilidade hídrica desses açudes, com a garantia de 100%, é da ordem de 8 hm³/ano, a mais baixa da bacia do Rio Piranhas. A qualidade da água desses açudes pode ser caracterizada como compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água. Em relação ao PERH-PB (2006), não houve construção de novos açudes estratégicos, nessas sub-bacias, após o PERH (2006). Os açudes interanuais apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 5 l/s, ou seja, uma disponibilidade muito pequena. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,19 açudes por km², pequena, quando comparada com o resto da bacia hidrográfica do Rio Piranhas. Estes não apresentam garantia, porém são importantes, para suprirem as necessidades de água para os animais e para uma pequena irrigação de subsistência e mostram a distribuição espacial da água, nas sub-bacias. Quanto à disponibilidade de águas subterrâneas, ela é de 0,126 hm³/ano. Essas águas apresentam média a fortes restrições, para o consumo humano e uso industrial, podem apresentar altas restrições para o uso na irrigação e não apresentam restrições para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade (IAD), nessa porção paraibana, é baixo 0,11 e sugere, de forma

inverídica, que há grande possibilidade para um incremento endógeno da disponibilidade hídrica, nessa sub-bacia hidrográfica. Observando o mapa da rede de drenagem, verifica-se que essas duas sub-bacias, em território paraibano, são formadas por inúmeras pequenas bacias hidrográficas que convergem para o Rio Seridó, em território Potiguar. É por isso que na porção da bacia do rio Seridó, que se encontra no Rio Grande do Norte, a disponibilidade hídrica ativada é, conforme o Plano da Bacia do Piranhas – Açu, muito alta, não havendo, então, aparentemente, possibilidade de aumentar a disponibilidade dessas sub-bacias, no Estado da Paraíba. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 1,56, valor muito alto, o que mostra que o atendimento às demandas já é fortemente reprimido. Observa-se que parte das demandas atuais, para o abastecimento humano e industrial, é atendida pela adutora Curema-Sabugi e pelo Sistema Integrado do Cariri. As simulações efetuadas, neste estudo, com o modelo Acquanet, para atender as demandas estimadas para o ano 2017, de maneira otimizada, mostrou um atendimento satisfatório das demandas, porém não se deve esquecer que as demandas para usos não prioritários não refletem uma situação normal, como já anteriormente explicado.

7.3.7 Bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu

A bacia hidrográfica do Rio Piranhas, em território Paraibano, integra a bacia hidrográfica federal do Rio Piranhas–Açu, que se estende também pelo Estado do Rio Grande do Norte. Portanto, o diagnóstico efetuado, nos parágrafos anteriores, diz respeito somente à porção paraibana, e não pode, neste trabalho de planejamento, ser considerada isoladamente do resto da bacia hidrográfica. Em 2013, foi finalizado o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica completa. Na elaboração daquele plano, cenários foram construídos, para orientarem as ações a serem tomadas nessa bacia. Três horizontes foram considerados naquele plano: o de curto prazo (ano 2017), o de médio prazo (ano 2022) e o de longo prazo (ano 2032). Para se ter uma ideia melhor da demanda total, em situação de normalidade, foram levantados os valores daquele plano. Nos casos em que é possível uma comparação direta, pois as unidades de análise são as mesmas, verificaram-se valores daquele plano maior, variando de 2,1 até 8,2 vezes maior que o presente estudo. Na **Tabela 7.1**, são apresentados os valores totais de demanda deste e daquele planos, assim como a relação entre essas demandas.

Tabela 7.1 - Demandas totais do PERH-PB, Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio Piranhas-Açu (Cenário Tendencial, ano 2017) e relação entre as demandas totais.

Sub-bacia Hidrográfica	Dem. Total PERH (hm^3/ano)	Dem. Total Plano Diretor do Rio Piranhas-Açu (hm^3/ano)	Relação Dem. PDRH/PERH
Sub-bacia do Alto Rio Piranhas	13,546	110,935	8,2
Sub-bacia do Médio Rio Piranhas	16,119	105,597	6,6
Sub-bacia do Rio do Peixe	30,732	196,092	6,4
Sub-bacia do Rio Piancó	46,179	158,405	3,4
Sub-bacia do Rio Espinharas	19,144	39,909	2,1

Os dados apresentados na **Tabela 7.1** mostram a necessidade de criação de um cenário de estado de normalidade, para quantificação das reais demandas das bacias hidrográficas, localizadas na região semiárida da Paraíba, as quais sofreram restrições, por causa da seca do período de 2012-2017.

Ressalta-se, ainda, a necessidade de se considerar, na fase de planejamento do PERH-PB, as ações, nessa bacia hidrográfica, de forma integrada entre os dois Estados.

A seguir, apresenta-se então o diagnóstico integrado das sub-bacias hidrográficas (Taperoá, Alto, Médio e Baixo Paraíba), as quais compõem a bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

7.4 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA

7.4.1 Sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá

A sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá é o espaço geográfico que drena as águas para o Rio Taperoá, sendo um dos principais contribuintes do açude Epitácio Pessoa. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de quase 490 mm/ano, ou seja, bem abaixo do índice pluviométrico da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, de 620 mm. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) de 2006, sendo atualizado neste estudo, nota-se um crescimento da ordem de 2% da população urbana e rural, podendo ser considerado um crescimento inexpressivo; uma diminuição da atividade industrial de cerca de 56% e de cerca de 80% das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e pesca em conjunto. Isso mostra também, que essa área teve fortes restrições ao uso da água, devido ao longo período da última seca, e que as demandas estimadas correspondem a uma situação de anormalidade. Nessa sub-bacia hidrográfica, existem três açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm^3, são eles: açudes Taperoá II, Mucutu e Soledade. A disponibilidade hídrica desses açudes, com a garantia de 100%, é da ordem de 10 hm^3/ano. Em termos de disponibilidades hídricas totais, sem considerar os pequenos açudes, a sub-bacia do Rio Taperoá é a que apresenta o valor mais baixo da bacia do Rio Paraíba, representando apenas 3% do total dessa bacia hidrográfica. A qualidade da água desses açudes pode ser caracterizada como compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água, isto é, com pequenas restrições para o consumo humano. Nota-se que, em relação ao PERH-PB (2006), não houve construção de novos açudes estratégicos, nessa sub-bacia, no período abrangido pela atualização deste plano. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm^3 e 10 hm^3, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 5 l/s, considerado muito baixo ou quase nulo. Os pequenos açudes apresentam uma densidade baixa, em torno de 0,05 açudes por km^2. Estes não apresentam garantia, mas servem para suprirem as necessidades de água para os animais e a pequena irrigação de subsistência, como também para espacializar a distribuição da água na sub-bacia. Quanto à disponibilidade, em águas subterrâneas, de 0,095 hm^3/ano, também é o valor mais baixo da bacia do Rio Paraíba. Essas águas apresentam médias a fortes restrições, para o consumo humano e o uso industrial, podem apresentar altas restrições, para uso na irrigação, e algumas restrições para o consumo animal, segundo os levantamentos do Programa Água Doce. O índice de ativação da disponibilidade (IAD) mostra que há possibilidade para um incremento endógeno, na sub-bacia hidrográfica, desde que existam possibilidades de barramentos para a construção de açudes estratégicos, que não impactem negativamente os açudes de jusante, principalmente, na vazão afluente ao açude Epitácio Pessoa. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 1,21, considerado muito elevado, indicando que suas demandas são fortemente reprimidas. Ele representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. Esse valor pode ser considerado um pouco mais baixo, pois cerca de 60% dos municípios dessa sub-bacia são supridos pela sub-bacia do Alto Paraíba, por meio de adutoras que têm como fonte hídrica o açude Epitácio Pessoa. Quando essa SBH foi simulada, de forma integrada às demais SBHs da bacia do Rio Paraíba, suas demandas hídricas foram quase plenamente atendidas. Ressalta-se que estas representam uma situação de anormalidade para a qual as demandas não prioritárias estão muito aquém daquelas que existiam na época do PERH-PB (2006).

7.4.2 Sub-bacia hidrográfica do Alto Paraíba

A sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba, na sua porção alta, é o espaço geográfico que drena as águas para o Rio Paraíba, sendo um dos principais contribuintes, juntamente com a contribuição do Rio Taperoá, para o açude Epitácio Pessoa. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de quase 490 mm/ano, ou seja, bem abaixo do índice pluviométrico da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, de 620 mm. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) de 2006, que se registrou um crescimento da ordem de 13% da população urbana e rural; uma diminuição da atividade industrial de cerca de 60% e de cerca de 80% das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de pesca em conjunto. Isso mostra também que essa região teve fortes restrições ao uso da água, devido ao longo período da última seca, e que as demandas estimadas correspondem a uma situação de anormalidade. Nessa sub-bacia hidrográfica, existem seis açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm³, são eles: Santo Antônio, Cordeiro, Poções, Sumé, Camalaú e Epitácio Pessoa, sendo este considerado o exutório da sub-bacia do Alto Paraíba. O açude Epitácio Pessoa (ou o Boqueirão de Campina Grande) é o segundo maior açude do Estado da Paraíba e tem importância ímpar para o abastecimento urbano de quase 20 sedes municipais, entre elas, Campina Grande, o segundo maior centro urbano da Paraíba. A disponibilidade hídrica desses açudes, com a garantia de 100%, é da ordem de 96 hm³/ano, a segunda maior da bacia do Rio Paraíba. A qualidade da água desses açudes pode ser caracterizada como compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água. Nota-se que, em relação ao PERH-PB (2006), não houve construção, nessa sub-bacia, de novos açudes estratégicos no período. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm³ e 10 hm³, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 15 l/s, considerada também muito baixa. Os pequenos açudes apresentam uma densidade muito baixa, de 0,06 açudes por km². Esses açudes não apresentam garantia, porém colaboram com o suprimento de água para os animais, para a pequena irrigação de subsistência e para a espacialização da água na sub-bacia. Quanto à disponibilidade, em águas subterrâneas, ela é de 0,252 hm³/ano. Essas águas apresentam média a fortes restrições, para o consumo humano e uso industrial, podem apresentar altas restrições para uso na irrigação e quase não apresentam restrições para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade (IAD), por já estar próximo da unidade, mostra que não há possibilidades para incremento endógeno da sub-bacia hidrográfica e que a construção de qualquer açude impacta, negativamente, os açudes de jusante, principalmente, na vazão afluente ao açude Epitácio Pessoa. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 0,14, considerado baixo, indicando que suas demandas são atendidas, sem restrições. Ele representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. Porém, na prática, o IUD_A tem valor mais alto, pois apenas a demanda externa para o abastecimento humano e industrial é quase quatro vezes maior que as demandas totais atuais (ano 2017) da sub-bacia do Alto Paraíba. Isso ocorre, principalmente, por conta das adutoras que captam água do açude Epitácio Pessoa: Sistema Integrado do Cariri e Sistema Integrado Campina Grande. Essas duas adutoras conduzem água para as sedes municipais, localizadas nas sub-bacias do Taperoá, Seridó Oriental e Médio Paraíba, e para a bacia hidrográfica do Rio Mamanguape. Essa SBHs, juntamente com o açude Epitácio Pessoa, exercem papel importante para o abastecimento humano e industrial da região central da Paraíba. Quando essa SBH foi simulada, de forma integrada, às demais SBHs da bacia do Rio Paraíba, suas demandas hídricas foram quase plenamente supridas. Ocorre que estas representam uma situação de anormalidade, para a qual as demandas não prioritárias estão muito aquém daquelas que existiam na época do PERH-PB (2006). Registra-se que, nesse diagnóstico integrado, a transposição das águas do Rio São Francisco pelo eixo leste não foi considerada. De fato, no período em estudo, apesar da infraestrutura hidráulica existir em quase sua totalidade, as águas transpostas foram realizadas a título de testes, tendo em vista que os

volumes transpostos não resultaram de um estudo de alocação de água. Portanto, em uma fase posterior dessa atualização do Plano, será desenvolvido um estudo específico, considerando por meio de cenários as entradas efetivas das águas do PISF, haja vista a importância desse empreendimento para o desenvolvimento do Estado.

7.4.3 Sub-bacia hidrográfica do Médio Rio Paraíba

A sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba, na sua porção média, é o espaço geográfico que drena as águas para a porção do Rio Paraíba, situada entre o açude Boqueirão e alguns quilômetros, aproximadamente, a jusante da parede do açude Argemiro de Figueiredo, popularmente chamado açude Acauã. Também nessa sub-bacia, localiza-se Campina Grande, centro urbano e industrial importante da Paraíba, abastecido em água pelo açude Epitácio Pessoa, localizado na sub-bacia do Alto Paraíba. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de quase 600 mm/ano, ou seja, da mesma ordem de grandeza do índice pluviométrico da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, de 620 mm. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) de 2006, até essa atualização, registrou-se um crescimento da ordem de 9,5% da população urbana e rural; uma diminuição da atividade industrial de cerca de 40% e de cerca de 80% das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de pesca em conjunto. Esse fato mostra as restrições ao uso da água, devido ao longo período da última seca, e que as demandas estimadas nessa atualiazação correspondem a uma situação de anormalidade. Nessa sub-bacia hidrográfica, existe apenas um açude estratégico, com capacidade superior a 10 hm^3, o açude Argemiro de Figueiredo (ou Acauã). O açude Acauã é terceiro maior açude do Estado da Paraíba e tem importância ímpar para abastecimento humano de municípios localizados na calha do Rio Paraíba, a jusante desse açude. Ele também provê águas para outros usos, entre eles, a irrigação e a carcinicultura. Terá ainda mais importância em curto e médio prazos, porque também receberá águas do PISF (Programa de Integração do São Francisco. O açude Acauã será também a fonte hídrica do canal Acauã-Araçagi. Esse canal conduzirá água para diversos fins e vários municípios, localizadas na própria sub-bacia do Médio Rio Paraíba, do Baixo Paraíba, do Mamanguape, chegando até a bacia hidrográfica do Rio Camaratuba. Ainda em termos de uso, o açude Acauã também tem a finalidade de mitigar os efeitos das enchentes da sub-bacia do Baixo Paraíba. A disponibilidade hídrica desse açude, com a garantia de 100%, é da ordem de 55 hm^3/ano, a terceira maior da bacia do Rio Paraíba. O monitoramento das águas desse açude aponta para uma concentração elevada, em cianobactérias e cianotoxinas. Ele recebe uma carga alta de DBO, principalmente, devido a esgotos domésticos não tratados. Registra-se que, em relação ao PERH-PB (2006), não houve também a construção, nessa sub-bacia, de novos açudes estratégicos até o presente. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm^3 e 10 hm^3, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 39 l/s, considerada também muito baixa. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,04 açudes por km^2, muito baixo. Esses açudes não apresentam garantia, mas são importantes, por suprirem as necessidades de água para os animais e para uma pequena irrigação de subsistência e constituírem a distribuição espacial da água, na sub-bacia. Quanto à disponibilidade de águas subterrâneas, ela é de 0,410 hm^3/ano. Essas águas apresentam pequenas a fortes restrições para o consumo humano e o uso industrial, podem apresentar altas restrições para uso na irrigação e pequenas restrições para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade IAD, por já estar próximo da unidade, mostra que não há possibilidade para um incremento endógeno, na sub-bacia hidrográfica, e que a construção de qualquer açude impactaria, negativamente, nas vazões afluentes ao açude Argemiro Figueiredo. O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 1,19, considerado alto, indicando que suas demandas já não são atendidas, plenamente, e que há disputa entre os usuários de recursos hídricos. Ele representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada,

quando comparada à disponibilidade. Na prática e em curto e médio prazos, o IUD_A apresentará valor mais alto ainda, devido às demandas hídricas previstas pelo uso do canal Acauã-Araçagi. Essa ocasião marcará a necessidade iminente de uso das águas do PISF e, como consequência, vai melhorar a gestão e o planejamento hídrico. Quando essa SBH foi simulada, de forma integrad,a às demais unidades da bacia do Rio Paraíba, suas demandas hídricas foram atendidas plenamente, embora se registre que estas representam uma situação de anormalidade, para a qual as demandas não prioritárias estão muito aquém daquelas que existiam na época do PERH-PB (2006).

7.4.4 Sub-bacia hidrográfica do Baixo Rio Paraíba

A sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba, na sua porção baixa, é o espaço geográfico que drena as águas para o Rio Paraíba, desde um pouco a jusante do açude Acauã até o seu exutório. Nessa sub-bacia, localiza-se a região da Grande João Pessoa, formada pelos municípios de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e Santa Rita, que têm participação especial nas demandas hídricas do Estado. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de quase 1.050 mm/ano, ou seja, acima do índice pluviométrico da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, de 620 mm. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) de 2006, até essa atualização do plano, registrou-se um crescimento da ordem de 20% da população urbana e rural, representando o terceiro maior crescimento populacional da Paraíba; um aumento da atividade industrial de cerca de 40% e de cerca de 125% das atividades agrícolas, atividades, pecuárias, de irrigação e de pesca em conjunto. Esses três vetores de crescimento: populacional, industrial e agrícola apontam, consequentemente, para maiores demandas hídricas. Nessa sub-bacia hidrográfica, existem apenas dois açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm^3, são eles: os açudes José Rodrigues e São Salvador. A disponibilidade hídrica atual dessa sub-bacia é da ordem de 153 hm^3/ano, representando quase 50% das disponibilidades hídricas da bacia do Rio Paraíba. É fortemente dependente pela vazão a fio d'água e pelos recursos hídricos subterrâneos, participando em quase 95% da disponibilidade hídrica atual. A qualidade da água bruta dessa sub-bacia hidrográfica é prejudicada pela falta de tratamento dos esgotos domésticos, porém não foram encontradas concentrações de agrotóxicos acima do limite de detecção. Em relação ao PERH-PB (2006), não houve a construção de novos açudes estratégicos, nessa sub-bacia, no período 2006 e a atualização deste plano. Nessa sub-bacia, o relevo, juntamente com o alto custo das terras, são fatores que limitam a construção de novos açudes. Os açudes interanuais apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 80 l/s, considerada também baixa. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,14 açudes por km^2. Esses açudes não apresentam garantia, mas colaboram com o suprimento das necessidades de água para os animais, pequena irrigação de subsistência e a espacialização da água na sub-bacia. Nessa região, as águas subterrâneas promovem uma melhor distribuição espacial dos recursos hídricos, porque grande parte da sub-bacia se encontra em região sedimentar. Quanto à disponibilidade em águas subterrâneas, ela é de 60 hm^3/ano, representando mais de 50% da disponibilidade hídrica atual. Essas águas apresentam, geralmente, poucas restrições ao consumo humano, ao uso industrial e ao uso na irrigação e quase sem restrições para o consumo animal. O índice de ativação da disponibilidade (IAD) mostra que há possibilidade para um incremento endógeno da sub-bacia hidrográfica, mas o custo da terra e o relevo, conforme dito anteriormente, são fatores limitantes da ativação do IAD. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 1,72, considerado alto e indicando que suas demandas já não são atendidas, plenamente, e que há também disputa entre os usuários de recursos hídricos. Esse índice representa a demanda atual interna à sub-bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. Na prática, o IUD_A apresenta valor um pouco mais baixo, pois o abastecimento humano da Grande João Pessoa é realizado, por meio da

importação direta da bacia hidrográfica do Rio Gramame e, indiretamente, da bacia hidrográfica do Abiaí, com um terço da demanda atual da sub-bacia do Baixo Rio Paraíba.

A seguir, apresenta-se o Diagnóstico Integrado das demais bacias hidrográficas do Estado da Paraíba. Inicialmente, são tratadas nas bacias dos rios Jacu e Curimataú, depois as bacias dos Rios Guaju, Camaratuba, Mamanguape, localizadas na região litorânea norte, e, por fim, as bacias hidrográficas localizadas na região litorânea sul, as bacias dos Rios Gramame e Abiaí.

7.5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACU

A bacia hidrográfica do rio Jacu, na sua porção localizada no Estado da Paraíba, é o espaço geográfico que drena suas águas para o Estado do Rio Grande do Norte. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é de aproximadamente 600 mm/ano, estando entre as SBHs de menor índice pluviométrico da Paraíba. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) de 2006, até o ano 2017, considerado a data base para essa atualização do plano, que se observa um crescimento da ordem de 10% da população urbana e rural; uma redução expressiva de suas atividades industriais de aproximadamente 85%, e na contramão do que ocorreu em outras bacias do Estado que reduziram suas atividades agrícolas; na bacia hidrográfica do Rio Jacu, observa-se um aumento de 120% nas atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e pesca, em conjunto. Nessa bacia hidrográfica, existe apenas um açude estratégico, com capacidade superior a 10 hm^3, o açude Boqueirão do Cais. A disponibilidade hídrica atual dessa bacia hidrográfica é da ordem de 3 hm^3/ano, equivalente à disponibilidade hídrica de seu único açude, com 100% de garantia. Esse valor de disponibilidade hídrica é tão baixo que a dos pequenos açudes chega a ser uma vez e meia maior que esse valor, porém não oferecem garantia. A qualidade da água desse açude é compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água. Registra-se que, em relação ao PERH-PB (2006), não houve também construção de novos açudes estratégicos, nessa bacia, até o inicio do período abrangido pela atualização deste plano. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm^3 e 10 hm^3, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 6 l/s, considerada também baixa. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,04 açudes por km^2, igualmente baixa. Esses açudes não apresentam garantia, mas fazem o suprimento das necessidades de água dos animais e propiciam uma pequena irrigação de subsistência, além de melhorar a espacialização da água, na bacia hidrográfica. Nessa região as águas subterrâneas promovem também uma melhor distribuição espacial dos recursos hídricos, uma vez que grande parte dessa se encontra em região sedimentar. A disponibilidade hídrica subterrânea atual também é baixa, sendo igual a 0,252 hm^3/ano. Essas águas apresentam fortes restrições para o consumo humano, industrial e a irrigação, bem como para o consumo animal. Os altos índices de salinidade dessas águas estão sendo reduzidos pelo Programa de Dessalinização Água Doce. O índice de ativação da disponibilidade IAD mostra que há possibilidade para um incremento endógeno da bacia hidrográfica, porém, devido às altas taxas de evaporação e à baixa pluviosidade, um novo açude, para apresentar viabilidade econômica, exigiria uma grande bacia hidrográfica de contribuição. Além disso, o impacto sobre a disponibilidade na porção norte rio grandense dessa bacia hidrográfica precisaria ser cuidadosamente avaliado. O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 1,46, considerado alto, indicando que suas demandas já não são atendidas plenamente e que há também disputa entre os usuários de recursos hídricos. Esse índice representa a demanda atual interna à bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. As simulações efetuadas, neste estudo, com o modelo Acquanet, para atender as demandas estimadas para o ano 2017, de maneira otimizada, confirmaram também o não atendimento às demandas hídricas.

7.6 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURIMATAÚ

A bacia hidrográfica do rio Curimataú é o espaço geográfico que drena as suas águas para o Rio Curimataú até este penetrar no Estado do Rio Grande do Norte. O índice pluviométrico médio dessa unidade é de aproximadamente 700 mm/ano. Desde as estimativas feitas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) de 2006, até a presente atualização, que se observa um crescimento baixo da ordem de 4% da população urbana e rural; a atividade industrial foi reduzida na ordem de 45%, embora em termos absolutos a demanda por recursos hídricos permaneça muito baixa, da ordem de 4 l/s. Por outro lado, identificou-se um aumento das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e pesca, em conjunto, da ordem de quatro vezes. Nessa bacia hidrográfica, existe apenas um açude estratégico, com capacidade superior a 10 hm³, o açude Jandaía. A disponibilidade hídrica desse açude, com a garantia de 100%, é da ordem de 11 hm³/ano. Esse açude foi finalizado em 2012, apresentando, desde então, pequeno volume de água. Não existe, ainda, monitoramento indicador da qualidade de suas águas. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm³ e 10 hm³, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 111 l/s, spequena. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,04 açudes por km². Estes não apresentam garantia, porém ajudam a suprir as necessidades de água para os animais e para uma pequena irrigação de subsistência, bem como para distribuição espacial da água na bacia. A disponibilidade, em águas subterrâneas, é de 0,378 hm³/ano. Essas águas apresentam fortes restrições para o consumo humano, uso industrial, irrigação e consumo animal. Os altos índices de salinidade dessas águas estão sendo mitigados pelo Programa de Dessalinização Água Doce. O índice de ativação da disponibilidade IAD, nesta porção paraibana, é de 0,27, o que sugere, de forma inverídica, a possibilidade de um pequeno incremento endógeno da disponibilidade, nessa bacia hidrográfica. Observando o mapa da rede de drenagem, verifica-se que a bacia do Rio Curimataú, em território paraibano, é formada por inúmeras pequenas bacias hidrográficas que convergem para o Rio Curimataú, em território potiguar. Dessa maneira, a construção de novos açudes, no território paraibano dessa bacia hidrográfica, implica em modificações nas vazões afluentes ao Estado vizinho, requerendo acordos e prudências nas etapas de planejamento. O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 4,22, valor muito alto, mostrando que o atendimento às demandas já é fortemente reprimido. Registra-se que parte das demandas atuais para o abastecimento humano e industrial é atendida pela adutora Canafístula, gerando uma pressão sobre a bacia do Rio Mamanguape. As simulações efetuadas, neste estudo, com o modelo Acquanet, para atenderem às demandas estimadas para o ano 2017, de maneira otimizada, mostraram também que o atendimento de suas demandas não é realizado de forma adequada.

7.7 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAJU

A bacia hidrográfica do Rio Guaju é do tipo exorreica, drenando suas águas diretamente para o Atlântico. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia é maior que 1.800 mm/ano, estando entre as áreas de maior índice pluviométrico da Paraíba. Essa bacia hidrográfica, assim com boa parte das demais bacias localizadas no litoral paraibano, encontra-se na região sedimentar. Essa bacia hidrográfica é a única do Estado que não tem sede municipal em sua área de abrangência, não requerendo, assim, água para o abastecimento urbano.Já para o abastecimento rural a demanda é baixa, representando menos que 2% de suas demandas totais, No Plano Estadual de Recursos Hídricos de 2006 não foram contabilizadas demandas para a indústria, que agora precisa menos que 15% da demanda total, nem para a irrigação, que agora requer quase 85% das demandas totais dessa BH. Acredita-se que as demandas hídricas dessa bacia hidrográfica não foram corretamente estimadas no PERH-PB (2006), possivelmente pela inexistência de um Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacia, naquela

época, e que ainda não foi realizado até os dias atuais. Nessa bacia hidrográfica, não há açudes estratégicos com capacidade superior a 10 hm³. A disponibilidade hídrica atual é devida à vazão a fio d´água, da ordem de 22 hm³/ano. A qualidade dessas águas é boa, compatível com a classe 1. Também não conta com açudes interanuais, com capacidade de armazenamento entre 1 e 10 hm³, e os pequenos açudes apresentam uma densidade muito pequena, de 0,01 açudes por km², fornecendo uma disponibilidade hídrica de de 0,558 hm³/ano, porém sem garantia. Nos cadastros de poços consultados, não se encontram informações sobre o uso de água subterrânea. O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 2,51, considerado muito alto. Esse índice indica que as demandas não são atendidas plenamente. Essa bacia hidrográfica, apesar de ser pequena, requer, com urgência, a elaboração de seu Plano de Recursos Hídricos, haja vista a forte demanda pelos recursos hídricos, principalmente para irrigação.

7.8 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMARATUBA

A bacia hidrográfica do Rio Camaratuba é do tipo exorreica, drenando suas águas diretamente para o Atlântico. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia chega a atingir 1.800 mm/ano, estando entre as áreas de maior índice pluviométrico da Paraíba. Essa bacia hidrográfica, como parte das demais localizadas no litoral paraibano, encontra-se na região sedimentar. Após as estimativas feitas no Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2006, até essa atualização do Plano, registra-se um crescimento da ordem de 44% da população urbana e rural, sendo considerada a região de maior crescimento do Estado, no período considerado (2006-2017); uma redução de quase 100% da atividade industrial e aumento de quase duas vezes das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e pesca, em conjunto. Essa bacia hidrográfica não conta também com Plano Diretor de Recursos Hídricos, até os dias atuais, como também, não dispõe de açudes estratégicos com capacidade superior a 10 hm³. A disponibilidade hídrica atual dessa bacia hidrográfica é da ordem de 46 hm³/ano. A vazão a fio d'agua representa cerca de 95% da sua disponibilidade hídrica, e as águas subterrâneas, 5%. A qualidade das águas superficiais desta bacia é geralmente compatível com o enquadramento em classe 2, com algumas exceções, devido à falta de tratamento de esgotos sanitários. A qualidade das águas subterrâneas apresenta pouca restrição ao consumo humano, industrial e para irrigação. A bacia apresenta uma densidade razoável de pequenos açudes, 0,22 açudes por km². O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 0,35, considerado baixo, indicando que suas demandas são atendidas, plenamente, e que não há disputa entre os usuários de recursos hídricos. Ele representa a demanda atual interna à bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. As simulações efetuadas, neste estudo, com o modelo Acquanet, para atenderem as demandas estimadas para o ano 2017, de maneira otimizada, indicam que quase todas suas demandas podem ser atendidas.

7.9 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MAMANGUAPE

A bacia hidrográfica do Rio Mamanguape também é do tipo exorreica, drenando suas águas diretamente para o Atlântico. O índice pluviométrico médio dessa bacia é de 1.150 mm/ano, estando também entre as áreas de maior índice pluviométrico da Paraíba. Parte dessa bacia hidrográfica encontra-se na região sedimentar, e outra parte, na região do Cristalino. Desde as estimativas feitas no Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2006, atualizado neste PERH, registra-se um crescimento de quase 6% da população urbana e rural; um aumento da atividade industrial pouco maior que 50%, bem como um aumento pouco maior que duas vezes das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de pesca, em conjunto. Essa bacia hidrográfica também não conta com Plano Diretor de Recursos Hídricos, até os dias atuais. Nessa bacia hidrográfica, há dois açudes estratégicos, com capacidade superior a 10 hm³, são

eles: os açudes Araçagi e Camará. A disponibilidade hídrica atual dessa bacia hidrográfica é da ordem de quase 160 hm³/ano, sendo que a vazão a fio d'agua representa cerca de 40% da disponibilidade hídrica, e as vazões regularizáveis dos açudes, com 100% de garantia, representam 55% da disponibilidade hídrica. Aproximadamente 3% da disponibilidade hídrica são de águas subterrâneas, perfazendo um valor anual de 4,857 hm³/ano, sendo a maior disponibilidade hídrica do litoral norte, na Paraíba. A qualidade da água do açude Araçagi é compatível com a classe 2 do enquadramento dos corpos de água, segundo dados do monitoramento realizado pela CAGEPA. Observa-se que diversos municípios cujas sedes se encontram na bacia hidrográfica do açude Araçagi não têm tratamento de esgotos domésticos. Desse jeito, a carga poluidora dos esgotos domésticos afluentes ao açude Araçagi deve ser alta. Apesar dos resultados apresentados pelo monitoramento da qualidade da água efetuada no açude, recomenda-se um estudo mais aprofundado do assunto. Os açudes interanuais, aqueles com capacidade entre 1 hm³ e 10 hm³, apresentam uma disponibilidade total, com 90% de garantia, da ordem de 53 l/s. Os pequenos açudes apresentam uma baixa densidade de 0,08 açudes por km². A qualidade das águas subterrâneas dessa bacia hidrográfica, conforme monitoramento do SISAGUA/MS, apresenta risco ao consumo humano. O índice de ativação da disponibilidade IAD mostra que ainda há possibilidade para um incremento endógeno da disponibilidade na bacia hidrográfica. Porém, deve-se considerar o impacto de novos açudes no açude Araçagi, pois, possivelmente, a jusante deste açude não haja área com topografia adequada para construção de novos açudes. Além disso, outra restrição seria o alto valor das terras da região de jusante do açude Araçagi. O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 1,46, considerado alto, indicando que as demandas não são atendidas plenamente e que há, também, disputa entre os usuários de recursos hídricos. Esse índice representa a demanda atual interna à bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. As simulações efetuadas, neste estudo, com o modelo Acquanet, o qual considera também as demandas externas, principalmente, das bacias hidrográficas do Curimataú e do Camaratuba, indicam que nem todas as demandas hídricas da bacia podem ser atendidas. Ainda, na fase de planeamento do PERH-PB, deve-se atentar para as funções do açude Araçagi, que além de atendar aos diversos usos (abastecimento humano, industrial, irrigação, pesca, etc.) também é mitigador das enchentes do baixo Mamanguape, afetando, principalmente, as cidades de Mamanguape e Rio Tinto, entre outras.

7.10 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIRIRI

A bacia hidrográfica do Rio Miriri, classificada como exorreica, drena suas águas diretamente para o Atlântico. O índice pluviométrico médio dessa sub-bacia chega a atingir 1.300 mm/ano, estando também entre as áreas de maior índice pluviométrico da Paraíba. Essa bacia hidrográfica, assim como boa parte das demais localizadas no litoral paraibano, encontra-se na região sedimentar. Desde as estimativas feitas no Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2006, até essa atualização, nota-se um crescimento da ordem de 33% da população urbana e rural, sendo considerada também uma região de forte crescimento do Estado, no período considerado (2006-2017); uma redução de quase 100% da atividade industrial e um aumento de quase duas vezes das atividades agrícolas, pecuárias, de irrigação e de pesca, em conjunto. Acredita-se que as demandas hídricas dessa bacia hidrográfica não foram corretamente estimadas no PERH-PB (2006), possivelmente, pela inexistência de um Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia naquela época, a qual se mantem até os dias atuais. A disponibilidade hídrica, nessa bacia hidrográfica, é de 48 hm³/ano, quase totalmente a fio d´água (95%). A disponibilidade hídrica, em águas subterrâneas, é de 6,591 hm³/ano. A densidade de pequenos açudes é de 0,14 açudes/ km². A qualidade das águas superficiais é compatível com a classe 1 do enquadramento e não apresenta restrições para o consumo humano, industrial, animal e de irrigação. O índice de ativação da disponibilidade IAD é de

0,36, mostrando que, caso haja uma topografia adequada, estudos de viabilidade de incremento da disponibilidade, por meio de construção de barragens, devem ser ponderados. O Índice de Utilização das Demandas atual (IUD_A) é de 1,54, valor alto, o que mostra haver restrições para certos usos e potenciais conflitos entre os usuários. Recomenda-se efetuar, urgentemente, o plano diretor de recursos hídricos dessa bacia hidrográfica.

7.11 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAMAME

A bacia hidrográfica do Rio Gramame, também exorreica, drena suas águas diretamente para o Atlântico. O índice pluviométrico médio dessa bacia chega a atingir 1.400 mm/ano, estando também entre as áreas de maior índice pluviométrico da Paraíba. Toda a bacia hidrográfica encontra-se na região sedimentar. Desde as estimativas feitas no Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2006, até essa atualização, registra-se um crescimento maior que 18% da população urbana e rural e um aumento do parque industrial na fronteira, entre a bacia do rio Gramame e o Baixo Paraíba, bem como das atividades agropecuárias. Esses aumentos não foram aqui quantificados, por terem sido utilizadas metodologias diferentes para o cálculo das demandas por recursos hídricos destas atividades. Observa-se também uma pressão demográfica, na bacia, devida à proximidade do parque industrial de João Pessoa, a oeste, e do parque fabril da Mata Norte do Estado de Pernambuco, o que, com certeza, afetará significativamente a demanda por recursos hídricos, nos próximos anos. O Plano Diretor de Recursos Hídricos dessa bacia hidrográfica foi concluído no ano 2.000, tendo como horizonte de longo prazo o ano de 2.020, ou seja, está para atingir seu horizonte máximo de estudo, necessitando, dessa maneira, ser atualizado. Nessa bacia hidrográfica, há um açude estratégico, com capacidade superior a 10 hm^3, o açude Gramame-Mamuaba. A disponibilidade hídrica atual dessa bacia hidrográfica é da ordem de quase 145 hm^3/ano, sendo que a vazão a fio d'agua e a vazão regularizável, com 100% de garantia, do açude representam pouco mais da metade da disponibilidade hídrica, enquanto as águas subterrâneas são responsáveis, diretamente, pelo restante da disponibilidade hídrica atual. A disponibilidade hídrica subterrânea atual já é maior que as bacias analisadas até então, sendo igual a 67,960 hm^3/ano. Com exceção de alguns trechos de rios, localizados próximos ao parque industrial de João Pessoa, as águas superficiais dessa bacia não apresentam restrições significativas ao consumo humano, animal, industrial nem para irrigação. Quanto às águas subterrâneas, o monitoramento da sua qualidade é deficiente, não permitindo uma avaliação segura dos indicadores de qualidade da água. Os pequenos açudes apresentam uma densidade de 0,09 açudes por km^2. O índice de ativação da disponibilidade IAD mostra que não há mais possibilidade para um incremento endógeno, na bacia hidrográfica, pois seu valor é igual a 0,69. O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 1,26, considerado alto, indicando que suas demandas já não são atendidas plenamente e que há também disputa entre os usuários de recursos hídricos. Esse índice representa a demanda atual interna à bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade. Ressalta-se que, no cálculo desse índice, não foram consideradas as exportações de águas dessa bacia para a sub-bacia do Baixo Paraíba, o que implica no incremento desse indicador, visto que grande parte do abastecimento humano da Grande João Pessoa vem da bacia hidrográfica do Rio Gramame. Mais recentemente, o sistema de abastecimento da Grande João Pessoa foi reforçado com transposição oriunda da bacia hidrográfica do Rio Abiaí. As simulações efetuadas, neste estudo, com o modelo Acquanet, para atender as demandas internas e externas estimadas para o ano 2017, de maneira otimizada, indicam que há restrições ao atendimento das demandas hídricas, reforçando, então, que já há disputas entre os diferentes usuários de recursos hídricos. Ainda, na fase de planeamento do PERH-PB, deve-se atentar para a relação existente entre a bacia hidrográfica do Rio Gramame e suas vizinhas, a do Baixo Paraíba, importante consumidora do Gramame, e a do Abiaí, importante provedora de água para o Gramame.

7.12 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ABIAÍ

A bacia hidrográfica do Rio Abiaí, também classificada como exorreica, drena suas águas de forma direta para o Atlântico. O índice pluviométrico médio dessa bacia chega a atingir 1.700 mm/ano, estando também entre as áreas de maior índice pluviométrico da Paraíba. Toda a bacia hidrográfica encontra-se na região sedimentar. Desde as estimativas feitas no Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2006, até esta atualização, menciona-se um crescimento pouco maior que 16% da população urbana e rural. Observa-se um aumento grande do parque industrial, bem como das atividades agropecuárias na bacia hidrográfica. Esses aumentos não foram aqui quantificados, por terem sido utilizadas metodologias diferentes para o cálculo das demandas por recursos hídricos dessas atividades. Observa-se também uma pressão demográfica na bacia, devioa à proximidade do parque industrial de João Pessoa, a oeste, e do Parque Fabril da Mata Norte do Estado de Pernambuco, o que, com certeza, afetará significativamente a demanda por recursos hídricos nos próximos anos. Essa bacia hidrográfica também não conta com Plano Diretor de Recursos Hídricos, até os dias atuais, como também não dispõe de açudes estratégicos. A disponibilidade hídrica atual dessa bacia hidrográfica é da ordem de quase 107 hm^3/ano, sendo que a vazão a fio d'agua representa quase 100% da disponibilidade hídrica. A qualidade das águas superficiais dessa bacia apresenta poucas restrições para ser utilizada para o consumo humano, industrial e de irrigação e quase nenhuma restrição para o abastecimento animal. No entanto, na parte baixa do curso do rio, a qualidade da água está prejudicada pelo lançamento de esgotos in natura. A disponibilidade hídrica subterrânea atual é de 1,198 hm^3/ano. O monitoramento da qualidade dessas águas é deficiente, não permitindo uma avaliação segura da mesma. O índice de ativação da disponibilidade IAD mostra que ainda há possibilidade para um incremento endógeno da bacia hidrográfica, pois seu valor é igual a 0,33. O Índice de Utilização das Demandas Atual (IUD_A) é de 0,83, considerado alto, mesmo suprindo suas demandas hídricas plenamente. Ele representa a demanda atual interna à bacia utilizada, quando comparada à disponibilidade, ressaltando que, no cálculo desse índice, não foram consideradas as exportações de águas dessa bacia para a bacia hidrográfica do Rio Gramame, o que implica no incremento desse indicador, visto que grande parte do abastecimento humano da Grande João Pessoa vem dessa bacia hidrográfica. As simulações efetuadas, neste estudo, com o modelo Acquanet, para atender as demandas internas e externas estimadas para o ano 2017, de maneira otimizada, indicam que quase todas as demandas hídricas da bacia podem ser atendidas. Ainda, na fase de planeamento do PERH-PB, deve-se atentar para a relação existente entre essa bacia hidrográfica e a do Rio Gramame.

8 IMPLEMENTAÇÃO DO PERH-PB/2006

8.1 INTRODUÇÃO

O Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba – PERH – PB/2006 teve como foco principal a gestão da água, no território, de forma sustentável. De modo a alcançar esse objetivo, buscou atender três vertentes básicas:

O Desenvolvimento Institucional

O Planejamento e gestão

A conservação do solo, água e ecossistemas

Apesar da tradição do Estado da Paraíba, desde os primeiros esforços do ministro José Américo de Almeida, na implementação de programas de açudes, irrigação e reflorestamento, no âmbito da Comissão de Reflorestamento do antigo IFOCS, hoje DNOCS, a nova política de recursos hídricos surgiu como um novo marco legal, separando a água da posse de terra, libertando os empreendimentos da burocracia do governo, estabelecendo uma nova relação entre a água e o setor privado. Aliado a essa importante política pública, havia o projeto ambiental, como desdobramento da ECO 92, propiciando um elemento de proteção da natureza tendo como foco principal o recurso hídrico.

Esse condicionamento, apontando para o terceiro milênio, induziu fortemente a concepção do PERH-PB/2006, no sentido de fortalecer os instrumentos de gestão da água, no âmbito do arcabouço institucional adequado para aquela nova realidade.

Esse fato é marcante no elenco de programas que integraram o PERH-PB/2006.

8.1.1 Programas do PERH-PB/2006

As ações preconizadas no plano de 2006 foram discriminadas em oito (8) categorias e vinte e quarto(24) programas.

8.1.1.1 Categoria I – Desenvolvimento e Articulação Institucional

PROGRAMAS

1. Apoio à criação e funcionamento de Comitês de Bacias e Associações de Usuários de Água.

A ideia e finalidade eram no sentido de que as associações de usuários formadas dariam apoio à criação e ao funcionamento dos comitês, iniciando a base do SIGERH – Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Paraíba.

Também foi planejada a criação de uma Central de Associações, no curto prazo daquele plano, cuja finalidade seria resolver as dificuldades relacionadas à gestão das associações de usuários. Seriam criados também os comitês das sub-bacias Hidrográficas do Rio Piancó, do Rio do Peixe e das bacias hidrográficas do Litoral Norte, do Litoral Sul e do Rio Paraíba.

Essa meta de criação e funcionamento da Central de Associação não foi implantada, contudo as Associações de Usuários se articularam e muito contribuíram para a organização dos embriões dos comitês de bacia. Em relação a esses comitês, a ANA patrocinou a realização do marco regulatório da bacia do Piranhas Açu, capitaneado pela ANA, negociou com os Estados

do Rio Grande do Norte e da Paraíba visando organizar um comitê conjunto interestadual . Em função dessa prerrogativa de bacia federal, foi criado o comitê da bacia do Piancó/Piranhas/Açu, com representantes dos dois Estados.

Nessa mesma linha organizacional, foram formulados mais três comitês de bacia: Litoral Sul(CBH-LS); Rio Paraíba(CBH-PB); Litoral Norte (CBH-LN).

Portanto, em um horizonte de médio prazo de 10 anos, as metas previstas no PERH/PB foram cumpridas integralmente.

Como indicativo de referência ao espaço do território paraibano, contemplado e organizado com comitês de Bacias Hidrográficas, essas instituições representam 92% da superfície do Estado.

2. Desenvolvimento e Articulação Institucional do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGERH.

O sistema SIGERH foi criado em 1996, pela lei nº 6.308/96. Esse programa preconizava estudos para implementação de outorga e cobrança pelo uso da água e implantação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

Essa mesma lei nº 6.308/96 contemplou elementos técnicos para a gestão hídrica da Paraíba, como o Conselho Estatual de Recursos Hídricos da Paraíba – CERH e suas respectivas funções, em que se incluem: aprovação de Planos, enquadramento dos corpos d'água, estabelecimento de critérios para outorga e cobrança pelo uso da água, aprovação de proposta de criação de comitês de bacia e instituição de câmaras técnicas, entre outras importantes questões.

Nesses aspectos, as proposições desses programas relacionadas ao plano institucional foram alcançadas a médio prazo, uma vez que os instrumentos de outorga, cobrança e fundo financeiro, mecanismos institucionais fundamentais para a gestão dos Recursos Hídricos, são acompanhadas pelas Câmaras Técnicas do Conselho e funcionam normalmente.

Entretanto, a revisão do Arcabouço Jurídico e Institucional apontada no PERH/2006, a ser realizada a curto prazo, será de todo modo uma ação permanente, visando à atualização do SIGERH e a novas demandas ,a exemplo da integração do Estado da Paraíba com o projeto São Francisco.

Como indicativo de gestão em uma primeira fase, antes da cobrança, a outorga é um poderoso instrumento de gerenciamento da água no território. O diagnóstico revela que o número de outorgas para abastecimento humano (1637) é praticamente equivalente ao da irrigação (1639), fato preocupante, tendo em vista o peso da irrigação no uso da água.

O indicador do avanço da organização, monitoramento e direito do uso da água é a compatibilidade do volume outorgado e a implementação desse uso na prática, pois os dados de outorgas vencidas sobre as concedidas é de 74%, revelando um índice limitado de capacidade institucional do órgão gestor.

Assim, as metas programadas em um horizonte de médio prazo, continuam em processo de implementação.

3. Elaboração e Atualização de Planos Diretores de Bacias Hidrográficas.

O Estado da Paraíba já elaborou os Planos Diretores de Recursos Hídricos das seguintes bacias: Jacu/Curimataú (2000), bacia do Rio Paraíba (2001), sub-bacia do Rio Peixe (1997), sub-bacias do Piancó e Alto Piranhas (1997), sub-bacia do Piranhas/Seridó (1997), bacia do Gramame (2001), sub-bacia do Espinharas (2000), Estado da Paraíba (PERH/PB, 2006) e Plano de Recursos Hídricos do Piancó/Piranhas/Açu (2015).

Uma vez que o PERH-PB/2006 foi elaborando em termos de bacia, os organismos do Estado (SEIRHMA e AESA) não viram a necessidade de atualizar os planos diretores das bacias do Piranhas, Paraíba, Jacu, Curimataú e Trairi. Por outro lado, não foram elaborados planos diretores para as seguintes bacias: Miriri, Camaratuba, Mamaguape, Guaju, Abiaí/Papocas.

Do ponto de vista de alcance da meta a médio prazo, as bacias já contempladas com planos de recursos hídricos representam 90% do território estadual, um indicador positivo.

4. Sistema Informatizado de Gestão de Outorga.

Um banco de dados georreferenciado para o cadastro e o monitoramento das outorgas pelo uso da água foi implementado, no médio prazo, e vem operando com novos ajustes e ferramentas tecnológicos. A AESA vem procurando unificar o cadastro, outorga e cobrança.

Os indicadores sobre a arrecadação pelo uso da água bruta, dentre os quais a bacia do Rio Paraíba tem a liderança (37,86%), seguida pela bacia do Rio Gramame (17,66%), revelam o peso da região metropolitana de João Pessoa, no consumo hídrico paraibano. Contudo, um indicativo que caracteriza melhor a gestão da água é o valor relativo entre o volume outorgado e o volume cobrado. A AESA não dispõe desse dado. Nesse tema, a AESA vem utilizando um sistema de monitoramento georreferenciado por imageamento do território, utilizando serviços de consultoria especializada, para o controle em tempo real atualizado da outorga. Portanto, a meta proposta no PERH/2006 foi cumprida, ainda que o plano não tenha apontado proposta de indicador. Nesse caso, consideramos que o melhor indicativo de performance para o programa seja o número proposto anteriormente, ou seja, a relação entre volume outorgado e cobrado em porcentagem, comparando ambos os instrumentos de gestão.

8.1.1.2 Categoria II – Planejamento e Gestão.

Subcategoria(s) – Instrumentos da Política Estadual e de Gestão dos Recursos Hídricos.

PROGRAMAS

5. Política de Cobrança pelo Uso da Água Bruta.

O Fundo Estatual de Recursos Hídricos, FERH, criado ainda em 1996, passou por regulamentação e somente entrou em funcionamento, em 2010, por determinação do Decreto n° 31.215/2010. Além de outras compensações, como a exploração mineral, a arrecadação resultante da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio estadual integra esse fundo.

Essa meta de programa foi alcançada por meio do Decreto Estadual n° 33.613/2012 e nesse caso, a médio prazo, uma vez que, já em 2015, foi registrado um determinado valor de arrecadação.

A Tabela 4.1 – Recursos Financeiros do PERH, apresentada no capítulo 4 do RF-02A, mostra que a cobrança foi de fato implantada nas bacias de domínio estadual. Quantos às bacias federais, a ANA repassa o recurso proveniente da cobrança para a agência estadual - AESA.

O indicador proposto para essa ação é volume cobrado/ano.

6. Sistema de Fiscalização do Uso da água.

Atualmente, a fiscalização é realizada por técnicos da AESA, com a ajuda da Companhia de Policiamento Florestal.

A AESA viabilizou contrato com uma empresa que realiza os serviços de imageamento, com o uso de imagem de satélite de alta resolução, para fiscalizar, de forma georreferenciada, a água outorgada no território paraibano.

Os indicativos propostos para essa meta são: o crescimento do quadro de pessoal contratado para essa função/ano e o número de revisões da legislação proposta, com adequações apresentadas pela AESA/ano.

7. Sistema de Informação de Recursos Hídricos.

Sobre esse programa, é possível considerar que o Estado da Paraíba já avançou passos importantes. O sistema GEO AESA está acoplado ao SIG e disponibiliza dados como: base cartográfica da Paraíba, outorga, rede hidrometeorológica, acompanhamento de volume dos açudes, ficha técnica. Além dessas, destacam-se outras informações não menos importantes, tais como, a qualidade de água dos reservatórios, as licenças e outorgas, as vazões de rios, as chuvas, a previsão do tempo e o apoio à fiscalização.

8. Monitoramento Hidrometeorológico.

No âmbito deste programa, algumas ações podem ser consideradas como avançadas: implantações das plataformas (PCD'S) e estações de macromedições no Rio Paraíba, entre Monteiro (Açude Porções) e Cabaceiras (Açude Boqueirão).

A rede relacionada aos dados pluviométricos é considerada regular, e a densidade territorial atende aos parâmetros da OMM. O indicador mais objetivo para esta ação seguir a mesma recomendação do item anterior é a quantidade de equipamentos hidrométricos instalados por ano.

9. Monitoramento da Qualidade da Água

O programa previa, a curto prazo, a montagem de um laboratório de análise de água e capacitação de pessoal técnico. Essa meta está sendo atendida por meio do Programa Qualiágua da ANA, em convênio com a Universidade Federal de Campina Grande, que executa as avaliações em seu laboratório. Os recursos são originários da própria ANA. Em função do modelo adotado, convênio com a ANA, o indicador mais prático e que reflete essa ação é a implementação desses pontos de medição no território, por ano. Contudo, quando da implementação futura do programa de saneamento, preconizado no PERH/PB, o indicativo ideal será a melhoria da qualidade da água de rios e açudes, em função do esgotamento sanitário e tratamento das águas residuais e até mesmo da implantação do Projeto de Resíduos Sólidos do Estado, mediante o indicador: quantidade de amostras analisadas por ano.

10. Educação Ambiental para Proteção dos Recursos Hídricos

Trata-se de uma meta permanente de integração das instituições municipais, estaduais federais e associações comunitárias, na defesa do meio ambiente, visando a proteger a qualidade da água. É importante considerar que o arsenal punitivo da política ambiental é bem mais rigoroso,uma vez que a SEIRHMA reúne, na mesma instituição, os segmentos de meio ambiente e recursos hídricos, permitindo que o primeiro possa proteger e preservar a água no território paraibano.

Essa meta caracterizada como uma ação continuada, permanecendo em avanço lento, porém continuo. O melhor indicador para essa ação educativa será o percentual do número de eventos de capacitação ambiental, nos três níveis de governo, por ano, focando sobretudo nos municípios.

11. Capacitação Técnica em Recursos Hídricos

Os programas de treinamento das equipes engajadas, nos projetos hídricos, são constituídos por ações pontuais promovidas por órgãos do setor. Nesses se incluem seminários, congressos, debates e outros eventos voltados para a área de interesse. Essa meta é gradativa, continuada e ao longo do tempo. Ela deve ser medida pela quantidade de eventos sobre o tema, relacionada por ano.

12. Planejamento da Operação Integrada dos Reservatórios

A primeira fase dos objetivos deste programa foi executada no capítulo 02 do PERH/PB, quando foi detalhado o diagnostico de disponibilidade hídrica dos reservatórios integrantes da base monitorada pela AESA. A operação integrada desses reservatórios foi alcançada, quando da elaboração do capítulo 04 do mesmo relatório, ocasião em que foram desenvolvidas as simulações do uso desses açudes, utilizando ferramentas tecnológicas para a execução do balanço hídrico das bacias.

Isso explica que a meta desse programa do PERH/PB – 2006 somente foi alcançada plenamente em 2019, isto é 13 anos após o prazo médio previamente estipulado.

O indicador dessa ação será o documento anual apresentado pela AESA aos COBH's, sobre alocações de água no território, ou seja, volume alocado de água no Estado.

13. Inserção do Estado no Modelo de Gestão do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias do Nordeste Setentrional: Bacias dos Rios Paraíba e Piranhas no Estado Paraíba.

Essa matéria é praticamente capitaneada pela ANA, deixando os Estados envolvidos no Projeto São Francisco em compasso de espera. Várias alternativas a respeito da gestão do PISF já foram apresentadas, muito embora o tema ainda não esteja rigorosamente definido. O consenso entre a União e Estado ainda carece de aprofundamento, até porque o organismo operador do sistema ainda não está institucionalmente preparado, portanto a meta desse programa está evidentemente prejudicada.

No caso do Estado da Paraíba, que já recebe água do PISF desde 2018, um dado que já pode ser avaliado para a formação do um indicador preliminar, é o volume d'água transferido pelo PISF, por ano.

14. Normatização do Uso da Água na Irrigação

Com a interligação do PISF com os eixos internos de transferência de água, leitos naturais e canais de integração, a situação da outorga para a agricultura irrigada ficou mais complexa. Considerando que a água do São Francisco é a segurança hídrica do abastecimento d'agua da população, outorga da ANA, a água para a irrigação pode ser priorizada mediante alguns princípios:

- Disponibilidade de açudes interligados com a água garantida do PISF.
- Limite de uso econômico e eficiente para o volume outorgado.
- Modelo de tarifação baseada em formula polinomial complexa, que contemple a garantia do suprimento, o tipo de irrigação (eficiência) e a disponibilidade hídrica da bacia, qualidade etc. Essa meta, diante das incertezas climáticas e indefinições, não teve o alcance desejado no seu cumprimento. Sugerimos, de forma preliminar, um indicador relacionando o volume de água local usado para irrigação e o volume transferido pelo PISF, na mesma bacia/ano.

8.1.1.3 Categoria III – Conservação da Quantidade e Qualidade dos Recursos Hídricos

PROGRAMAS

15. Macromedições de Água Bruta.

Esse programa é individualmente ligado ao controle dos açudes, com novas plataformas de medição automática do volume (Régua Eletrônica) e controle da galeria de fundo (Fluviômetro digital).

A primeira etapa de implantação desse programa refere-se à instalação de equipamentos nos açudes estratégicos, principalmente, os açudes interligados com o PISF, para que as medidas resultantes facilitem as discussões referentes à tarifa de água do São Francisco.

Os dados do diagnóstico revelam que a AESA já dispõe de um elenco de informações dos açudes de seu território, e portanto, essa meta é capaz de avançar com a conclusão definitiva do PISF, a melhoria da crise do país e a implantação dos eixos internos de integração: Piancó, Piranhas, Peixe, Paraíba e Vertentes. O indicador desse programa, em face da interligação do PISF, pode ser o volume de água local utilizado nas bacias do Estado e o volume da contribuição hídrica do São Francisco, para o território da Paraíba.

8.1.1.4 Categoria IV – Gestão, Recuperação e Operação.

PROGRAMAS

16. Recuperação de Açudes e Manutenção

Esse programa ganhou destaque com a aprovação da lei de Segurança de Barragem n° 12334/2010, quando foram elaborados os principais manuais de vistorias e classificação de riscos de barragens. Pela dificuldade financeira do Estado da Paraíba, e considerando que as barragens mais importantes do Estado e mais antigas são federais, essa ação ficou endereçada, principalmente, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. O DNOCS executou estudo e, logo em seguida, as obras contemplando as barragens federais interligadas ao PISF. Nesse caso, foram recuperados os açudes Curemas/Mãe D'Água, Boqueirão, Eng° Avidos, São Gonçalo, Porções e Lagoa do Arroz, Camalaú e São José. A barragem de Camará, na bacia do Rio Mamanguape, pode também ser considerada como obra recuperada.

Portanto, a meta de recuperação de 88 açudes estabelecidas no PERH/PB não foi implementada no médio prazo. O indicador mais apropriado para esse tipo de ação, é o número de açudes estratégicos recuperados por ano.

8.1.1.5 Categoria V – Obras e Serviços de Recursos Hídricos de Interesse Local

PROGRAMA

17. Exploração Racional de Pequenos Açudes

Esse programa foi atropelado pela grande seca que teve início em 2012 e vem castigando os Estados do Nordeste do Brasil, incluindo a Paraíba. A quase totalidade dos pequenos açudes secaram, e essa situação atípica prejudicou toda a proposição referente ao tema. Portanto, a meta não avançou, pelo menos no curto e médio prazos.

De qualquer modo, uma estratégia objetiva para tratar dessa questão seria selecionar, em cada sub-bacia, uma zona de pequenos açudes com a menor intermitência, no período seco do ano, para a execução de um projeto piloto. Nesse caso, o indicador poderia ser o número de açudes explorados racionalmente, por ano.

8.1.1.6 Categoria VI – Obras e Serviços de Infraestrutura Hídrica

PROGRAMAS

18. Implantação de Obras de Infraestrutura Hídrica

Em termos de infraestrutura hídrica, as obras que tiveram maior desempenho, pelo menos a curto e médio prazos, foram as adutoras de abastecimento d'água, com destaque para o estudo, projeto e obras do Sistema Borborema, bem como a região de influência do açude Camará e outros sistemas isolados, apresentados no Capítulo 3 do RF-02A.

No setor de açudagem, a meta do PERH/PB foi bem acolhida pelo governo, e alguns importantes açudes foram construídos, distribuindo água no território estadual (**Tabela 8.1**).

Tabela 8.1 - Açudes construídos na Paraíba a curto e médio prazos (2006-2017)

Açudes	Bacia	Município
Pitombeiras	Mamanguape	Alagoa Grande
Pedra Lisa	Piancó	Imaculada
Coronel Jucá	Taperoá	Desterro
Cacimbinha	Seridó	S. Vicente do Seridó
Jandaia	Curimataú	Bananeiras
Novo Camará	Mamanguape	Areia
Retiro	Jacú	Cuidé
Porcos	Seridó	Pedra Lavrada

Outras ações merecem registros, como os estudos para a implantação do Ramal do Piranhas e Piancó, assim como o projeto e obra do mais relevante empreendimento do Estado: o Eixo de Integração Acauã/Araçagi. Se a meta desse programa for avaliada pelo montante de investimentos, a proposta prevista no PERH-PB/2006 foi ultrapassada.

O melhor indicador para avaliar essas metas de implementação de infraestrutura é variável conforme a obra:

- Para adutora de abastecimento o indicador é apopulação atendida por adutora construída
- Para açude, é o volume d'água produzido, por ano.
- Para eixo de integração é a população atendida pelo eixo, por ano.

19. Aproveitamento do Sistema Aquífero Cristalino para o desenvolvimento do semiárido paraibano.

A implementação desse programa é baseado em alguns programas que utilizam recursos da União, mediante convênios com os Estados do Nordeste:

- O mais importante deles é o projeto de dessalinização de poços na região cristalina.
- O Programa de perfuração de poços tem caráter emergencial motivado pela seca. Na construção e instalação de novos poços, chamando atenção para o fato de que, nessa zona cristalina, há necessidade do uso de tecnologias para a locação das fraturas onde a água subterrânea é armazenada. Mesmo assim, são, em geral, poços de pouca vazão e com nível de salinidade elevado.
- Outra meta prevista é o cadastramento desses poços pela AESA, ação não integralizada, pois os registros de suas fichas técnicas ainda não estão consolidados, em sua plenitude. O melhor registro, apesar de histórico, ainda é o da CPRM. Um cadastro de poços deverá contemplar uma ficha técnica, completa e principalmente, com os parâmetros de teste padrão das vazões, níveis estáticos e dinâmicos. Essa sempre foi a maior dificuldade das companhias que executam poços, nos Estados do Nordeste.

Apesar das limitações, essa meta do PERH-PB/2006 foi robusta, importante e necessária.

A avaliação dessa meta pode ser feita com dois de indicadores: volume d'água extraído dos poços por ano, dessalinizadores instalados por ano ou número de pessoas atendidas por dessalinizadores/ano.

20. Exploração Racional das Águas Subterrâneas das Formações Sedimentares e Manchas Aluviais.

Esse programa foi estudado pela antiga Secretaria de Infraestrutura Hídrica do Ministério da Integração, em 2006, no âmbito do Projeto Eixo Vertente, com foco no aquífero costeiro(Beberibe), mais especificamente no sedimento Barreiras, próximo ao litoral. Esse aquífero é caracterizado por poços de maiores profundidades, maiores vazões, boa potabilidade e pureza.

Em relação aos aluviões, durante as crises climáticas, exatamente nos poços profundos, nos poços amazonas e até nas cacimbas dos aluviões, a água de beber das pessoas permanece, e a pequena irrigação familiar permite a sobrevivência das populações rurais. Esse programa tinha como objetivo o atendimento das necessidades da população do sertão, que hoje merece um estudo de racionalização do modelo de captação d'água, envolvendo número de poços por superfície do sedimento ou aluvião (km^2), volume de água retirada dos poços por população beneficiada por ano.

21. Controle dos Riscos de Cheias e Inundações

A disseminação de pequenos açudes no território das bacias da região semiárida da Paraíba ou sertão paraibano, ampliou o controle do escoamento das águas, nos tributários das nascentes das bacias e reduziu o risco de inundações, permitindo aos reservatórios de grande porte amortecerem as cheias eventuais dessas regiões. Por outro lado, a zona do sertão paraibano

que abrange as sub-bacias do Piancó, Alto Piranhas, Peixe, Seridó, Espinharas, Taperoá, Alto e Médio Paraíba são áreas do território, sob influência do regime de chuvas, da Zona de Convergência Intertropical e Frentes do Sul e, portanto, com extrema vulnerabilidade para a incidência de secas. O PERH-PB/2006 sugeriu como programa um estudo para caracterizar a região a ser objeto do Plano de Controle de Inundações. Nessa região, o regime meteorológico com maior frequência de chuvas intensas é o Ondas de Leste, que atinge principalmente a Zona Costeira da Paraíba. No período de atuação desse regime de chuvas, concentram-se os eventos críticos de inundações, não somente na Paraíba, mas em toda a vertente leste do Nordeste, desde o Rio Grande do Norte até a Bahia. Contudo, especificamente na região costeira do Estado da Paraíba, não houve registro de cheias, no curto e médio prazos do PERH/PB. O setor hídrico foi envolvido pela longa seca registrada, no período 2012-2017.

Portanto, essa meta prevista no PERH-PB/2006, praticamente não foi acionada, com exceção dos projetos Federais de Defesa Civil do Ministério da Integração.

É importante considerar que as duas bacias de grande porte da vertente atlântica do Estado, o Rio Paraíba e o Rio Mamanguape, são controladas por grandes reservatórios. As demais bacias do leste são de porte médio, e na zona costeira operam sob influência de maré, na sua confluência com o mar. De qualquer modo, o melhor indicador para esse programa é estimar os eventos de chuva intensa, pelo número de pessoas desabrigadas ou domicílio inundado por ano.

8.1.1.7 Categoria VII – Obras e Serviços de Saneamento.

PROGRAMAS

22. Gestão da Demanda Urbana Referente ao Abastecimento da Água.

Nos últimos vinte anos, registram-se propostas para reduzir as perdas de água dos sistemas hídricos pelas Companhias de Abastecimento d'Água, por meio deprocessos de gestão e campanhas educativas junto à população, visando a reduzir e economizar o consumo de água.

A proposta de reduzir perdas na demanda, pelo menos no médio prazo, não mostrou evidências de que a CAGEPA tenha aumentado a sua eficiência na distribuição de água. Essa meta é, portanto, de retorno demorado.

O indicador para essa meta é simples: percentual de redução de perdas do sistema por ano.

23. Reuso de Água

O tema do reuso vem permeando muitos debates, no âmbito dos recursos hídricos. Alguns Estados da região Nordeste vêm se mobilizando sobre o assunto, apresentando inclusive suas experiências e projetos pilotos de sucesso sobre a matéria.

A recomendação do PERH-PB/2006 produziu alguns efeitos na cidade de Campina Grande, onde foi implementado um experimento local sobre tal prática.

Inicialmente, o indicador para essa meta é revelado pela vazão do reuso por ano.

8.1.1.8 Categoria VIII – Conservação dos Solos, Água e Ecossistemas.

PROGRAMAS

24. Preservação Ambiental de Mananciais

Esse programa tem inspiração em uma experiência anterior do Projeto BASE ZERO, no Estado da Paraíba, do professor Artur Padilha (Fazenda Caroá em Afogados da Ingazeira – PE). Este documento data de outubro de 1994, do Governo do Estado da Paraíba – Sistema Integrado de Desenvolvimento SINDE. O programa surgiu em 1993. No decorrer em Frente Produtiva de Trabalho com apoio da Associação Técnico Científica Ernesto Luiz - ACETEL, do Campus II da Universidade Federal da Paraíba. O Projeto Piloto foi implantado nos municípios de Taperoá, Passagem, Picuí, Piancó e São João do Tigre.

Sobre esse programa, há recursos no orçamento do tesouro estadual, no escopo do Programa Condições de Vida, Ação de Manejo Florestal e Controle de Degradação Ambiental. Especificamente relacionado com o tema, não há registros de nenhum projeto local novo de preservação de nascentes. Esse projeto piloto não foi replicado em outras regiões do Estado, mas vem ganhando força em alguns outros Estados do Nordeste, como o Ceará e o Rio Grande do Norte, no âmbito PAN – Brasil/PASA antidesertificação (proposta de combate a desertificação). Brasília: MMA,SRH,2004.

O indicador desse programa é área preservada nas microbacias das nascentes por ano, por meio da implantação de terraceamento de encostas, construção de cortina de pedra arrumada, recuperação de mata cilia.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. **Estudo de Caracterização e verificação da disponibilidade da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba**. 2010. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br. Acesso em: 2018. 125p.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**. 2006. Obtido em: http://www.aesa.pb.gov.br/perh/. Acesso em: 2019

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. **Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado da Paraíba**. Ano Hidrológico: 2008-2009. João Pessoa: Governo da Paraíba/Secretaria de Estado do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Ciência e Tecnologia, 2009. 95p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília: ANA, 2014. 15 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Monitor de Secas do Nordeste**. Monitor de Secas – Abril/2019. 2019. Disponível em: https://monitordesecas.ana.gov.br/. Acesso em: 28/05/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Resolução nº 903, de 22 de julho de 2013. Cria a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais - RNQA e estabelece suas diretrizes. 2013.

ARAÚJO, L.E., SOUSA, F.A.S., RIBEIRO, M.A.F.,M., SANTOS, A.S., MEDEIROS, P.C. 2008. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 23, n.2, p. 162-169, 2008.

BARBOSA, M.P., PEREIRA, D.D., ARAÚJO, A.E. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca**. Termo de Referência. Campina Grande: UFCG, 2005.

BARBOSA, T. S., FURRIER, M. Ocupações Irregulares e Impactos Sócio-Ambientais às Margens do Rio Sanhauá, Paraíba / Brasil. **Revista Percurso – NEMO**. Maringá, v. 5, n. 2 , p. 91- 107, 2013.

BENEFIELD, L. D.; JUDKINS, J. F.; WEAND, B. L. **Process chemistry for water and wastewater treatment**. Prentice-Hall Inc.,1982. 510 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 357/2005, 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 396 de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. 2008.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 105 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n° 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Água Doce**. Documento Base. Brasília: MMA, 2012.

CASTRO, A.L.C. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS EM DESASTRES NATURAIS – CEMADEN. **Enxurrada**. 2016. Disponível em: http://www2.cemaden.gov.br/enxurrada/. Acesso em: 06 maio 2019.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002** (Série Relatórios). São Paulo: Cetesb, 2003.

CUNHA, J. B.; MILLO, J. L. **Dados climatológicos básicos do Nordeste**. SUDENE, 1984.

DI BERNARDO, L.; MINILLO, A.; DANTAS, A.D. **Florações de algas e de cianobactérias**: suas influências na qualidade da água e nas tecnologias de tratamento. São Carlos: Editora LDiBe, 2010. 538 p.

FETTER, C. W. **Contaminant Hydrogeology**. Long Grove: Waveland Pr Inc, 2008. 500 p.

GAREIS, M.G.S., NASCIMENTO, J. A.; MOREIRA, A. F., SILVA, M.A. Aspectos Históricos de las sequías en el Nordeste del Brasil Colonial (1530-1822). In: ANCOSTA, V. G. **Historia y desastres en América Latina**. v. 2. Colombia: LA RED/CIESAS, 1997.

GONZAGA, F. A. S. **Estudo de campo integrado com imagem TM Landsat-5, para indicar áreas favoráveis à captação de águas subterrâneas**. 2006. Monografia (Especialização) – Pós-Graduação em Gestão e Análise Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2006.

HARGREAVES, G. H. **Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brazil**. Logan, Utah: Embrapa/Utah State University, 1974.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Séries Temporais. 2010. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm. Acesso em: 20/04/2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produto Interno Bruto Municipios**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 20/04/2019.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO – INSA. **Mapa do Núcleo de Desertificação do Seridó**. 2014. Disponível em: http://sigsab.insa.gov.br/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Mapoteca/N%C3%BAcleo%20de%20Desertificacao%20Serido%20(Paraiba%20e%20Rio%20Grande%20do%20Norte)%20Formato%20A1.pdf. Acesso em: 26/05/2019.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 235 p. Tese (Doutorado) – Curso de Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LANNA, A. E. L.; RIBEIRO, M. M. R. A Outorga Integrada das vazões de captação e diluição. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 3, p. 151-168, 2003.

MAGALHÃES, A.R. Vida e seca no Brasil. In: De NYS, E., ENGLE, N.L., MAGALHÃES, A.R. (Org) **Secas no Brasil**: política e gestão proativas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Banco Mundial, 2016.

MARTINS, E.S.P.R., SILVA, R.F.V., BIAZETO, B., QUINTANA, C.M. Monitor de Secas do Nordeste – O Processo. In: De NYS, E., ENGLE, N.L., MAGALHÃES, A.R. (Org) **Secas no Brasil**: política e gestão proativas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

MATALLO JR. H. A desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C. S.; MATALLO JR. H. (Org.). **Desertificação**. Brasília: UNESCO, 1999.

MEDEIROS, A.M.T., BRITO, A.C. 2017. A Seca no Estado da Paraíba – Impactos e Ações de Resiliência. **Parcerias Estratégicas.** V.22, n.4, p. 139-154.

MEDEIROS, C. M., BARBOSA, D. L., DE CEBALLOS, B. S. O., RIBEIRO, M. M. R.,; ALBUQUERQUE, J. D. P. T. Qualidade das águas subterrâneas na porção sedimentar da Região do Baixo Curso do Rio Paraíba. *In:* XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 18., 2009, Campo Grande. **Anais** [...]. São Paulo, 2009.

MÖBÜS, G. QUALIGRAF. **Programa para análise da qualidade de água**. Fortaleza: Fundação Cearense Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), 2003.

PARAÍBA. Conselho de Proteção Ambiental – COPAM. Deliberação normativa n° 3274, 14 de abril de 2005. Revisão de critérios do sistema de cobrança dos serviços públicos de licenciamento ambiental. Diário oficial do Estado da Paraíba. 2005.

PARAÍBA. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no Estado da Paraíba**. João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia, 2011. 144p.

PENMAN, H.L. The Physical bases of irrigation control. In: International Horticultural Congress, 13, 1953. **Anais** [...]Royal Horticultural Society, London, 1953. p. 913-924.

RAMALHO FILHO, A.; PEREZ, D. V.; AMARAL, F. C. S. do; TAVARES, S. R. de L. Parâmetros do sistema relacionados à qualidade e custo de captação da água para irrigação. In: AMARAL, F. C. S. do (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação: enfoque na região semiárida**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, cap. 4, p. 79-90, 2011.

SILVA, V.M.A., PATRÍCIO, M.C.M., RIBEIRO, V.H.A., MEDEIROS, R.M. O Desastre Seca no Nordeste Brasileiro. **Polêm!ca**, v. 12, n.2, 2013, p. 284-293.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas - 2015**. Brasília: MCIDADES/SNSA, 2018. 190p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas - 2016**. Brasília: MCIDADES/SNSA, 2019. 264p.

SPELLMAN, F. R. **Handbook of water and wastewater treatment plant operations**. CRC Press, 2003

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **Nova Delimitação do Semiárido**. Relação de Municípios. 2017. Disponível em: http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/Rela%C3%A7%C3%A3o_de_Munic%C3%ADpios_Semi%C3%A1rido.pdf. Acesso em: 20/04/2019.

THORNTHWAITE, C.W.. Atlas of climatic types in the United States 1900-1939. U. S. D. Misc. Publ. Nº. 421. U.S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, Forest Service, 1941. 250p.

TSUYUGUCHI, B. B. ; BRAGA, A. C. R. ; PONTES FILHO, J. D. A. ; NUNES, F. M. S. ; REGO, J. C. ; GALVAO, C. O. ; ALCANTARA, H. M. ; SRINIVASAN, V. S. ; ARAGÃO, R. ; SCHIMMELPFENNIG, S. ; MEON, G. ; SCHONIGER, M. ; P. TA, D. ; ALMEIDA, C. N. ; CAICEDO, N. L. ; BARBOSA, L. R. ; FERNANDES, L. A. ; RAMOS FILHO, G. M. ; GADELHA, A. N. ; GONCALVES, E. N. ; CRUZ, M. S. ; MONTENEGRO, S. M. G. L. ; COELHO, V. H. R. ; PAIVA, A. L.R. ; BERTRAND, G. F. Modelagem Hidro(geo)lógica (Resultados do WP 2). In: ABELS, A.; FREITAS, M. A. S.; PINNEKAMP, J.; RUSTEBERG, B. (Org.). **Projeto BRAMAR** - Mitigação da escassez de água no Nordeste do Brasil. 1ed. Frankfurt, v. 1, p. 38-57, 2018.

TUCCI, C.E.M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades/Global Water Partnership/World Bank/Unesco, 2005. 270p.

WILHITE, D.A. Drought as a natural hazard: concepts and definitions. In: WILHITE, D.A. (Ed) **Drought**: a global assessment. New York: Routledge, 2000. 16p.

WILHITE, D.A., GLANTZ, M.H. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. **Water International**. v. 10, n. 3, p. 111–120, 1985.

ZAVOUDAKIS, E.; COSTA, M.; SIQUEIRA, L.; ADDAD, J. E. Classificação hidroquímica e avaliação da salinidade da água freática em áreas do município de Vitória-ES. In: Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 15. - Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste, 1., 2007, Gramado. **Anais** [...]. Rio Grande do Sul, 2007.

ANEXO 1 - DISPONIBILIDADES E POTENCIALIDADES HÍDRICAS

Tabela 1 – Precipitação média mensal dos postos pluviométricos de referência aos açudes no período 1962-2017 (em mm). (Fonte: PERH-2019)

Código	Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Prec. Méd. Anual
3824396	Belem do Brejo do Cruz	68,7	120,6	194,7	158,7	93,9	36	21,9	6,2	2,4	5,6	5,1	20,8	734,6
3824992	Jenipapeiro dos Carreiros	87,3	151,7	195,2	187,1	104,8	44,4	24	6,4	3,2	5,3	8,4	25,2	843
3825701	Brejo do Cruz	76,4	126,9	203,7	186,5	96,6	42,4	23,5	7,4	2,7	3,8	7,8	24,3	802
3827973	Cuite	68,9	75,2	141,3	138	84,4	66,1	64,4	29,3	12,6	6,8	9,9	19,4	716,3
3832074	ICOZINHO	98,4	126,6	181	146,9	95,6	41,2	21,3	10,3	6,4	8,7	6,8	30,4	773,6
3832789	Cajazeiras	141,9	161,9	241,8	183,3	82,2	34,6	18,7	4,1	3,7	12,9	10,9	45,5	941,5
3833018	Uirauna	101,7	116,3	168,5	174,7	88	33,9	17,1	6,1	1,8	5,6	8,1	26,6	748,4
3833285	Sao Francisco	94,8	121,6	187,2	161,6	95,3	41,9	25,5	8,6	2,4	8,1	6,9	28,3	782,2
3833413	Antenor Navarro	121,4	159,1	216,1	179,7	86,3	36,2	21,1	8,1	4,6	10,9	11,3	34,5	889,3
3833639	Sao Goncalo	133,7	173,8	236,8	182,3	90,3	39,7	21,3	6,7	5,5	15,9	13	43,9	962,9
3833869	Sao Jose da Lagoa Tapada	153,2	179,3	245	200	90,8	36,2	18,2	8,1	3,6	11,6	16,3	42,4	1004,7
3833908	Acude Engenheiro avidos	158,7	176,5	255,4	191,7	87,9	31,4	20,4	5,2	4,6	14,7	12,8	47,1	1006,4
3834137	Jerico	82,5	125	185	165,5	89,5	34,2	25,1	5,8	3	5,7	9,7	21,4	752,4
3834877	Condado	94,5	142,2	205,5	183,5	84,3	29,6	16,6	4,7	4,4	8	10,9	34,5	818,7
3835882	Sao Mamede	69,5	116,9	180,3	150,5	61,1	24,9	11,5	2,7	2	5,1	4,5	22,3	651,3
3836715	Santa Luzia	59,6	102,1	166,6	147,9	54,2	19,2	12,4	3,3	2,7	5,5	5,2	28,8	607,5
3837028	Picui	37,9	52,3	95	105,4	43,5	22,3	19,4	5,6	2,9	1,6	3,8	11,7	401,4
3837488	Barra de Santa Rosa	33,4	52,4	77,9	103,6	53,5	51,4	51,3	20,5	10,2	4,3	4,4	9,7	472,6
3837717	Serido	35,9	81,1	95,6	93,3	41	32,8	26,9	8,5	2,8	4,5	2,9	12,4	437,7
3837796	Algodao de Jandaira	25,6	37,8	52,8	62,2	39,3	36,1	32,2	13,6	7,9	2,6	4,2	7	321,3
3837953	Olivedos	31,4	47,2	70,3	83,4	52,3	44,5	34,8	17,3	7,7	3	3,6	12,2	407,7
3838246	Cacimba de Dentro	41,2	58,3	95,5	105,9	91,6	97,9	98,4	47,3	22,7	8,2	10	18,4	695,4
3838575	Bananeiras	73,2	92,5	155,1	177,1	155,5	170,7	158,8	89,9	51,9	16,6	19,8	33,6	1194,7
3838962	Areia	76,6	98,6	159,3	177,1	168,4	199,2	210,5	124,9	71,5	29,8	30,5	46,5	1392,9
3839679	Mamanguape	78,6	84,9	139,6	176,4	192,6	241,2	200	106,9	60,7	26,9	28,2	38,1	1374,1
3839727	Aracagi	56,6	73	109,5	132,2	130,9	151,8	143,6	69,5	39,8	15,8	18,5	28,3	969,5
3842698	Bonito de Santa Fe	138,5	179	221,3	185,6	82,8	35	23,2	8,9	11,2	18	23,9	53,6	981
3843166	Aguiar	137,7	162,7	230,1	225	100,1	32,9	19,1	5,4	2,8	9,7	17	39,9	982,4
3843166	Aguiar	137,7	162,7	230,1	225	100,1	32,9	19,1	5,4	2,8	9,7	17	39,9	982,4
3843202	Sao Jose de Piranhas	154	183,7	237,2	186,7	75,9	32,9	19	5,4	8,4	16,1	20,1	54	993,4
3843537	Serra Grande	122,7	167	220,2	167,6	58,7	18,2	7,2	1,6	1,3	6,7	8	35,3	814,5
3843667	Itaporanga	134,6	164	223,6	200,1	88,8	36,9	18,2	5,4	9,9	13,1	20	47,4	962
3843857	Boa Ventura	118,7	143,7	209,2	165,8	78,1	31	21,8	6,2	5,1	12,4	16,9	47,9	856,8
3843919	Ibiara	116,7	149,4	184,8	146	62,6	28,1	21,5	3,8	6,5	11,3	14,5	45,3	790,5
3843992	Nova Olinda	119,7	159,1	233,6	173,2	74,5	28,9	17,3	6,9	6	11,7	13,4	57,7	902
3844008	Acude Curema	129,5	147,9	220,2	191,8	89,7	35,2	21,7	6,9	4,8	15	14,6	36,3	913,6
3844279	Catingueira	100,2	129,9	207,9	190,7	85,8	32,6	19,5	5,2	1,9	8,1	9	27,2	818
3844703	Santana dos Garrotes	105,4	135,1	202,6	171,7	75,4	26,7	15,7	5,5	3,9	8,8	16,9	38,6	806,3
3845113	Santa Teresinha	89,9	134,6	202,6	190,2	73,5	25,6	12,7	2,1	2,6	7,2	8,8	28,5	778,3

Código	Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Prec. Méd. Anual
3845448	Teixeira	93,7	134,7	209,6	164	68,9	27,2	18,6	6,3	4,7	5	11,5	36,8	781
3845514	Mae D`agua	92,7	104,7	185,8	167,3	63,6	26,1	13,7	4	2,7	5,7	11,7	32,5	710,5
3845583	Desterro	75,1	115,4	175,7	145,7	66	24,7	21,5	3,3	2,3	7,1	7	22,6	666,4
3845703	Imaculada	76,7	101,8	164,3	148	81,2	38,3	30,2	8,9	3,9	7,6	17,1	33,5	711,5
3846185	Juazeirinho	40,9	57,7	102,2	97,8	39,7	25,4	29,8	10,6	4,1	5,5	4,7	14,8	433,2
3846434	Taperoa	59,2	83,6	142,5	119	58,3	31,1	24,7	9,7	5,4	4,1	4,6	34	576,2
3846739	Sao Jose dos Cordeiros	45,4	70	126	112,7	50,3	32,3	29,3	10,9	4,7	3,6	4	19,2	508,4
3846894	Sao Joao do Cariri	39,9	63,5	101,3	106,1	56,1	41,7	38,5	15,6	5,5	6,6	4	13,4	492,2
3846969	Serra Branca	43,9	66,4	109,7	95,7	47,6	30,6	26,1	12,4	6,2	5	6,1	25,1	474,8
3847128	Soledade	34,3	55,3	89,6	98,5	40,9	39	34,3	12,7	5,2	5,2	1,7	12,4	429,1
3847505	Gurjao	30,6	56,4	85,4	91,1	47	35,3	29,4	12,6	4,2	3,9	5	12,9	413,8
3847979	Acude Boqueirao	36	43,9	69,8	78,7	49,4	56,1	51,3	22,8	11	4,6	7,3	13,8	444,7
3848145	Alagoa Nova	80,7	117,9	166,4	195,8	168,4	192,3	198,3	124,9	63,8	31,9	30,7	43,8	1414,9
3848174	Alagoa Grande	65,1	80,6	119	131,9	121,8	136,9	143,4	68,6	41,4	17,2	18,1	30,2	974,2
3848579	Inga	41,1	47,3	90,3	93,9	87,8	111,3	110,6	54,6	29,7	13,4	12,4	22,5	714,9
3848741	Fagundes	42,1	51,8	94,9	107,7	109,1	131,8	138,7	68,8	39,1	15,7	12,2	25,2	837,1
3849254	Sape	56,8	77,3	122,7	148,5	142,9	182,9	167,1	85,3	50,7	19,1	15,6	28	1096,9
3852197	Conceicao	113	149,4	192,1	136,2	57	29,6	17,3	3,8	9,6	7,7	16,8	45,2	777,7
3853467	Manaira	121,6	126,8	177,1	131,7	50,8	23,7	15,4	4,2	4,8	7,4	18,8	54,4	736,7
3853499	Princesa Isabel	105,7	135	182,4	158	84,1	41,6	31,5	9,6	9	12,4	18,3	53,6	841,2
3854036	Juru	99	136	173,5	143,3	74	31,6	22,4	6,9	5,3	12,4	12,7	47,8	764,9
3854072	AGUA BRANCA	97,5	125,8	184,6	153,2	105,9	60,9	47,4	19,4	9,3	9,7	17,2	35,1	866
3855383	Prata	60,2	93,8	141	121,8	69,5	38,7	30,3	12,2	4,6	8,2	8,7	25,4	614,4
3856314	Sume	60,1	78,2	121,2	116,2	61	41,1	31	11,5	6,4	6,1	6,6	23,5	562,9
3856498	Caraubas	37,3	52	91,5	84,9	44,8	27,8	21,3	8,1	2,4	3,9	4,1	17,9	396
3856667	Congo	38,7	56,7	103,8	88,8	64,8	34,7	19,5	5,3	2,4	3,1	4,7	21,6	444,1
3856828	Camalau	51,4	69,7	116,5	104,4	63,8	35,3	30,3	12,2	6,8	9,1	9,5	22	531
3857471	Riacho de Santo Antonio	31,3	40,7	67,3	76,5	34,2	36,2	32,9	13,3	6	5,5	4,3	15,2	363,4
3857534	Barra de Sao Miguel	30,2	52	73,1	78,9	40,4	40,5	31,5	12,7	6,1	3,5	3	11,9	383,8
3858065	Aroeiras	37,8	38,7	77,4	87,6	74,1	85,9	84,5	40,3	19,8	8,3	7,3	18,2	579,9
3865397	Sao Sebastiao do Umbuzeiro	54,9	71,8	114,7	92,6	54,7	27,8	22,5	7,3	8,7	11	16,6	30,6	513,2
3940206	Santa Rita	76	91,9	146,2	188,1	202	245,5	204,4	110,8	64	29,2	27	38,7	1423,8

Nota: Fundo das células graduadas em tons de verde (quanto maior o valor, mais intensa a tonalidade da cor).

Tabela 2 – Evaporação média mensal dos municípios de referência (em mm).

Código	Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	EVP anual
3854074	Água Branca	167,1	126,3	112,5	108,9	105,7	102,3	112,5	136,4	151,8	167,1	165	173,9	1629,5
3843169	Aguiar	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	150	180,7	198	218,2	214,5	225,1	2124,5
3848151	Alagoa Nova	146,6	129,4	129,6	102,3	81,8	69,3	75	88,7	112,2	143,2	145,2	150	1373,3
3833412	Antenor Navarro	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	150	180,7	198	218,2	214,5	225,1	2124,5
3838958	Areia	136,4	117	115,9	99	75	62,7	68,2	81,8	102,3	129,6	132	136,4	1256,3
3838574	Bananeiras	173,9	154	160,3	132	112,5	95,7	98,9	112,5	135,3	163,7	165	173,9	1677,7
3837492	Barra de Santa Rosa	194,4	169,4	150	135,3	126,2	128,7	133	156,9	178,2	204,6	198	211,4	1986,1
3843601	Bonito de Santa Fé	194,4	144,8	136,4	122,1	126,2	122,1	139,8	163,7	181,5	197,8	194,7	204,6	1928,1
3825606	Brejo do Cruz	211,4	169,4	153,5	138,6	136,4	135,3	150	177,3	184,8	211,4	211,2	214,8	2094,1
3855779	Campina Grande	177,3	157,1	153,5	125,4	98,9	82,5	88,7	109,1	138,6	167,1	171,6	177,3	1647,1
3857405	Caraúbas	170,5	154	156,9	128,7	105,7	89,1	95,5	136,4	168,3	178,2	188,1	194,4	1765,8
3844282	Catingueira	211,4	169,4	150	141,9	136,4	135,3	150	180,7	191,4	214,8	214,5	221,7	2117,5
3824656	Catolé do Rocha	211,4	169,4	153,5	138,6	136,4	135,3	150	177,3	184,8	211,4	204,6	214,8	2087,5
3853101	Conceição	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	150	180,7	198	218,2	214,5	225,1	2124,5
3834885	Condado	211,4	169,4	153,5	138,6	136,4	135,3	150	177,3	184,8	211,4	211,2	214,8	2094,1
3844015	Coremas	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	150	180,7	198	218,2	214,5	225,1	2124,5
3845586	Desterro	218,2	175,6	163,7	125,4	109,1	95,7	109,1	143,2	178,2	218,2	221,1	228,5	1986
3833912	Eng. Avidos	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	150	180,7	198	218,2	214,5	225,1	2124,5
3839606	Guarabira	173,9	154	153,5	132	115,9	95,7	112,5	139,8	158,4	170,5	168,3	173,9	1748,4
3845702	Imaculada	197,8	160,2	150	115,5	98,9	85,8	98,9	129,6	161,7	201,2	201,3	208	1808,9
3848583	Ingá	173,9	154	160,3	132	115,9	95,7	98,9	112,5	135,3	163,7	165	173,9	1681,1
3940139	João Pessoa	167,1	147,8	153,5	128,7	105,7	92,4	98,9	115,9	135,3	160,3	161,7	167,1	1634,4
3839679	Mamanguape	167,1	144,8	150	118,8	102,3	75,9	81,8	98,9	118,8	119,4	161,7	163,7	1503,2
3853471	Manaíra	191	147,8	129,6	122,1	119,4	112,2	133	160,3	191,4	194,4	184,8	201,2	1887,2
3855779	Campina Grande	177,3	157,1	153,5	125,4	98,9	82,5	88,7	109,1	138,6	167,1	171,6	177,3	1647,1
3833838	Nazarezinho	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	133	180,7	178,2	218,2	207,9	225,1	2081,1
3843995	Nova Olinda	204,6	157,1	139,8	132	129,6	125,4	139,8	170,5	188,1	218,2	201,3	211,4	2017,8
3837956	Olivedos	177,3	154	153,5	125,4	98,9	82,5	88,7	109,1	138,6	167,1	171,6	177,3	1644
3848327	Patos	211,4	169,4	150	138,6	136,4	135,3	150	180,7	191,4	214,8	214,5	221,7	2114,2
3837034	Picuí	194,4	154	150	135,3	126,2	128,7	133	156,9	178,2	184,1	198	211,4	1950,2
3834542	Pombal	211,4	169,4	150	141,9	136,4	135,3	150	180,7	191,4	214,8	214,5	221,7	2117,5
3854405	Princesa Isabel	191	147,8	129,6	125,4	119,4	118,8	133	160,3	174,9	194,4	191,4	201,2	1887,2
3836718	Santa Luzia	194,4	169,4	150	135,3	126,2	128,7	133	156,9	178,2	204,6	201,3	211,4	1989,4
3833643	São Gonçalo	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	150	180,7	198	218,2	214,5	225,1	2124,5
3846798	São João do Cariri	228,5	197,1	197,8	158,4	129,6	105,6	115,9	143,2	174,9	211,4	217,8	225,1	2105,3
3866135	São João do Trigre	194,4	172,5	170,5	128,7	105,7	85,8	95,5	119,4	148,5	197,8	204,6	211,4	1834,8
3843204	São José de Piranhas	211,4	160,2	146,6	135,3	136,4	132	153,5	177,3	198	211,4	214,5	187,6	2064,2
3847131	Soledade	191	166,3	167,1	135,3	105,7	89,1	95,5	115,9	141,9	191	184,8	187,6	1771,2
3833558	Sousa	214,8	166,3	146,6	141,9	136,4	132	150	180,7	198	218,2	214,5	225,1	2124,5
3856325	Sumé	191	147,8	129,6	125,4	119,4	118,8	133	160,3	174,9	194,4	191,4	201,2	1887,2
3846437	Taperoá	214,8	187,9	184,1	151,8	119,4	99	105,7	129,6	165	201,2	204,6	211,4	1974,5
3845455	Teixeira	177,3	157,1	153,5	125,4	98,9	82,5	88,7	109,1	138,6	167,1	171,6	177,3	1647,1

Nota: Fundo das células graduadas em tons de vermelho (quanto maior o valor, mais intensa a tonalidade da cor)
Fonte: PERH-2019.

ANEXO 2 - DEMANDAS HÍDRICAS AGRÍCOLAS POR MUNICÍPIO E CULTURA

Município	Demanda hídrica (m³/dia)																	Demanda hídrica
	Algodão herbáceo	Alho	Arroz	Banana	Batata-doce	Cana-de-açúcar	Cebola	Coco-da-baía	Goiaba	Mamão	Manga	Maracujá	Melancia	Melão	Tomate	Uva	Total	Total (L/s)
Água Branca	0,00	0,00	105,34	87,78	133,13	0,00	0,00	0,00	0,00	22,53	41,55	87,78	0,00	0,00	20,48	0,00	498,60	5,77
Aguiar	0,00	0,00	486,37	0,00	117,09	216,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	819,62	9,49
Alagoa Grande	0,00	0,00	0,00	19.041,10	371,30	28.561,64	0,00	0,00	0,00	0,00	405,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48.379,62	559,95
Alagoa Nova	0,00	0,00	0,00	63.945,21	6.234,66	19.183,56	0,00	95,92	74,82	172,33	1.021,52	239,79	0,00	0,00	0,00	0,00	90.967,81	1.052,87
Alagoinha	0,00	0,00	0,00	3.197,26	249,39	9.591,78	0,00	255,78	0,00	49,24	454,01	95,92	0,00	0,00	0,00	0,00	13.893,37	160,80
Alcantil	0,00	0,00	0,00	0,00	21,19	0,00	0,00	163,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	184,21	2,13
Algodão de Jandaíra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alhandra	0,00	0,00	0,00	2.242,19	1.059,95	1.039,56	0,00	7.338,08	222,59	4.394,70	144,72	1.375,89	856,11	0,00	0,00	0,00	18.673,79	216,13
Amparo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aparecida	2.429,04	0,00	0,00	783,56	25,47	58,77	0,00	4.505,48	244,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.046,79	93,13
Araçagi	0,00	0,00	0,00	3.134,25	2.546,58	11.459,59	0,00	2.037,26	0,00	301,67	556,33	146,92	0,00	0,00	0,00	0,00	20.182,59	233,59
Arara	0,00	0,00	0,00	0,00	521,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	521,78	6,04
Araruna	0,00	0,00	0,00	0,00	380,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	727,12	4.389,04	0,00	0,00	0,00	0,00	5.496,54	63,62
Areia	0,00	0,00	0,00	38.169,86	930,39	22.901,92	0,00	0,00	99,24	122,46	338,76	95,42	0,00	0,00	0,00	0,00	62.658,06	725,21
Areia de Baraúnas	0,00	0,00	0,00	63,51	82,56	0,00	0,00	95,26	0,00	0,00	90,18	0,00	0,00	0,00	44,45	0,00	375,96	4,35
Areial	0,00	0,00	0,00	0,00	740,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	740,82	8,57
Aroeiras	0,00	0,00	0,00	172,60	224,38	0,00	0,00	138,08	80,78	0,00	122,55	103,56	0,00	0,00	120,82	0,00	962,78	11,14
Assunção	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baía da Traição	0,00	0,00	0,00	835,07	678,49	39.143,84	0,00	16.701,37	0,00	385,80	1.185,80	0,00	250,52	0,00	0,00	0,00	59.180,89	684,96
Bananeiras	0,00	0,00	122,60	51.082,19	1.106,78	3.064,93	0,00	340,55	132,81	0,00	725,37	127,71	0,00	0,00	0,00	0,00	56.702,94	656,28
Baraúna	234,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	234,62	2,72
Barra de Santa Rosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Barra de Santana	0,00	0,00	0,00	0,00	439,15	0,00	0,00	168,90	79,05	0,00	71,95	0,00	0,00	0,00	47,29	0,00	806,35	9,33
Barra de São Miguel	0,00	0,00	0,00	638,36	518,66	0,00	430,89	63,84	74,69	0,00	0,00	143,63	0,00	0,00	446,85	0,00	2.316,91	26,82
Bayeux	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	208,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	208,36	2,41
Belém	0,00	0,00	168,29	560,96	486,16	841,44	0,00	560,96	0,00	0,00	796,56	56,10	0,00	0,00	0,00	0,00	3.470,47	40,17
Belém do Brejo do Cruz	0,00	0,00	0,00	0,00	132,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	132,23	1,53
Bernardino Batista	0,00	0,00	0,00	33,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,26	0,38
Boa Ventura	0,00	0,00	662,30	0,00	119,58	275,96	0,00	183,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.241,82	14,37
Boa Vista	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bom Jesus	0,00	0,00	0,00	114,16	0,00	0,00	0,00	76,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	190,27	2,20
Bom Sucesso	0,00	0,00	0,00	0,00	97,16	0,00	0,00	37,37	29,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	163,68	1,89
Bonito de Santa Fé	0,00	0,00	420,53	155,75	607,44	934,52	0,00	62,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.180,55	25,24
Boqueirão	0,00	0,00	0,00	357,81	232,58	0,00	402,53	357,81	111,64	137,76	76,21	134,18	0,00	0,00	751,40	0,00	2.561,91	29,65
Borborema	0,00	0,00	120,82	23.493,15	261,78	0,00	0,00	201,37	0,00	0,00	190,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24.267,75	280,88
Brejo do Cruz	0,00	0,00	0,00	0,00	130,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	130,98	1,52
Brejo dos Santos	0,00	0,00	0,00	0,00	119,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	119,49	1,38
Caaporã	0,00	0,00	0,00	289,01	322,04	30.036,78	0,00	4.128,77	0,00	508,66	146,57	278,69	0,00	0,00	57,80	0,00	35.768,34	413,99
Cabaceiras	0,00	0,00	0,00	32,82	170,67	0,00	369,25	262,58	0,00	0,00	69,91	196,93	0,00	0,00	459,51	0,00	1.561,67	18,07
Cabedelo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cachoeira dos Índios	0,00	0,00	0,00	183,42	0,00	0,00	0,00	0,00	114,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	297,88	3,45
Cacimba de Areia	0,00	0,00	0,00	0,00	341,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	157,81	0,00	0,00	0,00	499,73	5,78
Cacimba de Dentro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.448,63	0,00	0,00	0,00	0,00	1.448,63	16,77
Cacimbas	0,00	0,00	0,00	0,00	190,01	0,00	0,00	0,00	45,60	22,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258,13	2,99
Caiçara	0,00	0,00	0,00	157,26	1.022,19	0,00	0,00	196,58	0,00	0,00	418,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.794,73	20,77
Cajazeiras	0,00	0,00	0,00	186,30	121,10	139,73	0,00	372,60	0,00	0,00	132,27	0,00	0,00	0,00	130,41	0,00	1.082,41	12,53
Cajazeirinhas	0,00	0,00	34,08	151,45	98,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	283,97	3,29
Caldas Brandão	0,00	0,00	0,00	0,00	533,18	0,00	0,00	410,14	0,00	0,00	145,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.088,91	12,60
Camalaú	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,70	0,00	110,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	182,99	2,12
Campina Grande	173,30	0,00	0,00	798,63	456,82	0,00	0,00	319,45	124,59	122,99	226,81	0,00	0,00	0,00	782,66	0,00	3.005,25	34,78
Capim	0,00	0,00	0,00	0,00	397,21	51.943,15	0,00	325,92	0,00	0,00	144,63	61,11	0,00	0,00	0,00	0,00	52.872,02	611,94

Município	Demanda hídrica (m³/dia)																	Demanda hídrica
	Algodão herbáceo	Alho	Arroz	Banana	Batata-doce	Cana-de-açúcar	Cebola	Coco-da-baía	Goiaba	Mamão	Manga	Maracujá	Melancia	Melão	Tomate	Uva	Total	Total (L/s)
Caraúbas	0,00	0,00	0,00	31,84	206,93	0,00	0,00	31,84	24,83	0,00	22,60	23,88	0,00	0,00	178,28	0,00	520,19	6,02
Carrapateira	0,00	0,00	308,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	308,71	3,57
Casserengue	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Catingueira	0,00	0,00	193,07	0,00	580,99	268,15	0,00	107,26	0,00	0,00	0,00	0,00	80,45	0,00	0,00	0,00	1.229,92	14,24
Catolé do Rocha	0,00	0,00	0,00	38,16	49,61	0,00	0,00	38,16	0,00	0,00	108,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	234,33	2,71
Caturité	0,00	0,00	0,00	130,96	106,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,75	0,00	306,12	3,54
Conceição	0,00	0,00	303,53	0,00	4.384,38	1.264,73	0,00	134,90	0,00	0,00	71,84	0,00	0,00	0,00	118,04	0,00	6.277,43	72,66
Condado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conde	0,00	0,00	0,00	1.233,70	748,44	3.238,46	0,00	16.449,32	0,00	2.058,22	875,93	771,06	771,06	0,00	0,00	0,00	26.146,19	302,62
Congo	0,00	0,00	0,00	94,93	308,53	0,00	0,00	158,22	123,41	0,00	112,34	71,20	0,00	0,00	553,77	0,00	1.422,39	16,46
Coremas	0,00	0,00	346,93	192,74	751,68	0,00	0,00	385,48	60,13	0,00	109,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.846,45	21,37
Coxixola	0,00	0,00	0,00	0,00	103,82	0,00	0,00	159,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	263,55	3,05
Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,00	205,34	4.004,18	138.606,16	0,00	2.053,42	128,13	158,11	1.457,93	246,41	184,81	0,00	0,00	0,00	147.044,51	1.701,90
Cubati	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cuité	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	124,80	0,00	0,00	1.440,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.564,80	18,11
Cuité de Mamanguape	0,00	0,00	0,00	326,14	794,96	18.345,21	0,00	489,21	0,00	0,00	434,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20.389,68	235,99
Cuitegi	0,00	0,00	0,00	1.172,88	381,18	4.251,68	0,00	195,48	0,00	0,00	416,37	234,58	0,00	0,00	0,00	0,00	6.652,17	76,99
Curral de Cima	0,00	0,00	0,00	280,96	1.956,68	9.030,82	0,00	602,05	62,61	618,11	284,97	240,82	90,31	0,00	0,00	0,00	13.167,34	152,40
Curral Velho	0,00	0,00	315,62	0,00	113,97	263,01	0,00	175,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	867,95	10,05
Damião	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desterro	0,00	0,00	0,00	0,00	388,93	224,38	0,00	0,00	116,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	729,99	8,45
Diamante	0,00	0,00	1.576,85	0,00	113,88	210,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.900,98	22,00
Dona Inês	0,00	0,00	0,00	280,99	273,96	0,00	0,00	175,62	0,00	0,00	249,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	979,94	11,34
Duas Estradas	0,00	0,00	0,00	278,85	310,72	746,92	0,00	318,68	0,00	0,00	282,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.938,00	22,43
Emas	0,00	0,00	0,00	0,00	293,19	0,00	0,00	187,95	58,64	0,00	160,13	0,00	84,58	0,00	0,00	0,00	784,48	9,08
Esperança	0,00	0,00	0,00	749,32	876,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,84	44,96	0,00	0,00	0,00	0,00	1.734,81	20,08
Fagundes	0,00	0,00	0,00	519,86	450,55	0,00	0,00	346,58	162,20	133,43	369,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.981,72	22,94
Frei Martinho	0,00	0,00	0,00	0,00	108,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	227,85	2,64
Gado Bravo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Guarabira	0,00	0,00	0,00	1.009,59	1.312,47	2.725,89	0,00	484,60	0,00	0,00	573,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.105,99	70,67
Gurinhém	458,95	0,00	0,00	0,00	513,23	0,00	0,00	789,59	153,97	0,00	140,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.055,89	23,80
Gurjão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,70	0,26
Ibiara	0,00	0,00	790,27	140,49	2.283,01	658,56	0,00	175,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.047,96	46,85
Igaracy	0,00	0,00	334,11	0,00	120,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	454,76	5,26
Imaculada	0,00	0,00	0,00	0,00	150,73	217,40	0,00	0,00	113,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	481,17	5,57
Ingá	917,26	0,00	0,00	0,00	240,41	0,00	0,00	739,73	0,00	0,00	131,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.028,70	23,48
Itabaiana	30,66	0,00	0,00	0,00	771,45	8.011,23	0,00	0,00	0,00	0,00	140,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.953,79	103,63
Itaporanga	168,04	0,00	3.902,79	144,55	352,34	542,05	0,00	361,37	56,37	0,00	256,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.784,09	66,95
Itapororoca	0,00	0,00	0,00	407,95	1.723,57	91.787,67	0,00	2.039,73	0,00	1.256,47	289,64	305,96	0,00	0,00	0,00	0,00	97.810,98	1.132,07
Itatuba	778,95	0,00	0,00	0,00	100,51	0,00	0,00	77,32	0,00	0,00	82,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.039,11	12,03
Jacaraú	0,00	0,00	0,00	1.186,85	642,88	53.408,22	0,00	1.582,47	0,00	243,70	561,78	148,36	148,36	0,00	0,00	0,00	57.922,60	670,40
Jericó	0,00	0,00	0,00	0,00	251,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	251,99	2,92
João Pessoa	0,00	0,00	0,00	334,03	271,40	2.192,05	0,00	4.175,34	0,00	0,00	237,16	62,63	0,00	0,00	0,00	0,00	7.272,61	84,17
Joca Claudino	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juarez Távora	1.039,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.039,67	12,03
Juazeirinho	0,00	0,00	0,00	0,00	300,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	300,25	3,48
Junco do Seridó	0,00	0,00	0,00	0,00	38,18	0,00	0,00	0,00	91,63	0,00	104,26	22,03	0,00	0,00	0,00	0,00	256,11	2,96
Juripiranga	0,00	0,00	0,00	0,00	1.157,98	132.128,42	0,00	197,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133.484,35	1.544,96
Juru	0,00	0,00	1.107,62	153,84	599,96	461,51	0,00	0,00	0,00	118,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.441,37	28,26
Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00	23,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	78,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102,14	1,18
Lagoa de Dentro	0,00	0,00	0,00	0,00	646,44	0,00	0,00	596,71	0,00	0,00	282,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.525,59	17,66
Lagoa Seca	0,00	0,00	0,00	5.972,60	2.911,64	0,00	0,00	238,90	116,47	344,92	848,11	447,95	0,00	0,00	313,56	0,00	11.194,15	129,56
Lastro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Município	Demanda hídrica (m³/dia)																	Demanda hídrica
	Algodão herbáceo	Alho	Arroz	Banana	Batata-doce	Cana-de-açúcar	Cebola	Coco-da-baía	Goiaba	Mamão	Manga	Maracujá	Melancia	Melão	Tomate	Uva	Total	Total (L/s)
Livramento	0,00	0,00	0,00	0,00	199,63	0,00	0,00	122,85	95,82	0,00	65,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	483,72	5,60
Logradouro	0,00	0,00	0,00	0,00	523,21	0,00	0,00	201,23	0,00	0,00	142,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	867,31	10,04
Lucena	0,00	0,00	0,00	291,89	216,83	62.547,95	0,00	53.374,25	97,57	96,32	296,06	312,74	125,10	0,00	0,00	0,00	117.358,71	1.358,32
Mãe d'Água	24,16	0,00	0,00	0,00	202,66	46,77	0,00	124,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	398,30	4,61
Malta	0,00	0,00	0,00	0,00	245,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	245,40	2,84
Mamanguape	0,00	0,00	0,00	1.006,16	2.014,34	241.479,45	0,00	10.061,64	313,92	12.395,95	428,63	301,85	452,77	0,00	0,00	0,00	268.454,72	3.107,11
Manaíra	0,00	0,00	0,00	0,00	153,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	153,15	1,77
Marcação	0,00	0,00	0,00	246,41	320,33	82.547,67	0,00	4.928,22	0,00	632,45	583,17	462,02	1.232,05	0,00	0,00	0,00	90.952,34	1.052,69
Mari	0,00	0,00	0,00	79,29	3.092,22	77.305,48	0,00	1.585,75	0,00	0,00	281,47	148,66	0,00	0,00	0,00	0,00	82.492,88	954,78
Marizópolis	365,88	0,00	141,63	275,40	0,00	0,00	0,00	983,56	61,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.827,85	21,16
Massaranduba	0,00	0,00	0,00	669,04	326,16	0,00	0,00	66,90	52,19	0,00	71,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.185,54	13,72
Mataraca	0,00	0,00	0,00	414,25	269,26	94.758,90	0,00	4.970,96	0,00	95,69	147,06	155,34	155,34	0,00	0,00	0,00	100.966,80	1.168,60
Matinhas	0,00	0,00	0,00	4.491,51	1.251,21	0,00	0,00	160,41	75,07	98,81	91,11	72,18	0,00	0,00	0,00	0,00	6.240,31	72,23
Mato Grosso	0,00	0,00	34,74	0,00	200,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	137,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	372,52	4,31
Maturéia	0,00	0,00	0,00	0,00	217,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	217,55	2,52
Mogeiro	0,00	0,00	0,00	38,79	630,41	0,00	0,00	77,59	0,00	0,00	82,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	829,43	9,60
Montadas	0,00	0,00	0,00	0,00	1.305,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.305,16	15,11
Monte Horebe	0,00	0,00	0,00	91,15	197,49	0,00	0,00	0,00	47,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,07	0,00	421,12	4,87
Monteiro	0,00	0,00	0,00	240,00	0,00	0,00	0,00	300,00	93,60	231,00	106,50	112,50	0,00	0,00	1.050,00	0,00	2.133,60	24,69
Mulungu	0,00	0,00	0,00	0,00	1.045,70	0,00	0,00	603,29	0,00	0,00	285,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.934,54	22,39
Natuba	0,00	0,00	0,00	16.547,95	107,56	0,00	0,00	198,58	129,07	0,00	47,00	49,64	0,00	0,00	46,33	1.936,11	19.062,24	220,63
Nazarezinho	0,00	0,00	403,59	224,22	728,71	168,16	0,00	149,48	29,15	0,00	0,00	0,00	56,05	0,00	0,00	0,00	1.759,37	20,36
Nova Floresta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	466,29	0,00	0,00	1.569,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2.035,54	23,56
Nova Olinda	0,00	0,00	1.618,77	71,95	116,91	0,00	0,00	179,86	0,00	0,00	102,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.089,65	24,19
Nova Palmeira	0,00	0,00	0,00	0,00	203,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	247,36	2,86
Olho d'Água	336,33	0,00	2.441,10	180,82	587,67	271,23	0,00	289,32	0,00	0,00	0,00	0,00	81,37	0,00	0,00	0,00	4.187,84	48,47
Olivedos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ouro Velho	0,00	0,00	0,00	0,00	98,66	0,00	0,00	91,07	118,39	0,00	0,00	68,30	0,00	0,00	106,25	0,00	482,66	5,59
Parari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,13	0,00	114,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,22	1,90
Passagem	0,00	0,00	0,00	0,00	110,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110,86	1,28
Patos	0,00	0,00	0,00	37,86	738,33	0,00	0,00	75,73	118,13	58,31	215,06	0,00	283,97	0,00	0,00	0,00	1.527,39	17,68
Paulista	0,00	0,00	177,53	433,97	769,32	295,89	0,00	394,52	92,32	0,00	140,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.303,61	26,66
Pedra Branca	0,00	0,00	5.382,62	0,00	188,48	0,00	0,00	253,73	0,00	0,00	128,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.953,50	68,91
Pedra Lavrada	0,00	0,00	0,00	0,00	240,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	240,62	2,79
Pedras de Fogo	0,00	0,00	0,00	316,05	7.703,84	592.602,74	0,00	1.580,27	0,00	365,04	504,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	603.072,84	6.980,01
Pedro Régis	0,00	0,00	0,00	1.393,29	310,50	2.089,93	0,00	995,21	0,00	61,30	282,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.132,87	59,41
Piancó	0,00	0,00	204,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	311,31	3,60
Picuí	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	491,51	0,00	44,74	3.544,52	0,00	0,00	0,00	0,00	4.080,77	47,23
Pilar	0,00	0,00	0,00	0,00	794,42	3.972,12	0,00	203,70	0,00	0,00	144,63	0,00	0,00	0,00	142,59	0,00	5.257,46	60,85
Pilões	0,00	0,00	0,00	34.383,56	0,00	2.578,77	0,00	0,00	0,00	0,00	1.220,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38.182,95	441,93
Pilõezinhos	0,00	0,00	0,00	8.254,79	466,58	538,36	0,00	179,45	0,00	0,00	764,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.203,64	118,10
Pirpirituba	0,00	0,00	0,00	1.555,07	303,24	4.082,05	0,00	466,52	0,00	0,00	552,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.958,93	80,54
Pitimbu	0,00	0,00	0,00	4.150,68	809,38	11.362,50	0,00	45.657,53	0,00	3.196,03	589,40	1.338,60	1.712,16	0,00	0,00	0,00	68.816,28	796,48
Pocinhos	0,00	0,00	0,00	0,00	294,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	294,37	3,41
Poço Dantas	0,00	0,00	0,00	161,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	161,78	1,87
Poço de José de Moura	0,00	0,00	695,34	154,52	0,00	0,00	0,00	772,60	60,26	0,00	0,00	28,97	0,00	0,00	0,00	0,00	1.711,70	19,81
Pombal	0,00	0,00	70,42	782,47	254,30	88,03	0,00	391,23	91,55	0,00	416,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.094,66	24,24
Prata	0,00	0,00	0,00	0,00	394,99	0,00	227,88	91,15	118,50	0,00	64,72	22,79	0,00	0,00	850,74	0,00	1.770,75	20,49
Princesa Isabel	0,00	0,00	0,00	91,40	39,61	0,00	0,00	30,47	95,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	533,15	0,00	789,67	9,14
Puxinanã	0,00	0,00	0,00	86,79	940,27	0,00	0,00	0,00	180,53	0,00	41,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.248,68	14,45
Queimadas	0,00	0,00	0,00	0,00	108,01	0,00	0,00	66,47	103,69	0,00	47,19	0,00	0,00	0,00	232,63	0,00	557,98	6,46
Quixaba	55,55	0,00	0,00	0,00	116,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,75	0,00	0,00	0,00	225,76	2,61
Remígio	143,32	0,00	0,00	1.849,32	601,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	262,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.856,27	33,06

Município	Demanda hídrica (m³/dia)																	Demanda hídrica
	Algodão herbáceo	Alho	Arroz	Banana	Batata-doce	Cana-de-açúcar	Cebola	Coco-da-baía	Goiaba	Mamão	Manga	Maracujá	Melancia	Melão	Tomate	Uva	Total	Total (L/s)
Riachão	0,00	0,00	0,00	0,00	245,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	245,75	2,84
Riachão do Bacamarte	0,00	0,00	0,00	0,00	48,26	0,00	0,00	111,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	159,63	1,85
Riachão do Poço	0,00	0,00	0,00	0,00	1.056,38	1.371,27	0,00	609,45	0,00	0,00	230,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.267,88	37,82
Riacho de Santo Antônio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Riacho dos Cavalos	0,00	0,00	108,00	0,00	208,00	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	436,00	5,05
Rio Tinto	0,00	0,00	0,00	494,14	1.284,76	293.393,84	0,00	4.529,59	0,00	475,61	438,55	247,07	154,42	0,00	0,00	0,00	301.017,96	3.484,00
Salgadinho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Salgado de São Félix	1.726,23	0,00	0,00	185,62	241,30	0,00	0,00	222,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,97	33,41	2.461,27	28,49
Santa Cecília	0,00	0,00	0,00	0,00	104,98	0,00	0,00	0,00	75,59	0,00	114,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	295,23	3,42
Santa Cruz	84,66	0,00	0,00	0,00	71,00	81,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	237,58	2,75
Santa Helena	0,00	0,00	0,00	773,15	0,00	0,00	0,00	1.159,73	301,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.234,41	25,86
Santa Inês	0,00	0,00	144,99	0,00	104,71	241,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,66	0,00	559,00	6,47
Santa Luzia	0,00	0,00	0,00	33,70	175,23	0,00	0,00	0,00	0,00	25,95	95,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	330,58	3,83
Santa Rita	0,00	0,00	0,00	978,41	794,96	434.169,86	0,00	36.690,41	95,40	627,81	434,17	152,88	305,75	0,00	0,00	0,00	474.249,65	5.489,00
Santa Teresinha	0,00	0,00	0,00	0,00	471,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.030,18	0,00	136,03	0,00	0,00	0,00	1.637,77	18,96
Santana de Mangueira	0,00	0,00	150,66	0,00	152,33	301,32	0,00	133,92	0,00	0,00	95,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	833,30	9,64
Santana dos Garrotes	281,97	0,00	6.549,04	0,00	118,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.949,26	80,43
Santo André	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	127,45	0,00	0,00	113,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	240,57	2,78
São Bentinho	0,00	0,00	69,83	38,79	75,65	58,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	242,47	2,81
São Bento	0,00	0,00	181,48	80,66	262,14	0,00	0,00	201,64	0,00	0,00	114,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	840,45	9,73
São Domingos	0,00	0,00	71,70	199,18	77,68	0,00	0,00	199,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	547,74	6,34
São Domingos do Cariri	0,00	0,00	0,00	163,97	213,16	0,00	0,00	131,18	25,58	0,00	116,42	73,79	0,00	0,00	114,78	0,00	838,88	9,71
São Francisco	0,00	0,00	0,00	0,00	72,60	139,62	0,00	186,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	398,39	4,61
São João do Cariri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,78	25,94	0,00	47,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,95	2,00
São João do Rio do Peixe	300,02	0,00	348,41	658,11	377,45	0,00	0,00	774,25	301,96	0,00	0,00	0,00	174,21	0,00	0,00	0,00	2.934,39	33,96
São João do Tigre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,18	0,26
São José da Lagoa Tapada	0,00	0,00	0,00	189,45	49,26	284,18	0,00	265,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	788,12	9,12
São José de Caiana	0,00	0,00	143,88	0,00	62,35	239,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	446,02	5,16
São José de Espinharas	269,64	0,00	0,00	309,26	376,91	86,98	0,00	0,00	30,15	0,00	109,79	0,00	2.899,32	579,86	135,30	0,00	4.797,21	55,52
São José de Piranhas	0,00	0,00	786,58	174,79	136,34	262,19	0,00	69,92	0,00	0,00	49,64	0,00	0,00	0,00	122,36	0,00	1.601,82	18,54
São José de Princesa	0,00	29,08	0,00	143,97	0,00	431,92	21,60	115,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	741,75	8,59
São José do Bonfim	0,00	0,00	0,00	0,00	190,05	0,00	0,00	0,00	114,03	0,00	103,80	0,00	82,23	0,00	0,00	0,00	490,11	5,67
São José do Brejo do Cruz	0,00	0,00	111,33	0,00	107,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	218,53	2,53
São José do Sabugi	0,00	0,00	0,00	0,00	176,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	176,80	2,05
São José dos Cordeiros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,68	0,36
São José dos Ramos	0,00	0,00	0,00	0,00	655,79	3.329,38	0,00	201,78	0,00	0,00	114,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.301,56	49,79
São Mamede	0,00	0,00	0,00	0,00	355,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	459,45	5,32
São Miguel de Taipu	0,00	0,00	0,00	0,00	802,44	3.086,30	0,00	329,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	115,22	0,00	4.333,17	50,15
São Sebastião de Lagoa de Roça	0,00	0,00	0,00	378,90	4.925,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.304,66	61,40
São Sebastião do Umbuzeiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,99	0,00	41,86	0,00	0,00	0,00	103,18	0,00	168,03	1,94
São Vicente do Seridó	0,00	0,00	0,00	0,00	99,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,90	1,16
Sapé	0,00	0,00	0,00	403,29	2.097,10	305.490,41	0,00	2.419,73	157,28	621,06	286,33	574,68	90,74	0,00	0,00	0,00	312.140,62	3.612,74
Serra Branca	0,00	0,00	0,00	0,00	20,37	0,00	0,00	31,34	0,00	0,00	133,52	0,00	0,00	0,00	43,88	0,00	229,11	2,65
Serra da Raiz	0,00	0,00	0,00	560,14	485,45	1.260,31	0,00	373,42	0,00	0,00	132,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.811,89	32,54
Serra Grande	0,00	0,00	142,52	0,00	0,00	237,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	380,05	4,40
Serra Redonda	0,00	0,00	0,00	858,22	334,71	0,00	0,00	0,00	80,33	0,00	365,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.638,86	18,97
Serraria	0,00	0,00	0,00	14.831,51	214,23	10.258,46	0,00	164,79	0,00	0,00	351,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25.820,01	298,84
Sertãozinho	0,00	0,00	0,00	158,68	257,86	0,00	0,00	198,36	0,00	0,00	169,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	783,90	9,07
Sobrado	0,00	0,00	0,00	0,00	7.960,27	6.123,29	0,00	1.632,88	0,00	0,00	289,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.006,27	185,26
Solânea	0,00	0,00	0,00	2.270,68	843,40	486,58	0,00	0,00	0,00	0,00	184,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.784,91	43,81
Soledade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sossêgo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Município	Demanda hídrica (m³/dia)																	Demanda hídrica
	Algodão herbáceo	Alho	Arroz	Banana	Batata-doce	Cana-de-açúcar	Cebola	Coco-da-baía	Goiaba	Mamão	Manga	Maracujá	Melancia	Melão	Tomate	Uva	Total	Total (L/s)
Sousa	0,00	0,00	3.155,67	7.791,78	0,00	292,19	0,00	7.791,78	607,76	0,00	221,29	29,22	0,00	0,00	0,00	0,00	19.889,69	230,20
Sumé	0,00	0,00	0,00	154,93	201,41	0,00	0,00	92,96	0,00	119,30	0,00	116,20	116,20	0,00	1.084,52	0,00	1.885,52	21,82
Tacima	2.299,52	0,00	0,00	0,00	205,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	84,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.589,51	29,97
Taperoá	0,00	0,00	0,00	0,00	303,72	0,00	0,00	155,75	72,89	0,00	66,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	598,72	6,93
Tavares	0,00	0,00	217,78	241,97	98,30	136,11	0,00	453,70	235,92	0,00	85,90	0,00	0,00	0,00	63,52	0,00	1.533,20	17,75
Teixeira	0,00	0,00	0,00	0,00	374,33	0,00	21,60	0,00	67,38	0,00	61,33	0,00	21,60	0,00	40,31	0,00	586,54	6,79
Tenório	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	119,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	119,14	1,38
Triunfo	0,00	0,00	0,00	0,00	49,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,56	0,00	0,00	0,00	135,00	1,56
Uiraúna	0,00	0,00	0,00	0,00	47,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,41	0,55
Umbuzeiro	0,00	0,00	0,00	0,00	169,53	0,00	0,00	163,01	101,72	0,00	69,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	503,71	5,83
Várzea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vieirópolis	143,22	0,00	0,00	0,00	96,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110,88	0,00	0,00	0,00	350,19	4,05
Vista Serrana	0,00	0,00	0,00	0,00	49,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49,65	0,57
Zabelê	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,43	0,00	42,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,56	1,29
Total	**12.260,99**	**29,08**	**34.651,45**	**335.387,18**	**111.287,03**	**2.926.475,40**	**1.473,74**	**262.491,18**	**8.408,23**	**30.272,71**	**31.680,22**	**22.422,33**	**10.953,49**	**579,86**	**9.083,55**	**1.969,52**	**3.799.425,97**	**43.974,84**

Fonte: IBGE, 2017.

ANEXO 3 - BALANÇO HÍDRICO

Tabela 1 - Sistemas adutores simulados na bacia hidrográfica do rio Paraíba

Sistema adutor	Manancial	Municípios abastecidos	BH/SBH de origem / BH/SBH destino	Código no Acquanet	Demanda por adutora (L/s)	Demanda de adução (L/s)
Sistema Integrado do Congo	Açude Cordeiro	Amparo, Monteiro, Ouro Velho, Prata, Sumé, e distrito de Santa Luzia do Cariri	Alto PB → Alto PB	AD-COR-SUM	17	72
Sistema Integrado do Congo	Açude Cordeiro	Gurjão, Livramento, São José dos Cordeiros, Serra Branca, Parari, São João do Cariri,	Alto PB → Taperoá	AD-COR-TAP	55	
Sistema Integrado do Cariri	Açude Boqueirão	Cubati, Pedra Lavrada, Seridó, Sossêgo	Alto PB + Taperoá → Piranhas	AD-BOQ-PIR	47	1657
Sistema Integrado do Cariri	Açude Boqueirão	Olivedos, Juazeirinho, Soledade, Boa Vista, Cabaceiras, distrito de São Vicente do Seridó	Alto PB + Taperoá → Taperoá	AD-BOQ-BOQ	90	
Sistema Integrado Campina Grande	Açude Boqueirão	Matinhas e Alagoa Nova	Alto PB + Taperoá → Mamanguape	AD-BOQ-MAM	72	
Sistema Integrado Campina Grande	Açude Boqueirão	Boqueirão, Queimadas, Barra de Santana, Caturité, Lagoa Seca, Campina Grande, Pocinhos	Alto PB + Taperoá → Médio PB	AD-BOQ-ACA	1448	
Sistema Integrado Acauã	Açude Acauã	Mogeiro, São Miguel de Taipu, Pilar, Itabaiana, Salgado de São Félix e Juripiranga	Médio PB → Baixo PB	AD-ACA-EXU	160	236
Sistema Integrado Acauã	Açude Acauã	Itatuba, Ingá, Juarez Távora	Médio PB → Baixo PB	AD-ACA-N16	76	
Sistema Integrado Olho d'água	Açude São Salvador	Mari, Sapé, Sobrado, Caldas Brandão, distrito de Cajá, Gurinhém, Mulungu	Baixo PB → Baixo PB	AD-SSV-EXU	233	233

Tabela 2 - Sistemas adutores simulados nas BHs/SBHs do Gramame e Abiaí-Papocas

Sistema adutor	Manancial	Municípios abastecidos	BHs/SBHs de origem / BHs/SBHs destino	Código no Acquanet	Demanda por adutora (L/s)	Demanda de adução (L/s)
Sistema Integrado João Pessoa	Açude Gramame-Mamuaba	Cabedelo, João Pessoa, Santa Rita e Bayeux	Gramame → Baixo PB	No_2-URB + No_2-IND	2.112	2.712
Adutora Translitorânea	Rio Abiaí	Cabedelo, João Pessoa, Santa Rita e Bayeux	Abiaí → Baixo PB (via Gramame)	Ex_02-URB	600	

Tabela 3 - Sistemas adutores simulados no projeto Mamanguape

Sistema adutor	Manancial	Municípios abastecidos	BH/SBH de origem / BH/SBH destino	Código no Acquanet	Demanda por adutora (L/s)	Demanda de adução (L/s)
Sistema Integrado Tauá	Açude Araçagi	Araçagi, Cuitegi, Guarabira e Pilõezinhos	Mamanguape → Mamanguape	AD-ARA	225	644
Sistema Integrado Cacimba da Várzea - Canafístula	Açude Canafístula II	Solânea e Bananeiras	Mamanguape → Mamanguape	AD-CNF-MA	90	
Sistema Integrado Cacimba da Várzea - Canafístula	Açude Canafístula II	Araruna, Cacimba de Dentro, Damião, Dona Inês, Riachão, Tacima	Mamanguape → Curimataú	AD-CNF-CR	107	
Sistema Integrado Duas Estradas – Lagoa de Dentro	Açude Canafístula I	Duas Estradas, Lagoa de Dentro, Serra da Raiz, Sertãozinho	Mamanguape → Camaratuba	AD-DES	38	
Sistema Integrado Vaca Brava	Açude Nova Camará	Esperança e Remígio	Mamanguape → Mamanguape	AD-VCB	117	
Sistema Integrado Lagoa do Matias	Açude Lagoa do Matias	Belém, Caiçara, Logradouro, Rua Nova, Cachoeirinha e Braga	Mamanguape + Taperoá → Curimataú	AD-LGM	67	

Tabela 4 - Sistemas adutores simulados no projeto Piranhas

Sistema adutor	Manancial	Municípios abastecidos	BH/SBH de origem / BH/SBH destino	Código no Acquanet	Demanda por adutora (L/s)	Demanda de adução (L/s)
Sistema Adutor São Bento	Rio Piranhas	São Bento, Brejo do Cruz e Belém do Brejo do Cruz	Médio Piranhas → Médio Piranhas	AD-PB-001	125,0	
Sistema Adutor Picui	Aç. Várzea Grande	Frei Martinho, Nova Palmeira e Picuí	Seridó Oriental → Seridó Oriental	AD-PB-002	49,0	
Sistema Adutor Capivara	Aç. Capivara	Bernardino Batista, Santarém, Lastro, Poço Dantas, Poço de José de Moura, São Francisco, Uiraúna, Vieirópolis, Santa Cruz	Peixe → Peixe	AD-PB-003	63,0	
Sistema Adutor Lagoa do Arroz	Aç. Lagoa do Arroz	Bom Jesus, Cachoeira dos Índios, Santa Helena, São João do Rio do Peixe	Peixe → Peixe	AD-PB-004	40,0	
Adutora Catolé do Rocha	Rio Piranhas	Catolé do Rocha	Médio Piranhas → Médio Piranhas	AD-PB-005	64,0	
Adutora Riacho dos Cavalos	Aç. Riacho dos Cavalos	Riacho dos Cavalos	Médio Piranhas → Médio Piranhas	AD-PB-006	12,0	1.218,0
Adutora São Gonçalo	Aç. São Gonçalo	Marizopólis e Sousa	Alto Piranhas → Peixe	AD-PB-007	187,0	
Adutora Cajazeiras	Aç. Engenheiros Avidos	Cajazeiras	Alto Piranhas → Peixe	AD-PB-008	158,0	
Sistema adutor Curema-Sabugi	Rio Piancó a jusante do Açude Curema	Condado, Malta, Patos, Quixabá, São Bentinho, São José de Espinharas Areia de Baraúnas, Cacimba de Areia, Passagem, Salgadinho, São José do Sabugi Santa Luzia, São Mamede e Várza	Piancó → Espinharas Piancó → Médio Paraíba Piancó → Piancó Piancó → Seridó Ocidental	AD-PB-009 (a,b,c)	440,0	
Adutora Bartolomeu I	Aç. Bartolomeu I	Bonito de Santa Fé	Alto Piranhas → Alto Piranhas	AD-PB-010	25,0	
Adutora Carneiro	Aç. Carneiro	Bom Sucesso, Brejo dos Santos, Jericó, Lagoa, Mato Grosso	Médio Piranhas → Médio Piranhas	AD-PB-012	44,0	
Adutora Capoeira	Aç. Capoeira	São José do Bonfim e Santa Teresinha	Espinharas → Espinharas	AD-PB-013	11,00	

ANEXO 4 - RESUMO DO INVENTÁRIO DOS AÇUDES

Características	Informações
Nome do Açude	Jandaia
AID	345782
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	610
Altura Barragem Principal (m)	35,2
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	280,72
Largura do Vertedor Principal	150
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Curimataú
Curso Barrado	***
Município	Bananeiras
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	69,6
Localização	-6,659722; -35,678611
Volume Máximo (m³)	10032266
Volume Morto (m³)	1003226,6
Precipitação Representativa	Cacimba de Dentro (3838246)
Evaporação Representativa	Bananeiras (3838574)

Características	Informações
Nome do Açude	Escondido
AID	3824396
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	1200
Altura Barragem Principal (m)	12,46 (com fundação)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	22
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural. Perfil soleira espessa
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	20
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,3m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,3m de diâmetro. Inoperante. Tomada d'água concretada.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,3m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,3m de diâmetro. Inoperante. Tomada d'água concretada.
Bacia Hidrográfica	Médio Piranhas
Curso Barrado	Riacho dos Porcos
Município	Belém do Brejo do Cruz
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	223,82
Localização	-6,187611; -37,550972
Volume Máximo (m³)	16325814
Volume Morto (m³)	2702902
Precipitação Representativa	Belém do Brejo do Cruz (3824396)
Evaporação Representativa	Brejo do Cruz (3825606)

Características	Informações
Nome do Açude	Riacho dos Cavalos
AID	3824870

Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	468
Altura Barragem Principal (m)	11,00 (DNOCS JOÃO PESSOA - 2005) / 13,50 (AESA JOAO PESSOA - 2015)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Canal Escavado em Rocha com perfil de cordão de fixação em concreto
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	88
Largura do Vertedor Principal	140
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Duas comportas planas de gaveta, tubulação de 0,45m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas, controlada por registro. Inoperante. Comporta danificada.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Duas comportas planas de gaveta, tubulação de 0,45m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante, controlada por registro. Inoperante. Comporta danificada.
Bacia Hidrográfica	Médio Piranhas
Curso Barrado	Riacho Grande
Município	Riacho dos Cavalos
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	160,47
Localização	-6,431403; -37,650684
Volume Máximo (m³)	17699000
Volume Morto (m³)	910000
Precipitação Representativa	Jenipap. Carreiros (3824992)
Evaporação Representativa	Catolé do Rocha (3824656)

Características	Informações
Nome do Açude	Baião
AID	3825335
Material Barragem Principal	Terra Homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	1260
Altura Barragem Principal (m)	18
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra e perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	103
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,4m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,4m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Médio Piranhas
Curso Barrado	Rio Baião
Município	São José do Brejo do Cruz
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	298,5724125
Localização	-6,171800; -37,329610
Volume Máximo (m³)	39230000
Volume Morto (m³)	1961500
Precipitação Representativa	Belém do Brejo do Cruz (3824396)
Evaporação Representativa	Brejo do Cruz (3825606)

Características	Informações
Nome do Açude	Tapera

AID	3825406
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	797
Altura Barragem Principal (m)	12,8
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com perfil em soleira espessa.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	98
Largura do Vertedor Principal	103
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Não há tomada para abastecimento de demandas no reservatório.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,3m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,3m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Médio Piranhas
Curso Barrado	***
Município	Belém do Brejo do Cruz
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	157,37
Localização	-6,240992; -37,486277
Volume Máximo (m³)	26418660
Volume Morto (m³)	1320933
Precipitação Representativa	Belém do Brejo do Cruz (3824396)
Evaporação Representativa	Brejo do Cruz (3825606)

Características	Informações
Nome do Açude	Santa Rosa
AID	3825602
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	8
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com canal de dissipação.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	161
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,1m, controlada por registro/ Bombas sobre flutuantes. Inoperante. Tubulação obstruída/ Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,1m, controlada por registro. Inoperante.
Bacia Hidrográfica	Médio Piranhas
Curso Barrado	***
Município	Brejo do Cruz
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	268,73
Localização	-6,321083; -37,509611
Volume Máximo (m³)	2843984
Volume Morto (m³)	142199,2
Precipitação Representativa	Brejo do Cruz (3825701)
Evaporação Representativa	Brejo do Cruz (3825606)

Características	Informações
Nome do Açude	Várzea Grande
AID	3827934

Material Barragem Principal	Concreto CCR
Extensão Barragem Principal (m)	544,75
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com perfil do tipo soleira espessa.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	541
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,2m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,2m de diâmetro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Não há tomada para liberação para jusante no reservatório.
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	Rio Seridó
Município	Picuí
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	455,82
Localização	-6,427964; -36,354757
Volume Máximo (m³)	21532659
Volume Morto (m³)	1076632,95
Precipitação Representativa	Picuí (3837028)
Evaporação Representativa	Picuí (3837034)

Características	Informações
Nome do Açude	Gamela
AID	3832182
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	17,4
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	Riacho Gamelas
Município	Triunfo
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	10,77
Localização	-6,573960; -38,609700
Volume Máximo (m³)	472926
Volume Morto (m³)	30720
Precipitação Representativa	Icozinho (3832074)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Pilões
AID	3832399
Material Barragem Principal	Barragem de terra homogênea, com placas de concreto a montante.
Extensão Barragem Principal (m)	150
Altura Barragem Principal (m)	11,00; acima do TN / 14,00

Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	261
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com perfil Creager.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	258
Largura do Vertedor Principal	160
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação controlada por registro. Inoperante. Há muito tempo sem uso, falta de manutenção e equipamentos emperrados.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação controlada por registro. Inoperante. Há muito tempo sem uso, falta de manutenção e equipamentos emperrados.
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	Riacho Triunfo
Município	São João do Rio do Peixe
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	260,84
Localização	-6,694398; -38,518026
Volume Máximo (m³)	13000000
Volume Morto (m³)	1890000
Precipitação Representativa	Antenor Navarro (3833413)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Lagoa do Arroz
AID	3832589
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	600
Altura Barragem Principal (m)	30,00 (AESA João Pessoa - 2015) / 37,00 (DNOCS João Pessoa - 2005)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	106
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural, sem soleira
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	102
Largura do Vertedor Principal	80
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Duas tubulações de 0,8m de diâmetro; uma delas é controlada por registro gaveta; a outra sofre uma derivação para abastecimento das demandas e também é controlada por registro gaveta. Parcialmente operante. Vazamentos.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,8m de diâmetro com derivação, controlada por registro gaveta. Parcialmente operante. Vazamentos.
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	Riacho Cacaré
Município	Cajazeiras
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	328,08
Localização	-6,821470; -38,591040
Volume Máximo (m³)	80220750
Volume Morto (m³)	4011037,5
Precipitação Representativa	Cajazeiras (3832789)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Cachoeira da Vaca
AID	3832967

Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	Cachoeira da Vaca
Município	Cachoeira dos Índios
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	3,51
Localização	-6,957340; -38,678520
Volume Máximo (m³)	339156
Volume Morto (m³)	21016
Precipitação Representativa	Cajazeiras (3832789)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Capivara
AID	3833009
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	160
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	Rio do Peixe
Município	Uiraúna
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	261,52
Localização	-6,543528; -38,468556
Volume Máximo (m³)	37549827
Volume Morto (m³)	1877491,35
Precipitação Representativa	Uiraúna (3833018)
Evaporação Representativa	Antenor Navarro (3833412)

Características	Informações
Nome do Açude	Arrojado
AID	3833021
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***

Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	Riacho Morto 2
Município	Uiraúna
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	35,43
Localização	-6,501940; -38,407460
Volume Máximo (m³)	3596180
Volume Morto (m³)	179809
Precipitação Representativa	Uiraúna (3833018)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Chupadouro I
AID	3833047
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	***
Município	São João do Rio do Peixe
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	17,57
Localização	-6,703893; -38,471131
Volume Máximo (m³)	2764100
Volume Morto (m³)	224600
Precipitação Representativa	Antenor Navarro (3833413)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Paraíso (Luiz Oliveira)
AID	3833193
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Peixe
Curso Barrado	***
Município	São Francisco

Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	70,82285465
Localização	-6,593990; -38,053620
Volume Máximo (m³)	1675800
Volume Morto (m³)	83790
Precipitação Representativa	São Francisco (3833285)
Evaporação Representativa	Pombal (3834542)

Características	Informações
Nome do Açude	São Gonçalo
AID	3833643
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	380
Altura Barragem Principal (m)	25,3
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	251
Tipo do Vertedor Principal	Concreto com perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	247
Largura do Vertedor Principal	230
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tomada auxiliar 1: tubulação controlada por registro. Tomada auxiliar 2: tubulação com quatro comportas planas de gaveta. Tomada auxiliar 1: operante. Tomada auxiliar 2: parcialmente operante: uma das comportas apresentava haste de acionamento rompida.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tomada principal: tubulação; três comportas planas de gaveta. Operante.
Bacia Hidrográfica	Alto Piranhas
Curso Barrado	Rio Piranhas
Município	Sousa
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	303,64
Localização	-6,858740; -38,329060
Volume Máximo (m³)	44600000
Volume Morto (m³)	2982000
Precipitação Representativa	São Gonçalo (3833639)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Engenheiro Avidos
AID	3833913
Material Barragem Principal	Terra zoneada, com cortina central de concreto armado
Extensão Barragem Principal (m)	359,4
Altura Barragem Principal (m)	45
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	321
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com soleira controlada por duas comportas radiais.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	317,00 (AESA João Pessoa - 2005) / 317,20 (DNOCSJoão Pessoa - 2015)
Largura do Vertedor Principal	160
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Comporta stop-log circular, tubulação de 1,2m de diâmetro, controlada por registro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta stop-log circular, tubulação de 1,2m de diâmetro, controlada por registro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Alto Piranhas

Curso Barrado	Rio Piranhas
Município	Cajazeiras
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	885,69
Localização	-6,927020; -37,578500
Volume Máximo (m³)	255000000
Volume Morto (m³)	27968100
Precipitação Representativa	Eng. Avidos AC (3833908)
Evaporação Representativa	São Gonçalo (3833643)

Características	Informações
Nome do Açude	Jenipapeiro
AID	3833971
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	32
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Piranhas
Curso Barrado	Riacho Jenipapeiro
Município	São José da Lagoa Tapada
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	25,51186016
Localização	-6,969320; -38,167180
Volume Máximo (m³)	2753425
Volume Morto (m³)	275342,5
Precipitação Representativa	São José da Lagoa Tapada (3833869)
Evaporação Representativa	Nazarezinho (3833838)

Características	Informações
Nome do Açude	Carneiro
AID	3834035
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	652
Altura Barragem Principal (m)	18,4
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	146,5
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra com perfil soleira espessa
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	142
Largura do Vertedor Principal	100
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,5m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas, controlada por registro de 0,5m de diâmetro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,5m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante, controlada por registro de 0,5m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Médio Piranhas
Curso Barrado	***
Município	Jericó
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	313,73

Localização	-6,519839; -37,846613
Volume Máximo (m³)	31285875
Volume Morto (m³)	1564293,75
Precipitação Representativa	Jericó (3834137)
Evaporação Representativa	Pombal (3834542)

Características	Informações
Nome do Açude	Engenheiro Arcoverde
AID	3834884
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	1079
Altura Barragem Principal (m)	20,76
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	102,5
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra com perfil de soleira espessa.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	99
Largura do Vertedor Principal	118
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Comporta plana de gaveta; tubulação de 0,9m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas controlada por registro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta plana de gaveta; tubulação de 0,9m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante controlada por registro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Médio Piranhas
Curso Barrado	Rio Timbaúba
Município	Condado
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	127,56
Localização	-7,027430; -38,482820
Volume Máximo (m³)	30593400
Volume Morto (m³)	1955875
Precipitação Representativa	Condado (3834877)
Evaporação Representativa	Condado (3834885)

Características	Informações
Nome do Açude	São Mamede
AID	3835888
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	688
Altura Barragem Principal (m)	14,90 (DNOCS JOÃO PESSOA - 2005) / 14,93 (AESA JOAO PESSOA - 2015)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	101,2
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural, com perfil de soleira espessa e degraus.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	98
Largura do Vertedor Principal	77
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,3m de diâmetro, com derivação para abastecimento de demandas controlada por registro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,3m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante controlada por registro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	Riacho Serra e Riacho Sabugi

Município	São Mamede
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	215,55
Localização	-6,936389; -37,064611
Volume Máximo (m³)	15791280
Volume Morto (m³)	1777980
Precipitação Representativa	São Mamede (3835882)
Evaporação Representativa	Santa Luzia (3836718)

Características	Informações
Nome do Açude	Várzea
AID	3836501
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	30
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	***
Município	Várzea
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	42,78
Localização	-6,752380; -37,006900
Volume Máximo (m³)	1132975
Volume Morto (m³)	56648,75
Precipitação Representativa	Santa Luzia (3836715)
Evaporação Representativa	Santa Luzia (3836718)

Características	Informações
Nome do Açude	São José IV
AID	3836546
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	***
Município	São José Sabugi
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	14,27
Localização	-6,787220; -36,786980
Volume Máximo (m³)	554100
Volume Morto (m³)	27705
Precipitação Representativa	Santa Luzia (3836715)

Evaporação Representativa	Patos (3848327)

Características	Informações
Nome do Açude	Santa Luzia
AID	3836718
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	100
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	Riacho Quipauá
Município	Santa Luzia
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	324,32
Localização	-6,880500; -36,921222
Volume Máximo (m³)	11960250
Volume Morto (m³)	1750000
Precipitação Representativa	Santa Luzia (3836715)
Evaporação Representativa	Santa Luzia (3836718)

Características	Informações
Nome do Açude	Boqueirão do Cais
AID	3837082
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	120
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Jacú
Curso Barrado	***
Município	Cuité
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	194,08
Localização	-6,527010; -36,124450
Volume Máximo (m³)	12367300
Volume Morto (m³)	618365
Precipitação Representativa	Cuité (3827973)
Evaporação Representativa	Picuí (3837034)

Características	Informações
Nome do Açude	Caraibeiras
AID	3837127

Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Curimataú
Curso Barrado	Riacho Caraibeira
Município	Picuí
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	42,64979033
Localização	-6,559420; -36,380480
Volume Máximo (m³)	2709260
Volume Morto (m³)	270926
Precipitação Representativa	Seridó (3837717)
Evaporação Representativa	Picuí (3837034)

Características	Informações
Nome do Açude	Poleiros
AID	3837485
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	350
Altura Barragem Principal (m)	25
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	102
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em rocha com perfil de soleira espessa
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	98
Largura do Vertedor Principal	90
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,2m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,2m de diâmetro; com derivação para abastecimento das demandas; também controlada por registro gaveta. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,2m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,2m de diâmetro; com derivação para liberação para jusante; também controlada por registro gaveta. Operante.
Bacia Hidrográfica	Curimataú
Curso Barrado	***
Município	Barra de Santa Rosa
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	184,27
Localização	-6,731125; -36,089208
Volume Máximo (m³)	7933700
Volume Morto (m³)	396685
Precipitação Representativa	Barra de Santa Rosa (3837488)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Curimataú
AID	3837494
Material Barragem Principal	Terra homogênea

Extensão Barragem Principal (m)	278,6
Altura Barragem Principal (m)	15,12 (AESA João Pessoa - 2015) / 15,18 (DNOCS João Pessoa - 2005)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	96
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	93
Largura do Vertedor Principal	90
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Não há tomada para abastecimento humano no reservatório
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,3m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,3m de diâmetro. Parcialmente operante. Equipamentos emperrados e com vazamentos.
Bacia Hidrográfica	Curimataú
Curso Barrado	Rio Poleiros
Município	Barra de Santa Rosa
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	118,38
Localização	-6,711028; -36,040972
Volume Máximo (m³)	5989250
Volume Morto (m³)	1012000
Precipitação Representativa	Barra de Santa Rosa (3837488)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Felismina Queiroz
AID	3837721
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	***
Município	Seridó
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	95,08
Localização	-6,854911; -36,407911
Volume Máximo (m³)	2060000
Volume Morto (m³)	103000
Precipitação Representativa	Seridó (3837717)
Evaporação Representativa	Barra de Santa Rosa (3837492)

Características	Informações
Nome do Açude	Olivedos
AID	3837955
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***

Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	40,7
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Riacho do Padre
Município	Olivedos
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	116,18
Localização	-6,958990; -36,240700
Volume Máximo (m³)	5875124
Volume Morto (m³)	293756,2
Precipitação Representativa	Olivedos (3837953)
Evaporação Representativa	Olivedos (3837956)

Características	Informações
Nome do Açude	Lagoa do Matias
AID	3838489
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Bananeiras
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	11,14
Localização	-6,735500; -35,581360
Volume Máximo (m³)	1239883
Volume Morto (m³)	123988,3
Precipitação Representativa	Bananeiras (3838575)
Evaporação Representativa	Bananeiras (3838574)

Características	Informações
Nome do Açude	Canafístula II
AID	3838579
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***

Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Borborema
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	25,35
Localização	-6,790830; -35,619770
Volume Máximo (m³)	4102626
Volume Morto (m³)	404861
Precipitação Representativa	Bananeiras (3838575)
Evaporação Representativa	Bananeiras (3838574)

Características	Informações
Nome do Açude	Pirpirituba
AID	3838687
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Pirpirituba
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	42,23
Localização	-6,810800; -35,569520
Volume Máximo (m³)	4666188
Volume Morto (m³)	420563
Precipitação Representativa	Bananeiras (3838575)
Evaporação Representativa	Guarabira (3839606)

Características	Informações
Nome do Açude	Algodão
AID	3838801
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	40
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Curimataú
Curso Barrado	Rio Algodão da Jandaíra
Município	Algodão da Jandaíra
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	112,56
Localização	-6,907970; -36,004100
Volume Máximo (m³)	1025425

Volume Morto (m³)	102542,5
Precipitação Representativa	Algodão (3837796)
Evaporação Representativa	Picuí (3837034)

Características	Informações
Nome do Açude	Saulo Maia
AID	3838868
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	33,9
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	15
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Areia
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	46
Localização	-6,917500; -35,675167
Volume Máximo (m³)	9833615
Volume Morto (m³)	1494216
Precipitação Representativa	Areia (3838962)
Evaporação Representativa	Areia (3838958)

Características	Informações
Nome do Açude	Tauá
AID	3838894
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	20
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	Rio Tauá
Município	Guarabira
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	49,97
Localização	-6,907229; -35,538286
Volume Máximo (m³)	8563500
Volume Morto (m³)	428175
Precipitação Representativa	Alagoa Grande (3848174)
Evaporação Representativa	Guarabira (3839606)

Características	Informações

Nome do Açude	Vaca Brava
AID	3838953
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	30
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	Riacho Vaca Brava
Município	Areia
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	16,83
Localização	-6,987150; -35,752420
Volume Máximo (m³)	3450000
Volume Morto (m³)	900000
Precipitação Representativa	Areia (3838962)
Evaporação Representativa	Areia (3838958)

Características	Informações
Nome do Açude	Pitombeira
AID	3838976
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	140
Altura Barragem Principal (m)	22
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	391
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho Pitombeira
Município	Alagoa Grande
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	18
Localização	-6,993028; -35,648250
Volume Máximo (m³)	2955820
Volume Morto (m³)	295582
Precipitação Representativa	Areia (3838962)
Evaporação Representativa	Areia (3838958)

Características	Informações
Nome do Açude	Suspiro
AID	3839408
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***

Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Serra da Raiz
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	2,78
Localização	-6,724570; -35,479530
Volume Máximo (m³)	276000
Volume Morto (m³)	13800
Precipitação Representativa	Mamanguape (3839679)
Evaporação Representativa	Guarabira (3839606)

Características	Informações
Nome do Açude	Duas Estradas
AID	3839414
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Serra da Raíz
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	2,915209273
Localização	-6,702800; -35,443400
Volume Máximo (m³)	410000
Volume Morto (m³)	41000
Precipitação Representativa	Bananeiras (3838575)
Evaporação Representativa	Guarabira (3839606)

Características	Informações
Nome do Açude	Jangada
AID	3839678
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape

Curso Barrado	Riacho Guandu
Município	Mamanguape
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	9,36
Localização	-6,819035; -35,118503
Volume Máximo (m³)	470000
Volume Morto (m³)	66000
Precipitação Representativa	Mamanguape (3839679)
Evaporação Representativa	Mamanguape (3839679)

Características	Informações
Nome do Açude	Araçagi
AID	3839744
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	Rio Mamanguape
Município	Araçagi
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	2418,39
Localização	-6,854667; -35,306722
Volume Máximo (m³)	63289037
Volume Morto (m³)	3164451,85
Precipitação Representativa	Araçagi (3839727)
Evaporação Representativa	Guarabira (3839606)

Características	Informações
Nome do Açude	Bom Jesus I
AID	3843025
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Piranhas
Curso Barrado	Riacho Vazante
Município	São José de Piranhas
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	26,32196459
Localização	-7,021880; -38,389740
Volume Máximo (m³)	343800
Volume Morto (m³)	17190

Precipitação Representativa	São José de Piranhas (3843202)
Evaporação Representativa	Eng. Avidos (3833912)

Características	Informações
Nome do Açude	Frutuoso II
AID	3843264
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	29
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho da Laje
Município	Aguiar
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	20,86
Localização	-7,119020; -38,196660
Volume Máximo (m³)	3517220
Volume Morto (m³)	175861
Precipitação Representativa	Aguiar (3843166)
Evaporação Representativa	Aguiar (3843169)

Características	Informações
Nome do Açude	São José I
AID	3843303
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	180
Altura Barragem Principal (m)	18
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	N/D
Tipo do Vertedor Principal	Corte em rocha
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	400
Largura do Vertedor Principal	20
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação, com derivação para abastecimento das demandas, controlada por registro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulaçãom com derivação para liberação para jusante, controlada por registro. Inoperante. Equipamento há muito tempo sem funcionar e emperrado por falta de manutenção.
Bacia Hidrográfica	Alto Piranhas
Curso Barrado	Riacho dos Patos e Riacho da Pinga
Município	São José de Piranhas
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	87,26
Localização	-7,131660; -38,508110
Volume Máximo (m³)	3051125
Volume Morto (m³)	297125
Precipitação Representativa	São José de Piranhas (3843202)
Evaporação Representativa	São José de Piranhas (3843204)

Características	Informações
Nome do Açude	Cochos
AID	3843372
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	66
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho dos Cochos
Município	Igaracy
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	42,48
Localização	-7,177774; -38,160720
Volume Máximo (m³)	4199733
Volume Morto (m³)	352720
Precipitação Representativa	Bonito de Santa Fé (3843166)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Cafundó
AID	3843424
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	15
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Cafundó
Município	Serra Grande
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	1,48
Localização	-7,20632; -38,375843
Volume Máximo (m³)	313680
Volume Morto (m³)	15684
Precipitação Representativa	Serra Grande (3843537)
Evaporação Representativa	São José de Piranhas (3843204)

Características	Informações
Nome do Açude	Pimenta
AID	3843443
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***

Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	***
Município	São José de Caiana
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	16,42
Localização	-7,226060; -38,300280
Volume Máximo (m³)	255744
Volume Morto (m³)	12787,2
Precipitação Representativa	Serra Grande (3843537)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Bartolomeu I
AID	3843604
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	338
Altura Barragem Principal (m)	18,26
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	101
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra de perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	97
Largura do Vertedor Principal	70
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,4m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas, controlada por registro gaveta de 0,4m de diâmetro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,4m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante, controlada por registro gaveta de 0,4m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Alto Piranhas
Curso Barrado	Rio Piranhas
Município	Bonito de Santa Fé
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	57,46
Localização	-7,325540; -38,482840
Volume Máximo (m³)	17570556
Volume Morto (m³)	1757055,6
Precipitação Representativa	Bonito de Santa Fé (3842698)
Evaporação Representativa	Bonito de Santa Fé (3843601)

Características	Informações
Nome do Açude	Cachoeira dos Alves
AID	3843658
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	272
Altura Barragem Principal (m)	17
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra, perfil Creager

Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	315
Largura do Vertedor Principal	100
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Não há tomada para liberação para jusante no reservatório
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Cachoeira
Município	Itaporanga
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	112,2
Localização	-7,321323; -38,229966
Volume Máximo (m³)	10611196
Volume Morto (m³)	530559,8
Precipitação Representativa	Itaporanga (3843667)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Video
AID	3843722
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	53
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho do Vídeo
Município	Conceição
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	23,44
Localização	-7,371226; -38,409994
Volume Máximo (m³)	6040263
Volume Morto (m³)	302013,15
Precipitação Representativa	Conceição (3852197)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Vazante
AID	3843832
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	72,2
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	***

Município	Diamante
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	118,83
Localização	-7,419565; -38,364377
Volume Máximo (m³)	9091200
Volume Morto (m³)	454560
Precipitação Representativa	S. Boaventura (3843857)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Saco
AID	3843995
Material Barragem Principal	Concreto compactado com rolo
Extensão Barragem Principal (m)	240
Altura Barragem Principal (m)	56
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	N/D
Tipo do Vertedor Principal	Sanfona de concreto compactado
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	377
Largura do Vertedor Principal	45
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta plana; tubulação de 0,5m de diâmetro controlada por válvula dispersora de 0,5m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Gravatá
Município	Nova Olinda
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	288,4
Localização	-7,525770; -38,053880
Volume Máximo (m³)	97488089
Volume Morto (m³)	4874404,45
Precipitação Representativa	Nova Olinda (3843992)
Evaporação Representativa	Nova Olinda (3843995)

Características	Informações
Nome do Açude	Mãe D'Água
AID	3844013
Material Barragem Principal	Concreto Ciclópico
Extensão Barragem Principal (m)	175,00 (AESA JOAO PESSOA - 2015) / 170,76 (DNOCS LOCAL - 2015)
Altura Barragem Principal (m)	35,00 (DNOCS JOÃO PESSOA - 2005) / 50,00 (AESA JOAO PESSOA - 2015) / 49,00 (DNOCS LOCAL - 2015)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	245
Tipo do Vertedor Principal	Barragem vertedoura com perfil Creager e dissipação em superfície livre.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	245
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Duas tubulações 2,1m de diâmetro; comporta plana. Uma tubulação 2,1m de diâmetro; é controlada por registro gaveta de 2m de diâmetro; a outra sofre derivação para abastecimento das demandas, controlada também por registro. Parcialmente operante. Obstrução do barrilete e

	vazamentos permanentes.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta plana de gaveta; tubulação de 2,1m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante, controlada por registro. Parcialmente operante. Obstrução do barrilete e vazamentos permanentes
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	***
Município	Coremas
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	1095
Localização	-7,071900; -38,010690
Volume Máximo (m³)	568000000
Volume Morto (m³)	28400000
Precipitação Representativa	Coremas (3844008)
Evaporação Representativa	Coremas (3844015)

Características	Informações
Nome do Açude	Curema
AID	3844014
Material Barragem Principal	Concreto ciclópico
Extensão Barragem Principal (m)	175,00 (AESA João Pessoa - 2015) / 170,76 (DNOCS João Pessoa - 2015)
Altura Barragem Principal (m)	35,00 (DNOCS João Pessoa - 2005) / 50,00 (AESA João Pessoa - 2015) / 49,00 (DNOCS Local - 2015)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	245
Tipo do Vertedor Principal	Barragem vertedoura com perfil Creager e dissipação em superfície livre
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	245
Largura do Vertedor Principal	175
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Duas tubulações de 2,1m de comporimento; comporta plana. Uma tubulação 2,1m de diâmetro; é controlada por registro gaveta de 2m de diâmetro; a outra sofre derivação para abastecimento das demandas, controlada também por registro. Parcialmente operante. Obstrução do barrilete e vazamentos permanentes.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta plana de gaveta; tubulação de 2,1m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante, controlada por registro. Parcialmente operante. Obstrução do barrilete e vazamentos permanentes.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Rio Piancó
Município	Coremas
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	4694,3
Localização	-7,103361; -37,897333
Volume Máximo (m³)	1358700000
Volume Morto (m³)	67935000
Precipitação Representativa	Coremas (3844008)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Emas

AID	3844159
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	57
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Campo Grande
Município	Emas
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	40,92
Localização	-7,068920; -37,741150
Volume Máximo (m³)	2013750
Volume Morto (m³)	317000
Precipitação Representativa	Catingueira (3844279)
Evaporação Representativa	Pombal (3834542)

Características	Informações
Nome do Açude	Cachoeira dos Cegos
AID	3844168
Material Barragem Principal	Terra (homogênea)
Extensão Barragem Principal (m)	390
Altura Barragem Principal (m)	25
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Alvenaria de Pedra
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	96,5
Largura do Vertedor Principal	150
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta stop-log; tubulação controlada por registro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho da Goiabeira (Serra Branca)
Município	Catingueira
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	283,64
Localização	-7,088748; -37,654463
Volume Máximo (m³)	71887047
Volume Morto (m³)	7188704,7
Precipitação Representativa	Catingueira (3844279)
Evaporação Representativa	Catingueira (3844282)

Características	Informações
Nome do Açude	Jenipapeiro (Buiú)
AID	3844652
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***

Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	45
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Catolé
Município	Olho D'Água
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	402,59
Localização	-7,325099; -37,758557
Volume Máximo (m³)	70000000
Volume Morto (m³)	7000000
Precipitação Representativa	Imaculada (3845703)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Queimadas
AID	3844709
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	254
Altura Barragem Principal (m)	23,27
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	237
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação controlada por registro gaveta. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Santana
Município	Santana dos Garrotes
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	125,21
Localização	-7,391909; -37,969320
Volume Máximo (m³)	15625338
Volume Morto (m³)	781266,9
Precipitação Representativa	Garrotes (3844703)
Evaporação Representativa	Nova Olinda (3843995)

Características	Informações
Nome do Açude	Albino
AID	3844798
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	35
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	Riacho Albino

Município	Imaculada
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	17,4
Localização	-6,929170; -36,809700
Volume Máximo (m³)	1688400
Volume Morto (m³)	168840
Precipitação Representativa	Santa Luzia (3836715)
Evaporação Representativa	Imaculada (3845702)

Características	Informações
Nome do Açude	Bom Jesus II
AID	3844974
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Bom Jesus
Município	Água Branca
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	119,62
Localização	-7,456331; -37,641073
Volume Máximo (m³)	14636457
Volume Morto (m³)	731822,85
Precipitação Representativa	Água Branca (3854072)
Evaporação Representativa	Água Branca (3854074)

Características	Informações
Nome do Açude	Jatobá I
AID	3845147
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	526
Altura Barragem Principal (m)	18,6
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	52
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado com perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	50
Largura do Vertedor Principal	110
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Comporta plana de gaveta; tubulação de 0,3m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas, controlada por registro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta plana de gaveta; tubulação de 0,3m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante, controlada por registro. Inoperante. Equipamentos emperrados.
Bacia Hidrográfica	Espinharas
Curso Barrado	Riacho das Marés
Município	Patos
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	93,75

Localização	-7,060912; -37,272939
Volume Máximo (m³)	17516000
Volume Morto (m³)	877125
Precipitação Representativa	Teixeira (3845448)
Evaporação Representativa	Patos (3848327)

Características	Informações
Nome do Açude	Farinha
AID	3845155
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Espinharas
Curso Barrado	***
Município	Patos
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	706,7
Localização	-7,078726; -37,244144
Volume Máximo (m³)	25738500
Volume Morto (m³)	1286925
Precipitação Representativa	Teixeira (3845448)
Evaporação Representativa	Patos (3848327)

Características	Informações
Nome do Açude	Capoeira
AID	3845321
Material Barragem Principal	Barragem de terra homogênea, com rip-rap a montante
Extensão Barragem Principal (m)	373
Altura Barragem Principal (m)	36
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	90
Largura do Vertedor Principal	140
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,5m de diâmetro, com válvulas e registros; derivação para abastecimento das demandas, controlada por válvula. Operante
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,5m de diâmetro, com válvulas e registros; derivação para liberação para jusante. Operante.
Bacia Hidrográfica	Espinharas
Curso Barrado	***
Município	Santa Terezinha
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	287,47
Localização	-7,172972; -37,401944
Volume Máximo (m³)	53450000

Volume Morto (m³)	2672500
Precipitação Representativa	Santa Terezinha (3845113)
Evaporação Representativa	Patos (3848327)

Características	Informações
Nome do Açude	Riacho das Moças
AID	3845443
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Espinharas
Curso Barrado	***
Município	Maturéia
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	20,05954219
Localização	-7,238470; -37,312370
Volume Máximo (m³)	6413411
Volume Morto (m³)	320670,55
Precipitação Representativa	Mãe D'Água (3845514)
Evaporação Representativa	Teixeira (3845455)

Características	Informações
Nome do Açude	Bastiana
AID	3845449
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	***
Município	Teixeira
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	4,7
Localização	-7,250780; -37,282270
Volume Máximo (m³)	1271560
Volume Morto (m³)	127156
Precipitação Representativa	Teixeira (3845448)
Evaporação Representativa	Teixeira (3845455)

Características	Informações

Nome do Açude	São Francisco II
AID	3845459
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	14
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	***
Município	Teixeira
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	23,8
Localização	-7,244806; -37,208528
Volume Máximo (m³)	4920720
Volume Morto (m³)	246036
Precipitação Representativa	Teixeira (3845448)
Evaporação Representativa	Teixeira (3845455)

Características	Informações
Nome do Açude	Sabonete
AID	3845544
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	30
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Seridó
Curso Barrado	***
Município	Teixeira
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	10,77
Localização	-7,261390; -37,292690
Volume Máximo (m³)	1952540
Volume Morto (m³)	97627
Precipitação Representativa	Teixeira (3845448)
Evaporação Representativa	Teixeira (3845455)

Características	Informações
Nome do Açude	Jeremias
AID	3845586
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***

Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Espinharas
Curso Barrado	***
Município	Desterro
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	91,84
Localização	-7,287190; -37,100880
Volume Máximo (m³)	4658430
Volume Morto (m³)	232921,5
Precipitação Representativa	Desterro (3845583)
Evaporação Representativa	Desterro (3845586)

Características	Informações
Nome do Açude	Mucutu
AID	3846273
Material Barragem Principal	Terra homogênea, com rip-rap a montante
Extensão Barragem Principal (m)	540
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Perfil Creager
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	92
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,5m de diâmetro, controlada por registro gaveta, com derivação para abastecimento das demandas. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,5m de diâmetro, controlada por registro gaveta, com liberação para jusante. Operante.
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Riacho Mucutu
Município	Juazeirinho
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	236,61
Localização	-7,133970; -36,661720
Volume Máximo (m³)	25370000
Volume Morto (m³)	1268500
Precipitação Representativa	Juazeirinho (3846185)
Evaporação Representativa	Soledade (3847131)

Características	Informações
Nome do Açude	Lagoa do Meio
AID	3846351
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	50

Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Riacho do Silva
Município	Taperoá
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	89,41
Localização	-7,158480; -36,766630
Volume Máximo (m³)	6647875
Volume Morto (m³)	1994363
Precipitação Representativa	Taperoá (3846434)
Evaporação Representativa	Taperoá (3846437)

Características	Informações
Nome do Açude	Taperoá II (Manoel Marcionilo)
AID	3846434
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	472
Altura Barragem Principal (m)	12,8
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	N/D
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em terreno natural com soleira delgada
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	58
Largura do Vertedor Principal	130
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação controlada por registro; caixa de acumulação na qual ocorrem as captações. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação controlada por registro; caixa de acumulação com liberação para jusante através de transbordamentos. Operante.
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Rio Taperoá
Município	Taperoá
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	496,98
Localização	-7,209110; -36,839561
Volume Máximo (m³)	15148900
Volume Morto (m³)	757445
Precipitação Representativa	Taperoá (3846434)
Evaporação Representativa	Taperoá (3846437)

Características	Informações
Nome do Açude	Livramento (Russos)
AID	3846722
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	60
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***

Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Riacho do Livramento
Município	Livramento
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	29,52
Localização	-7,281400; -36,462670
Volume Máximo (m³)	2432420
Volume Morto (m³)	121621
Precipitação Representativa	São José Cordeiros (3846739)
Evaporação Representativa	Desterro (3845586)

Características	Informações
Nome do Açude	Namorado
AID	3846799
Material Barragem Principal	Terra (homogênea)
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	13
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	100
Largura do Vertedor Principal	35
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Riacho Namorado
Município	São João do Cariri
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	20,32
Localização	-7,384500; -36,534190
Volume Máximo (m³)	2118980
Volume Morto (m³)	220000
Precipitação Representativa	São João do Cariri (3846894)
Evaporação Representativa	São João do Cariri (3846798)

Características	Informações
Nome do Açude	Serra Branca II
AID	3846965
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	1.050,00 (SECRETARIA AGRICULTURA SERRA BRANCA - 2015) / 928,00 (AESA JOAO PESSOA - 2015)
Altura Barragem Principal (m)	18,5
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com perfil do tipo soleira espessa.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	97,5
Largura do Vertedor Principal	45
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,25m de diâmetro, com registro e derivação para abastecimento das demandas, também controlada por registro gaveta. Inativo.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,25m de diâmetro, com registro e derivação para liberação para jusante, também controlada por registro gaveta. Inativo.
Bacia Hidrográfica	Taperoá

Curso Barrado	***
Município	Serra Branca
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	30,31
Localização	-7,481230; -36,686500
Volume Máximo (m³)	14042568
Volume Morto (m³)	926500
Precipitação Representativa	Serra Branca (3846969)
Evaporação Representativa	São João do Cariri (3846798)

Características	Informações
Nome do Açude	Serra Branca I
AID	3846972
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	96
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	São João do Cariri
Município	Serra Branca
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	58,33
Localização	-7,471410; -36,667400
Volume Máximo (m³)	2117062
Volume Morto (m³)	196375
Precipitação Representativa	Serra Branca (3846969)
Evaporação Representativa	São João do Cariri (3846798)

Características	Informações
Nome do Açude	Soledade
AID	3847131
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	844
Altura Barragem Principal (m)	16,9
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	125
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	123
Largura do Vertedor Principal	105
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Não há tomada para abastecimento de demandas no reservatório.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,5m de diâmetro; com comporta e registro. Parcialmente operante. Equipamentos funcionando em condições precárias.
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Rio Macaco
Município	Soledade
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	201,76
Localização	-7,060830; -36,329580

Volume Máximo (m³)	27058100
Volume Morto (m³)	3521600
Precipitação Representativa	Soledade (3847128)
Evaporação Representativa	Soledade (3847131)

Características	Informações
Nome do Açude	Gurjão
AID	3847406
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Taperoá
Curso Barrado	Riacho do Icó
Município	Gurjão
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	63,42
Localização	-7,242150; -36,501560
Volume Máximo (m³)	1929250
Volume Morto (m³)	96462,5
Precipitação Representativa	Gurjão (3847505)
Evaporação Representativa	São João do Cariri (3846798)

Características	Informações
Nome do Açude	Epitácio Pessoa
AID	3847976
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	347
Altura Barragem Principal (m)	43,9
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	383,36
Tipo do Vertedor Principal	Livre com perfil em soleira espessa
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	Margem direita: 377,86; margem esquerda:378,36.
Largura do Vertedor Principal	280
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação com 1,5 m de diâmetro; comporta stop-log; duas derivações controladas por registros gaveta de 0,75m de diâmetro. Parcialmente operante. Comporta não está funcionando.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação com 1,5 m de diâmetro; comporta stop-log; registro gaveta de 0,5m de diâmetro. Parcialmente operante. Comporta não está funcionando.
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Rio Paraíba
Município	Boqueirão
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	6586,64
Localização	-7,538150; -36,231900
Volume Máximo (m³)	411686287

Volume Morto (m³)	33000000
Precipitação Representativa	Boqueirão (3847979)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Covão
AID	3848018
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	Riacho Covão
Município	Areial
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	13,94
Localização	-7,029030; -35,920410
Volume Máximo (m³)	672260
Volume Morto (m³)	67226
Precipitação Representativa	Alagoa Nova (3848145)
Evaporação Representativa	Areia (3838958)

Características	Informações
Nome do Açude	Emídio
AID	3848119
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	20
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Montadas
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	14,37
Localização	-7,092470; -35,927050
Volume Máximo (m³)	415770
Volume Morto (m³)	33200
Precipitação Representativa	Alagoa Nova (3848145)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações

Nome do Açude	São Sebastião
AID	3848133
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	São Sebastião L. Roça
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	3,2
Localização	-7,051240; -35,857170
Volume Máximo (m³)	453075
Volume Morto (m³)	22653,75
Precipitação Representativa	Alagoa Nova (3848145)
Evaporação Representativa	Alagoa Nova (3848151)

Características	Informações
Nome do Açude	Camará
AID	3848151
Material Barragem Principal	Concreto Ciclópico
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	461
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Alagoa Grande
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	101,92
Localização	-7,033543; -35,761980
Volume Máximo (m³)	26581614
Volume Morto (m³)	1329080,7
Precipitação Representativa	Alagoa Nova (3848145)
Evaporação Representativa	Alagoa Nova (3848151)

Características	Informações
Nome do Açude	Milhã (Evaldo Gonçalves)
AID	3848213
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***

Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Médio Paraíba
Curso Barrado	***
Município	Puxinanã
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	23,14
Localização	-7,140100; -35,954750
Volume Máximo (m³)	580271
Volume Morto (m³)	99676
Precipitação Representativa	Alagoa Grande (3848174)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Brejinho
AID	3848278
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Juarez Távora
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	14,54
Localização	-7,132060; -35,633700
Volume Máximo (m³)	789000
Volume Morto (m³)	56500
Precipitação Representativa	Alagoa Grande (3848174)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Sindô Ribeiro
AID	3848357
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	33,9
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	99
Largura do Vertedor Principal	36
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape

Curso Barrado	***
Município	Massaranduba
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	26
Localização	-7,153611; -35,727944
Volume Máximo (m³)	3022715
Volume Morto (m³)	302271,5
Precipitação Representativa	Alagoa Nova (3848145)
Evaporação Representativa	Alagoa Nova (3848151)

Características	Informações
Nome do Açude	Chupadouro II
AID	3848365
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Mamanguape
Curso Barrado	***
Município	Serra Redonda
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	3,06
Localização	-7,166210; -35,694500
Volume Máximo (m³)	634620
Volume Morto (m³)	63462
Precipitação Representativa	Alagoa Grande (3848174)
Evaporação Representativa	Ingá (3848583)

Características	Informações
Nome do Açude	Chã dos Pereiras
AID	3848474
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Baixo Paraíba
Curso Barrado	Rio Gurinhaém
Município	Ingá
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	17,06
Localização	-7,205120; -35,635050
Volume Máximo (m³)	1766100
Volume Morto (m³)	88305

Precipitação Representativa	Ingá (3848579)
Evaporação Representativa	Ingá (3848583)

Características	Informações
Nome do Açude	José Rodrigues
AID	3848648
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	51
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Médio Paraíba
Curso Barrado	***
Município	Campina Grande
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	51,90265497
Localização	-7,318776; -35,778705
Volume Máximo (m³)	22332348
Volume Morto (m³)	2233235
Precipitação Representativa	Fagundes (3848741)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Gavião
AID	3848754
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	25
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Baixo Paraíba
Curso Barrado	Riacho Quati
Município	Fagundes
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	17,54
Localização	-7,355480; -35,741240
Volume Máximo (m³)	1450840
Volume Morto (m³)	72542
Precipitação Representativa	Fagundes (3848741)
Evaporação Representativa	Campina Grande (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Acauã

AID	3848893
Material Barragem Principal	Concreto compactado a rolo, barragem vertedoura
Extensão Barragem Principal (m)	440
Altura Barragem Principal (m)	40
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	135
Tipo do Vertedor Principal	Perfil Creager com degraus
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	130
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação controlada por comporta, registro e válvula dispersora de 1,5m de diâmetro. Parcialmente operante. Comporta inoperante; válvula funcionando em condições precárias.
Bacia Hidrográfica	Médio Paraíba
Curso Barrado	Rio Paraíba
Município	Natuba
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	3672,74
Localização	-7,479111; -35,595306
Volume Máximo (m³)	250000000
Volume Morto (m³)	14500000
Precipitação Representativa	Aroeiras (3858065)
Evaporação Representativa	Ingá (3848583)

Características	Informações
Nome do Açude	São Salvador
AID	3849166
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Baixo Paraíba
Curso Barrado	Riacho São Salvador
Município	Sapé
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	62,45
Localização	-7,084088; -35,190148
Volume Máximo (m³)	12657520
Volume Morto (m³)	632876
Precipitação Representativa	Sapé (3849254)
Evaporação Representativa	Mamanguape (3839679)

Características	Informações
Nome do Açude	Serra Vermelha I
AID	3852099
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***

Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	13
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Rio Serra Vermelha
Município	Conceição
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	57,46
Localização	-7,545503; -38,521334
Volume Máximo (m³)	11801173
Volume Morto (m³)	590058,65
Precipitação Representativa	Conceição (3852197)
Evaporação Representativa	Conceição (3853101)

Características	Informações
Nome do Açude	Condado
AID	3852192
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	174
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	83
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra e perfil soleira espessa.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	80
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Não há tomada para abastecimento de demandas no reservatório.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta; tubulação de 0,5m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,5m de diâmetro e válvula dispersora de 0,5m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	***
Município	Conceição
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	1311,919864
Localização	-7,560629; -38,549282
Volume Máximo (m³)	35020000
Volume Morto (m³)	1751000
Precipitação Representativa	Conceição (3852197)
Evaporação Representativa	Conceição (3853101)

Características	Informações
Nome do Açude	Santa Inês
AID	3852285
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	412
Altura Barragem Principal (m)	37,70 (inclui fundação) (DNOCS JOÃO PESSOA - 2005, DNOCS - 1990) / 28,10 (AESA JOAO PESSOA - 2015)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	102,5

Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com Perfil Creager.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	100
Largura do Vertedor Principal	50
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação 0,4m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,4m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas e registro. Não utilizada. Opção para futura demanda.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação 0,4m de diâmetro, controlada por registro gaveta de 0,4m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante e registro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Santa Inês
Município	Santa Inês
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	103,91
Localização	-7,628842; -38,595467
Volume Máximo (m³)	26115250
Volume Morto (m³)	1305762,5
Precipitação Representativa	Conceição (3852197)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Piranhas
AID	3853014
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	514
Altura Barragem Principal (m)	38
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	107
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra perfil soleira espessa.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	103
Largura do Vertedor Principal	96
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,5m de diâmetro controlada por registro gaveta de 0,5m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Rio Piancó
Município	Ibiara
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	199,59
Localização	-7,500752; -38,441634
Volume Máximo (m³)	25696200
Volume Morto (m³)	1284810
Precipitação Representativa	Ibiara (3843919)
Evaporação Representativa	Conceição (3853101)

Características	Informações
Nome do Açude	Bruscas
AID	3853073
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	1169
Altura Barragem Principal (m)	31,4
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	N/D
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em rocha com perfil de soleira espessa

Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	105,5
Largura do Vertedor Principal	235
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Comporta stop-log; tubulação com derivação para abastecimento das demandas controlada por registro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta stop-log; tubulação com derivação para liberação para jusante controlada por válvula dispersora. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho de Bruscas
Município	Curral Velho
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	228,79
Localização	-7,545850; -38,162720
Volume Máximo (m³)	38206460
Volume Morto (m³)	1910323
Precipitação Representativa	Nova Olinda (3843992)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Poço Redondo
AID	3853142
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	672
Altura Barragem Principal (m)	36,5
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	90
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em rocha com perfil de soleira espessa.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	107
Largura do Vertedor Principal	150
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Não há tomada para abastecimento das demandas no reservatório.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta stop-log; tubulação, controlada por registro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Santana
Município	Santana de Mangueira
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	332
Localização	-7,585942; -38,304570
Volume Máximo (m³)	8931340
Volume Morto (m³)	446567
Precipitação Representativa	Manaíra (3853467)
Evaporação Representativa	Conceição (3853101)

Características	Informações
Nome do Açude	Catolé I
AID	3853369
Material Barragem Principal	Barragem de Terra
Extensão Barragem Principal (m)	276
Altura Barragem Principal (m)	25
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Corte em rocha - Passagem molhada
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	141,5

Largura do Vertedor Principal	100
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,2m de diâmetro; registro gaveta de 0,2m de diâmetro; com derivação controlada por outro registro. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,2m de diâmetro; registro gaveta de 0,2m de diâmetro; com derivação controlada por outro registro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Arara
Município	Manaíra
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	132,51
Localização	-7,686059; -38,175540
Volume Máximo (m³)	10500000
Volume Morto (m³)	1050000
Precipitação Representativa	Manaíra (3853467)
Evaporação Representativa	Manaíra (3853471)

Características	Informações
Nome do Açude	Glória
AID	3854046
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	30
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho da Glória
Município	Juru
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	38,29
Localização	-7,540218; -37,789192
Volume Máximo (m³)	1349980
Volume Morto (m³)	67499
Precipitação Representativa	Juru (3854036)
Evaporação Representativa	Água Branca (3854074)

Características	Informações
Nome do Açude	Tavares II
AID	3854123
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***

Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Tavares
Município	Tavares
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	53,51
Localização	-7,593359; -37,912413
Volume Máximo (m³)	9000000
Volume Morto (m³)	450000
Precipitação Representativa	Juru (3854036)
Evaporação Representativa	Princesa Isabel (3854405)

Características	Informações
Nome do Açude	Timbaúba
AID	3854137
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	498,6
Altura Barragem Principal (m)	25,2
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Concreto
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	106
Largura do Vertedor Principal	65
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação controlada por registro gaveta. Operante.
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Branco
Município	Juru
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	84,89
Localização	-7,555209; -37,824305
Volume Máximo (m³)	15438572,5
Volume Morto (m³)	771928,625
Precipitação Representativa	Juru (3854036)
Evaporação Representativa	Água Branca (3854074)

Características	Informações
Nome do Açude	Novo II
AID	3854229
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	19,3
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho dos Pintos e Riacho Olho D'Água Seco
Município	Tavares
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	9,23
Localização	-7,645270; -37,874080
Volume Máximo (m³)	706080

Volume Morto (m³)	119520
Precipitação Representativa	Juru (3854036)
Evaporação Representativa	Sousa (3833558)

Características	Informações
Nome do Açude	Jatobá II
AID	3854405
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	80
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Piancó
Curso Barrado	Riacho Gravatá
Município	Princesa Isabel
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	64,16
Localização	-7,720450; -37,980570
Volume Máximo (m³)	6487200
Volume Morto (m³)	324360
Precipitação Representativa	Princesa Isabel (3853499)
Evaporação Representativa	Princesa Isabel (3854405)

Características	Informações
Nome do Açude	São Paulo
AID	3855266
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	***
Município	Prata
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	174,42
Localização	-7,647500; -37,083440
Volume Máximo (m³)	8455500
Volume Morto (m³)	422775
Precipitação Representativa	Prata (3855383)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações

Nome do Açude	Ouro Velho
AID	3855271
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	30
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	***
Município	Ouro Velho
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	15,69
Localização	-7,605220; -37,154960
Volume Máximo (m³)	1675800
Volume Morto (m³)	167580
Precipitação Representativa	Prata (3855383)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Prata II
AID	3855386
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	80
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	***
Município	Prata
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	56,81
Localização	-7,696770; -37,086860
Volume Máximo (m³)	1308433
Volume Morto (m³)	65421,65
Precipitação Representativa	Prata (3855383)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	São José II
AID	3855789
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***

Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho Mulungu
Município	Monteiro
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	271,51
Localização	-7,883130; -37,074060
Volume Máximo (m³)	1311540
Volume Morto (m³)	157500
Precipitação Representativa	Camalaú (3856828)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Serrote
AID	3855882
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	100
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Serrote
Município	Monteiro
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	42,54
Localização	-7,923556; -37,105417
Volume Máximo (m³)	5709000
Volume Morto (m³)	285450
Precipitação Representativa	Prata (3855383)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Poções
AID	3856076
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	206
Altura Barragem Principal (m)	16.70 (18.70 com fundação)
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	49,7
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em solo natural com perfil Creager.
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	45,5
Largura do Vertedor Principal	100
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,6m de diâmetro; duas comportas planas e registro. Inoperante.
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba

Curso Barrado	Riacho Mulungu
Município	Monteiro
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	244,07
Localização	-7,894410; -37,008600
Volume Máximo (m³)	29861562
Volume Morto (m³)	1493078,1
Precipitação Representativa	Camalaú (3856828)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Sumé
AID	3856325
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	458
Altura Barragem Principal (m)	19
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	78,5
Tipo do Vertedor Principal	Canal escavado em rocha com perfil misto (Canal+ Creager).
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	75,2
Largura do Vertedor Principal	140
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Não há tomada para abastecimento de demandas no reservatório.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Comporta plana de gaveta; tubulação de 0,6m de diâmetro, controlada por registro. Parcialmente operante. Equipamentos emperrados e com vazamentos.
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Sucuru
Município	Sumé
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	523,04
Localização	-7,672310; -36,924980
Volume Máximo (m³)	44864100
Volume Morto (m³)	2243205
Precipitação Representativa	Sumé (3856314)
Evaporação Representativa	Sumé (3856325)

Características	Informações
Nome do Açude	Campos
AID	3856591
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho Velha Antônia
Município	Caraúbas

Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	180,65
Localização	-7,771470; -36,568210
Volume Máximo (m³)	659439200
Volume Morto (m³)	69771900
Precipitação Representativa	Caraúbas (3856498)
Evaporação Representativa	Caraúbas (3857405)

Características	Informações
Nome do Açude	Cordeiro
AID	3856668
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	672
Altura Barragem Principal (m)	26
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra e Perfil soleira espessa
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	103
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,4m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas e controlada por registro gaveta. Operante.
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,4m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante e controlada por válvula dispersora de 0,4m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho da Gangorra
Município	Congo
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	1313,02
Localização	-7,813395; -36,678195
Volume Máximo (m³)	69965945
Volume Morto (m³)	3498297,25
Precipitação Representativa	Congo (3856667)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Camalaú
AID	3856736
Material Barragem Principal	Barragem de terra homogênea com rip rap
Extensão Barragem Principal (m)	320
Altura Barragem Principal (m)	27,4
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Terreno natural
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	327
Largura do Vertedor Principal	140
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,5m de diâmetro, controlada por registro de 0,5m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Rio do Meio
Município	Camalaú
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	397,54
Localização	-7,885273; -36,837815

Volume Máximo (m³)	46437520
Volume Morto (m³)	2321876
Precipitação Representativa	Camalaú (3856828)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	São Domingos
AID	3857215
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	20
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho Gravatá
Município	São Domingos do Cariri
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	69,17
Localização	-7,628172; -36,444691
Volume Máximo (m³)	7340440
Volume Morto (m³)	734044
Precipitação Representativa	Caraúbas (3856498)
Evaporação Representativa	Caraúbas (3857405)

Características	Informações
Nome do Açude	Bichinho
AID	3857443
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho do Bichinho
Município	Barra de São Miguel
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	52,83
Localização	-7,748960; -36,311180
Volume Máximo (m³)	4574370
Volume Morto (m³)	265500
Precipitação Representativa	Barra de São Miguel (3857534)
Evaporação Representativa	Caraúbas (3857405)

Características	Informações
Nome do Açude	Riacho de Santo Antônio
AID	3857471
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Médio Paraíba
Curso Barrado	Riacho de Santo Antônio
Município	Boqueirão
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	114,59
Localização	-7,706180; -36,168140
Volume Máximo (m³)	6834000
Volume Morto (m³)	1366880
Precipitação Representativa	Riacho de Santo Antônio (3857471)
Evaporação Representativa	Caraúbas (3857405)

Características	Informações
Nome do Açude	Santo Antônio
AID	3866106
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	148
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Rio do Umbuzeiro
Município	São Sebastião do Umbuzeiro
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	337,57
Localização	-8,104460; -36,990020
Volume Máximo (m³)	24424130
Volume Morto (m³)	1221206,5
Precipitação Representativa	São Sebastião do Umbuzeiro (3865397)
Evaporação Representativa	São João do Tigre (3866135)

Características	Informações
Nome do Açude	Marés
AID	3940321
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***

Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	10
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Baixo Paraíba
Curso Barrado	Rio Marés
Município	João Pessoa
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	26,96
Localização	-7,159930; -34,912230
Volume Máximo (m³)	2136637
Volume Morto (m³)	213663,7
Precipitação Representativa	Santa Rita (3940206)
Evaporação Representativa	João Pessoa (3940139)

Características	Informações
Nome do Açude	Gramame-Mamuaba
AID	3940513
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	50
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Gramame-Mamuaba
Curso Barrado	Rios Gramame e Mamuaba
Município	Alhandra
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	256
Localização	-7,296230; -34,967240
Volume Máximo (m³)	56937000
Volume Morto (m³)	2846850
Precipitação Representativa	Santa Rita (3940206)
Evaporação Representativa	João Pessoa (3940139)

Características	Informações
Nome do Açude	Cordeiro
AID	3856668
Material Barragem Principal	Terra homogênea
Extensão Barragem Principal (m)	672
Altura Barragem Principal (m)	26
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Corte em terra e Perfil soleira espessa
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	103
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Tubulação de 0,4m de diâmetro, com derivação para abastecimento das demandas e controlada por registro gaveta. Operante.

Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,4m de diâmetro, com derivação para liberação para jusante e controlada por válvula dispersora de 0,4m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho da Gangorra
Município	Congo
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	1313,02
Localização	-7,813395; -36,678195
Volume Máximo (m³)	69965945
Volume Morto (m³)	3498297,25
Precipitação Representativa	Congo (3856667)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	Camalaú
AID	3856736
Material Barragem Principal	Barragem de terra homogênea com rip rap
Extensão Barragem Principal (m)	320
Altura Barragem Principal (m)	27,4
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	Terreno natural
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	327
Largura do Vertedor Principal	140
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	Bombas sobre flutuantes. Operante
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	Tubulação de 0,5m de diâmetro, controlada por registro de 0,5m de diâmetro. Operante.
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Rio do Meio
Município	Camalaú
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	397,54
Localização	-7,885273; -36,837815
Volume Máximo (m³)	46437520
Volume Morto (m³)	2321876
Precipitação Representativa	Camalaú (3856828)
Evaporação Representativa	Monteiro (3855779)

Características	Informações
Nome do Açude	São Domingos
AID	3857215
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	20
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho Gravatá
Município	São Domingos do Cariri

Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	69,17
Localização	-7,628172; -36,444691
Volume Máximo (m³)	7340440
Volume Morto (m³)	734044
Precipitação Representativa	Caraúbas (3856498)
Evaporação Representativa	Caraúbas (3857405)

Características	Informações
Nome do Açude	Bichinho
AID	3857443
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Riacho do Bichinho
Município	Barra de São Miguel
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	52,83
Localização	-7,748960; -36,311180
Volume Máximo (m³)	4574370
Volume Morto (m³)	265500
Precipitação Representativa	Barra de São Miguel (3857534)
Evaporação Representativa	Caraúbas (3857405)

Características	Informações
Nome do Açude	Riacho de Santo Antônio
AID	3857471
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	***
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Médio Paraíba
Curso Barrado	Riacho de Santo Antônio
Município	Boqueirão
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	114,59
Localização	-7,706180; -36,168140
Volume Máximo (m³)	6834000
Volume Morto (m³)	1366880
Precipitação Representativa	Riacho de Santo Antônio (3857471)
Evaporação Representativa	Caraúbas (3857405)

Características	Informações
Nome do Açude	Santo Antônio
AID	3866106
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	148
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Alto Paraíba
Curso Barrado	Rio do Umbuzeiro
Município	São Sebastião do Umbuzeiro
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	337,57
Localização	-8,104460; -36,990020
Volume Máximo (m³)	24424130
Volume Morto (m³)	1221206,5
Precipitação Representativa	São Sebastião do Umbuzeiro (3865397)
Evaporação Representativa	São João do Tigre (3866135)

Características	Informações
Nome do Açude	Marés
AID	3940321
Material Barragem Principal	Terra
Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	10
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Baixo Paraíba
Curso Barrado	Rio Marés
Município	João Pessoa
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	26,96
Localização	-7,159930; -34,912230
Volume Máximo (m³)	2136637
Volume Morto (m³)	213663,7
Precipitação Representativa	Santa Rita (3940206)
Evaporação Representativa	João Pessoa (3940139)

Características	Informações
Nome do Açude	Gramame-Mamuaba
AID	3940513
Material Barragem Principal	Terra

Extensão Barragem Principal (m)	***
Altura Barragem Principal (m)	***
Cota do Coroamento Barragem Principal (m)	***
Tipo do Vertedor Principal	***
Cota da Soleira do Vertedor Principal (m)	***
Largura do Vertedor Principal	50
Tomada D'Água - Abastecimento das Demandas	***
Tomada D'Água - Liberação para Jusante	***
Bacia Hidrográfica	Gramame-Mamuaba
Curso Barrado	Rios Gramame e Mamuaba
Município	Alhandra
Área não controlada da Bacia Hidrográfica (km²)	256
Localização	-7,296230; -34,967240
Volume Máximo (m³)	56937000
Volume Morto (m³)	2846850
Precipitação Representativa	Santa Rita (3940206)
Evaporação Representativa	João Pessoa (3940139)

GOVERNO DA PARAÍBA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA
DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi
ENGENHARIA
CONSULTIVA S/S.