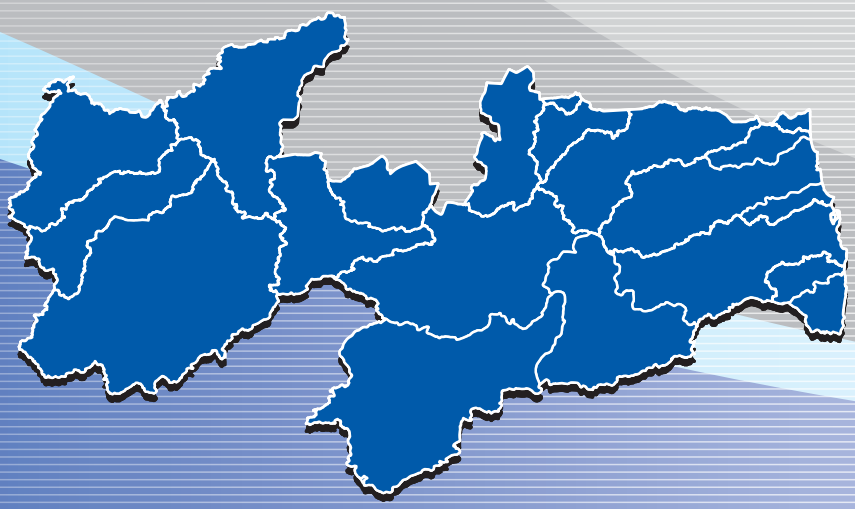
GOVERNO DA PARAÍBA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA



RF-02 A - DIAGNÓSTICOS
Volume 1

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 A - DIAGNÓSTICOS
Volume 1

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 Meneses
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 A - Diagnósticos/Governo do Estado da Paraíba. – João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2022.
2v. (374;328p.): il. color.

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

1. Recursos Hídricos – Paraíba. 2. Análise ambiental. 3. Desenvolvimento de recursos hídricos. 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 1.1 - Unidades de Planejamento Hídrico..... 28
Figura 1.2 - Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba 31
Figura 2.1 - Localização das Normais Climatológicas do Estado da Paraíba 34
Figura 2.2 - Precipitações pluviométricas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C). 37
Figura 2.3 - Temperaturas máximas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C)..... 38
Figura 2.4 - Temperaturas média registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C)..... 39
Figura 2.5 - Temperaturas mínima registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C)..... 40
Figura 2.6 - Umidade relativa do ar registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (%)..... 41
Figura 2.7 - Insolação total registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (horas). 42
Figura 2.8 - Intensidade do vento registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (m/s). 43
Figura 2.9 - Evaporação de Piché registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm)..... 44
Figura 2.10 - Evapotranspiração calculada pelo método de Hargreaves registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm). 45
Figura 2.11 - Evapotranspiração calculada pelo método de Penman-Monteith registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm). 46
Figura 2.12 - Média dos dados de evapotranspiração potencial das estações calculados pelo método de Hargreaves e pelo método de Penman-Monteith 46
Figura 2.13 - Distribuição espacial dos postos pluviométricos do Estado da Paraíba. 47
Figura 2.14 - Temperatura média anual (°C)..... 49
Figura 2.15 - Pluviosidade anual média (mm) 49
Figura 2.16 - Flutuação anual da precipitação..... 50
Figura 2.17 - ETP anual..... 50
Figura 2.18 - Distribuição anual da evaporação no Estado da Paraíba 51
Figura 2.19 - Deficiência hídrica..... 51
Figura 2.20 - Excedente hídrico 52
Figura 2.21 - Índice de umidade (iu)..... 52
Figura 2.22 - Índice hídrico (ih) 53
Figura 2.23 - Índice de aridez (ia) 53
Figura 2.24 - Classificação climática de Köppen por Francisco e Santos (2017)..... 54
Figura 2.25 - Classificação climática de Köppen por Alvares et al. (2013)..... 55
Figura 2.26 - Classificação climática de Thornthwaite normal..... 56
Figura 2.27 - Localização e distribuição espacial das plataformas de coleta de dados no Estado da Paraíba. 61
Figura 2.28 - PCD Bananeiras – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial. 64
Figura 2.29 - PCD Campina Grande – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial. 64

Figura 2.30 - PCD Itatuba – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial. 65
Figura 2.31 - PCD Cajazeiras – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial. 65
Figura 2.32 - PCD João Pessoa – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial. 66
Figura 2.33 - PCD Pitimbu – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial. 66
Figura 2.34 - PCD Sumé – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial. 67
Figura 2.35 - Bacias Hidrográficas dos Rios Piranhas-Açu e Jaguaribe-Metropolitanas 70
Figura 2.36 - Cenários A2 e B1 – SRES 71
Figura 2.37 - Precipitação Média Anual (P), Evapotranspiração Potencial Média Anual (ETP) e Índice de Aridez (P/ETP) para os dados CRU (período: 1971-2000) e modelos climáticos globais BCM2, INCM3 e MIMR (A2 período: 2041-2070). 72
Figura 2.38 - Precipitação Média Anual (P), Evapotranspiração Potencial Média Anual (ETP) e Índice de Aridez (P/ETP) para os dados CRU (período: 1971-2000) e modelos climáticos globais BCM2, INCM3 e MIMR (B1 período: 2041-2070). 73
Figura 2.39 - Razão entre a vazão com 90% de garantia dos cenários futuros (a) B1 (Q90-B1) e (b) A2 (Q90-A2) e a vazão com 90% de garantia dos período de referência de cada modelo (Q90-20C3M) 76
Figura 2.40 - Bacia do São Francisco e estações meteorológica do INMET utilizadas no experimento 79
Figura 2.41 - (a) Anomalia espacial de precipitação(%) e (b) temperatura(°C) para os modelos do CMIP5 para o cenário RCP 4.5 para o período de 2071 a 2100. Na sequência de cima para baixo e da esquerda para direita: BNU-ESM, INMCM4, HadGEM2-AO, MPIESM- LR e CanESM2 80
Figura 2.42 - (a) Anomalia espacial de precipitação (%) e (b) temperatura(°C) para os modelos do CMIP5 para o cenário RCP 8.5 para o período de 2071 a 2100. Na sequência de cima para baixo e da esquerda para direita: MIROC5,inmcm4,CMCC-CMS,MPI-ESMMR, GISS-E2-H e CanESM2 81
Figura 2.43 - Comportamento temporal do índice dos máximos das temperaturas máxima (p-value = 0,549). 85
Figura 2.44 - Comportamento temporal do índice dos máximos das temperaturas mínima (p-value = 0,002). 85
Figura 2.45 - Comportamento temporal do índice TX90p - dias quentes (valor-p = ND). 85
Figura 2.46 - Comportamento temporal do índice TN90p - noites quentes (valor-p = ND). ..86
Figura 2.47 - Comportamento temporal do índice do maior valor de precipitação acumulada em 5 dias (valor-p = 0,221). 86
Figura 2.48 - Comportamento temporal da amplitude térmica diária. 86
Figura 2.49 - Estações de monitoramento de precipitação do Estado da Paraíba e seu entorno (Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte). 91
Figura 2.50 - Estações de monitoramento de precipitação analisadas na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB) do Estado da Paraíba e seu entorno (Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte). 92
Figura 2.51 - Análise da quantidade da média de falhas mensais dos postos pluviométricos estudados por ano - estações pluviométricas da Paraíba 93
Figura 2.52 - Análise da quantidade da média de falhas mensais dos postos pluviométricos estudados por ano - 137 estações pluviométricas da Paraíba, utilizadas na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos 94
Figura 2.53 - Postos pluviométricos separados em dez regiões utilizadas para a aplicação do método do Vetor Regional e homogeneização pelo método da Dupla Massa. 96
Figura 2.54 - Isoietas da precipitação média anual (período de estudo: 1962-2017). 97

Figura 2.55 - Postos pluviométricos representativos de cada bacia e sub-bacia hidrográfica.100
Figura 2.56 - Comportamento da precipitação anual – postos Antenor Navarro e São José de Piranhas. 106
Figura 2.57 - Comportamento da precipitação anual – postos Itaporanga e Brejo do Cruz.. 107
Figura 2.58 - Comportamento da precipitação anual – postos Princesa Isabel e Olho d'Água. 107
Figura 2.59 - Comportamento da precipitação anual – postos Teixeira e Santa Luzia. 107
Figura 2.60 - Comportamento da precipitação anual – postos Picuí e Taperoá. 108
Figura 2.61 - Comportamento da precipitação anual – postos Soledade e São João do Cariri. 108
Figura 2.62 - Comportamento da precipitação anual – postos Sumé e São João do Tigre. .. 108
Figura 2.63 - Comportamento da precipitação anual – postos Cabaceiras e Ingá. 109
Figura 2.64 - Comportamento da precipitação anual – postos João Pessoa e Santa Rita. 109
Figura 2.65 - Comportamento da precipitação anual – postos Pilar e Alhandra. 109
Figura 2.66 - Comportamento da precipitação anual – postos Mamanguape e Areia. 110
Figura 2.67 - Comportamento da precipitação anual – postos Bananeiras e Mataraca. 110
Figura 2.68 - Comportamento da precipitação anual – postos Jacaraú e Cuité. 110
Figura 2.69 - Comportamento da precipitação anual – postos Sossego e Barra de Santa Rosa. 111
Figura 2.70 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Antenor Navarro, São José de Piranhas e Brejo do Cruz. 111
Figura 2.71 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Olho d' Água, Princesa Isabel e Itaporanga. 111
Figura 2.72 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Teixeira, Santa Luzia e Picuí. 112
Figura 2.73 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Taperoá, Soledade e São João do Cariri. 112
Figura 2.74 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Sumé, São João do Tigre e Cabaceiras. 112
Figura 2.75 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Ingá, Santa Rita, João Pessoa e Pilar. 113
Figura 2.76 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Alhandra, Mamanguape, Areia e Bananeiras. 113
Figura 2.77 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Jacaraú e Mataraca. 113
Figura 2.78 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Cuité, Sossego e Barra de Santa Rosa. 114
Figura 2.79 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Antenor Navarro. 115
Figura 2.80 - Comportamento da precipitação média mensal – posto São José de Piranhas.116
Figura 2.81 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Brejo do Cruz. 117
Figura 2.82 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Itaporanga. 118
Figura 2.83 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Princesa Isabel. 119
Figura 2.84 - Comportamento da precipitação média mensal – Olho d'Água. 120
Figura 2.85 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Teixeira. 121
Figura 2.86 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Santa Luzia. 122
Figura 2.87 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Picuí. 123
Figura 2.88 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Taperoá. 124
Figura 2.89 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Soledade. 125
Figura 2.90 - Comportamento da precipitação média mensal – posto São João do Cariri. 126

Figura 2.91 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Sumé.....127
Figura 2.92 - Comportamento da precipitação média mensal – posto São João do Tigre.....128
Figura 2.93 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Cabaceiras. 129
Figura 2.94 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Ingá.....130
Figura 2.95 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Santa Rita. 131
Figura 2.96 - Comportamento da precipitação média mensal – posto João Pessoa.....132
Figura 2.97 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Pilar. 133
Figura 2.98 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Alhandra. 134
Figura 2.99 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Mamanguape. 135
Figura 2.100 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Areia. 136
Figura 2.101 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Bananeiras. 137
Figura 2.102 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Mataraca. 138
Figura 2.103 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Jacaraú. 139
Figura 2.104 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Cuité. 140
Figura 2.105 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Sossego. 141
Figura 2.106 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Barra de Santa Rosa. 142
Figura 2.107 - Mapa Geológico Simplificado do Estado da Paraíba 145
Figura 2.108 - Mapa geológico simplificado da faixa Orós-Jaguaribe no Estado da Paraíba147
Figura 2.109 - Mapa geológico do domínio Rio Grande do Norte no Estado da Paraíba 149
Figura 2.110 - Estratigrafia e idade do Grupo Seridó 152
Figura 2.111 - Mapa geológico do domínio transversal no Estado da Paraíba 155
Figura 2.112 - Estratigrafia da faixa Piancó-Alto Brígida (A) Complexo Riacho Gravatá / (B) Grupo Cachoeirinha 157
Figura 2.113 - Distribuição dos metagranitóides Cariris Velhos no Estado da Paraíba 160
Figura 2.114 - Padrões geoquímicos isotrópicos dos metagranitóides Cariris Velhos no Terreno Alto Pajeú (TAP) 162
Figura 2.115 - Diagramas concórdia U-Pb (a, b, c) e diagramas isocrômicos Rb-Sr (d, e, f) dos metagranitóides Cariris Velhos no Terreno Alto Pajeú (TAP) 163
Figura 2.116 - Dados geocronológicos e isotópicos do Terreno Alto-Moxotó 164
Figura 2.117 - Estratigrafia e estrutura da Bacia do Rio do Peixe 171
Figura 2.118 - Recursos Minerais no Estado da Paraíba 176
Figura 2.119 - Mapas dos processos mineiros de areia e argila na Paraíba 178
Figura 2.120 - Mapa dos processos mineiros de bentonita e vermiculita na Paraíba. 179
Figura 2.121 - Mapa dos processos mineiros de rochas ornamentais e de revestimento na Paraíba 180
Figura 2.122 - Mapa dos processos mineiros de brita e calcário na Paraíba 180
Figura 2.123 - Mapa dos processos mineiros dos minerais industriais de pegmatitos e calcário na Paraíba 181
Figura 2.124 - Mapa do dos processos mineiros de fosforita, filito e apatita na Paraíba 182
Figura 2.125 - Relevo: Representação Hipsométrica 191
Figura 2.126 - Geomorfologia 193
Figura 2.127 - Geodiversidade 195
Figura 2.128 - Solos: Classificação Pedológica 227
Figura 2.129 - Potencial agrícola do Estado da Paraíba 229
Figura 2.130 - Classificação Hidrológica dos Solos 233
Figura 2.131 - Coeficiente L600 Padrão dos Solos do Estado da Paraíba 243

Figura 2.132 - Sistemas Hidrogeológicos da Paraíba 255
Figura 2.133 - Profundidade (Nível estático) das águas subterrâneas da Paraíba 256
Figura 2.134 - Zoneamento tendencial da profundidade das águas subterrâneas da Paraíba 257
Figura 2.135 - Profundidade dos poços na Paraíba 258
Figura 2.136 - Zoneamento tendencial da profundidade dos poços na Paraíba 259
Figura 2.137 - Vazão dos poços na Paraíba 260
Figura 2.138 - Zoneamento tendencial das vazões dos poços na Paraíba 261
Figura 2.139 - Zoneamento tendencial da condutividade elétrica das águas subterrâneas na Paraíba 263
Figura 2.140 - Condutividade elétrica das águas subterrâneas na Paraíba 264
Figura 2.141 - Natureza da captação das águas subterrâneas na Paraíba 264
Figura 2.142 - Situação dos poços na Paraíba 265
Figura 2.143 - Situação dos poços na Bacia Piranhas – Açu (PB) 266
Figura 2.144 - Uso das águas captadas de poços na Paraíba 266
Figura 2.145 - Uso das águas subterrâneas na Bacia Piranhas – Açu, porção Paraíba. 267
Figura 2.146 - Relação precipitação pluviométrica x variação do nível estático de poços da Bacia do Rio Paraíba, região de Monteiro-Sumé - PB 270
Figura 2.147 - Compartimentação tectônica e mapa do topo do Embasamento Cristalino da Bacia do Rio do Peixe. 272
Figura 2.148 - Perfil topográfico e geológico 273
Figura 2.149 - Esboço geológico da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe - Paraíba 274
Figura 2.150 - Coluna lito-estratigráfica da Bacia do Rio do Peixe no Furo da Lagoa do Forno/PB 275
Figura 2.151 - Classificação iônica pelo Diagrama de Piper das águas subterrrâneas da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe – Paraíba 284
Figura 2.152 - Sistemas Hidrogeológicos (Poços) 286
Figura 2.153 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo 327
Figura 2.154 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba - MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017 330
Figura 2.155 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba – MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017 331
Figura 2.156 - Uso e Ocupação do Solo por bacia - MAPBIOMAS (Coleção 3) - 2017 (km²) 332
Figura 2.157 - Exemplar de Marizeiro *Geoffroea spinosa,* espécie arbórea, representante da família Fabaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB. 337
Figura 2.158 - Exemplar de Ingá *Inga vera,* espécie arbórea, representante da família Fabaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB. 337
Figura 2.159 - Exemplar de *Astraea lobata,* espécie arbustiva, representante da família Euphorbiaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB. 338
Figura 2.160 - Exemplar de Pinhão - *Jatropha mollissima,* espécie arbustiva, representante da família Euphorbiaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB. 338

Figura 2.161 - Exemplares de *Polygonum ferruginum* (à esquerda) *e Eichhornia crassipes* (à direita), macrófitas aquáticas encontradas em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB. 339
Figura 2.162 - Exemplar de Jurema-de-imbira - *Mimosa ophthalmocentra,* espécie arbórea, representante da família Mimosaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na sub-bacia do Rio Taperoá, PB. 339
Figura 2.163 - Exemplar de Favela - *Cnidoscolus phyllacanthus,* espécie arbórea, representante da família Euphorbiaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na sub-bacia do Rio Taperoá, PB. 340
Figura 2.164 - Exemplar de Mulungu - *Erythrina velutina,* espécie arbórea, representante da família Fabaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na sub-bacia do Rio Taperoá, PB. 340
Figura 2.165 - Imagem de satélite do estuário do Rio Paraíba do Norte, PB e demarcação da área coberta por vegetação de mangue....346
Figura 2.166 - Imagem de satélite do estuário do Rio Mamanguape, PB e demarcação das unidades de paisagem definidas por Assis e colaboradores....347
Figura 2.167 - Exemplo de ecossistema manguezal, apresentando área de apicum (sem/pouca vegetação) e bosque de manguezal nas áreas alagadas do estuário....348
Figura 2.168 - Exemplar de Mangue Vermelho *Rhizophora mangle,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, evidenciando suas estruturas reprodutivas e de dispersão da espécie (propágulos)....348
Figura 2.169 - Exemplar de Mangue Preto *Avicennia germinans,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, com evidência nos frutos irregulares. 349
Figura 2.170 - Exemplar de Mangue Branco *Laguncularia racemosa,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, com evidência nos frutos. 349
Figura 2.171 - Exemplar de Mangue-de-Botão *Conocarpus erectus,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, com evidência nos frutos). 350
Figura 2.172 - Exemplar de uma diatomácea, microalga pertencente à Divisão BacillaRiophyta....351
Figura 2.173 - Exemplar de uma clorofícea, microalga pertencente à Divisão Chlorophyta.352
Figura 2.174 - Exemplar de Xaréu – *Caranx sp.,* espécie de peixe relatada para o estuário do Rio Paraíba, PB. 353
Figura 2.175 - Exemplar de Cavalo-marinho - *Hippocampus reidi,* espécie de peixe indicador de qualidade ambiental, relatada para o estuário do Mamanguape, PB....354
Figura 2.176 - Exemplar de Robalo-flecha ou Camurim - *Centropomus undecimalis,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB.....355
Figura 2.177 - Exemplar de Ariocó – *Lutjanus synagris,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB. 355
Figura 2.178 - Exemplar de Peixe-serra – *Scomberomorus brasiliensis,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB. 355
Figura 2.179 - Exemplar de Carapeba – *Diapterus rhombeus,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB. 355
Figura 2.180 - Exemplar de Carapeba – *Eugerres brasilianus,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB. 356
Figura 2.181 - Exemplar de Maçarico-rasteirinho - *Calidris pusilla,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 356
Figura 2.182 - Exemplar de Batuíra-de-bando - Charadrius semipalmatus, espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 357

Figura 2.183 - Exemplar de Tarambola-cinzenta - *Pluvialis squatarola,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 357
Figura 2.184 - Exemplar de Maçarico-galego - *Numenius phaeopus,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 357
Figura 2.185 - Exemplar de Pilrito-das-praias - *Calidris alba,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 358
Figura 2.186 - Exemplar de Rola-do-mar - *Arenaria interpres,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 358
Figura 2.187 - Exemplar de Garça-branca-grande - *Ardea alba,* espécie de garça encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 359
Figura 2.188 - Exemplar de Garça-branca-pequena - *Egretta thula,* espécie de garça encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 359
Figura 2.189 - Exemplar de Garça-vaqueira *Bubulcus ibis,* espécie de garça encontrada a nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 359
Figura 2.190 - Exemplar de Garça azul *Egretta caerulea,* espécie de garça encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB. 360
Figura 2.191 - Exemplar de Peixe-boi marinho *Trichechus manatus,* espécie de mamífero sirênio encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 360
Figura 2.192 - Exemplar de Caranguejo Uçá *Ucides cordatus,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 361
Figura 2.193 - Exemplar de Siri *Callinectes danae,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 361
Figura 2.194 - Exemplar de Guaiamum *Cardisoma guanhumi,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 362
Figura 2.195 - Exemplar de Lagosta *Panulirus argus,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 362
Figura 2.196 - Exemplar de Aratu-do-Mangue *Goniopsis cruentata,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 362
Figura 2.197 - Exemplar de Marisco *Anomalocardia brasiliana,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 363
Figura 2.198 - Exemplar de Ostra - *Crassostrea rhizophorae,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB. 363
Figura 2.199 - Exemplar de *Apareiodon davisi,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Characiformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 365
Figura 2.200 - Exemplar de *Characidium bimaculatum,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Characiformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 366
Figura 2.201 - Exemplar de *Hypostomus pusarum,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Siluriformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 366
Figura 2.202 - Exemplar de *Parotocinclus jumbo,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Siluriformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 366
Figura 2.203 - Exemplar de *Prochilodus brevis,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Characiformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 367

Figura 2.204 - Exemplar de *Parotocinclus spilosoma,* representante da ordem Siluriformes, espécie endêmica da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 367
Figura 2.205 - Exemplar do gênero *Pimelodella,* representante da ordem Siluriformes, que compreende a espécie endêmica (*Pimelodella enochi*) da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 367
Figura 2.206 - Exemplar de caramujo Planorbidae, representante da Classe Gastropoda, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 368
Figura 2.207 - Exemplar de besouro Hydrophilidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 369
Figura 2.208 - Exemplar de mosquito Chironomidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 369
Figura 2.209 - Exemplar de Corixidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 369
Figura 2.210 - Exemplar de libélua Gomphidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.. 370
Figura 2.211 - Exemplar de efemérida Baetidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 370
Figura 2.212 - Exemplar de Trichoptera - Lepidostomatidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 370
Figura 2.213 - Exemplar de custáceo Ostracoda, representante do Subfilo Crustaceae, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 371
Figura 2.214 - Exemplar de custáceo Conchostraca, representante do Subfilo Crustaceae, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 371
Figura 2.215 - Exemplar de sanguessuga - Hirudinea, representante do Filo Annelidae, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB. 371
Figura 2.216 - Exemplar de rã *Leptodactyllus ocellatus,* representante da Família Leptodactylidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, que está inserido na bacia do Rio Paraíba, PB. 372
Figura 2.217 - Exemplar de perereca *Phyllomedusa nordestina,* representante da Família Hylidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, inserido na bacia do Rio Paraíba, PB. 373
Figura 2.218 - Exemplar de rã *Physalaemus cicada,* representante da Família Leiuperidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, inserido na bacia do Rio Paraíba, PB. 373
Figura 2.219 - Exemplar de sapo *Rhinella granulosa,* representante da Família Bufonidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, inserido na bacia do Rio Paraíba, PB. 373

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Principais Características das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba..... 32
Tabela 2.1 - Estações Meteorológicas com Influência na Avaliação do Clima do Estado da Paraíba. 36
Tabela 2.2 - Precipitações pluviométricas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C). 36
Tabela 2.3 - Temperaturas máximas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C)..... 37
Tabela 2.4 - Temperaturas média registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C)..... 38
Tabela 2.5 - Temperaturas mínima registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C)..... 39
Tabela 2.6 - Umidade relativa do ar registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (%)..... 40
Tabela 2.7 - Insolação total registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (horas). 41
Tabela 2.8 - Intensidade do vento registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (m/s). 42
Tabela 2.9 - Evaporação de Piché registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm)..... 43
Tabela 2.10 - Evapotranspiração potencial calculada pelo método de Hargreaves (1985) para as estações meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm). 44
Tabela 2.11 - Evapotranspiração potencial calculada pelo método de FAO Penman-Monteith para as estações meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm). .. 45
Tabela 2.12 - Eficiência dos açudes em função da evaporação do espelho d'água do Estado da Paraíba..... 58
Tabela 2.13 - Porcentagem do número de dias com dados nas PCDs. 62
Tabela 2.14 - Dados de evapotranspiração potencial advindos das PCDs – Valores em mm/mês. 63
Tabela 2.15 - Aumentos e reduções em precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e deflúvio superficial (Q) médios anuais para os reservatórios das Bacias do Rio Jaguaribe e Piranhas-Açu no cenário B1 e modelos BCM2, INCM3 e MIMR. 74
Tabela 2.16 - Aumentos e reduções em precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e deflúvio superficial (Q) médios anuais para os reservatórios das Bacias do Rio Jaguaribe e Piranhas-Açu no cenário A2 e modelos BCM2, INCM3 e MIMR. 74
Tabela 2.17 - Variações no Q90 do futuro com relação ao presente para os Sistemas Piranhas-Açu e Jaguaribe utilizando os modelos BCM2, INCM3 e MIMR. 75
Tabela 2.18 - Descrição dos Índices Climáticos Anuais. 83
Tabela 2.19 - Inclinação linear e erro padrão de estimativa e da significância estatística (valor *p*) dos índices de temperatura para Arcoverde-PE, de 1974 a 2011. 84
Tabela 2.20 - Postos pluviométricos representativos de cada sub-bacia hidrográfica*. 98
Tabela 2.21 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise anual. 99
Tabela 2.22 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Antenor Navarro. 101

Tabela 2.23 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – São José de Piranhas.....101
Tabela 2.24 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Brejo do Cruz. 101
Tabela 2.25 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Itaporanga. 101
Tabela 2.26 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Princesa Isabel. 101
Tabela 2.27 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Olho d'Água. 102
Tabela 2.28 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Teixeira. 102
Tabela 2.29 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Santa Luzia. 102
Tabela 2.30 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Picuí. 102
Tabela 2.31 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Taperoá. 102
Tabela 2.32 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Soledade. 103
Tabela 2.33 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – São João do Cariri. 103
Tabela 2.34 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Sumé. 103
Tabela 2.35 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – São João do Tigre. 103
Tabela 2.36 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Cabaceiras.....103
Tabela 2.37 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Ingá. 104
Tabela 2.38 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Santa Rita.....104
Tabela 2.39 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – João Pessoa. 104
Tabela 2.40 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Pilar.....104
Tabela 2.41 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Alhandra. 104
Tabela 2.42 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Mamanguape. 105
Tabela 2.43 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Areia. 105
Tabela 2.44 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Bananeiras. 105
Tabela 2.45 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Jacaraú. 105
Tabela 2.46 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Mataraca. 105

Tabela 2.47 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Cuité. 106
Tabela 2.48 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Sossego. 106
Tabela 2.49 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Barra de Santa Rosa. 106
Tabela 2.50 - Distribuição CFEM do Estado da Paraíba e Ano: 2018 185
Tabela 2.51 - Distribuição CFEM do Estado da Paraíba e Ano: 2019 187
Tabela 2.52 - Distribuição das Unidades e Associações de Solos 223
Tabela 2.53 - Sistemas hidrogeológicos e nº de poços cadastrados na Paraíba 254
Tabela 2.54 - Profundidades muito elevadas de poços tubulares construídos na Paraíba 260
Tabela 2.55 - Profundidades e vazões elevadas de poços tubulares construídos na Paraíba 262
Tabela 2.56 - Distribuição da Salinidade por Bacia Hidrográfica da Paraíba 282
Tabela 2.57 - Potencial hídrico subterrâneo e reservas explotáveis nas Bacias do Rio Piranhas - Paraíba 287
Tabela 2.58 - Cursos d'água da bacia do Rio Camaratuba 292
Tabela 2.59 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Camaratuba 293
Tabela 2.60 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Curimatau 293
Tabela 2.61 - Cursos d'água da bacia do Rio Curimataú 294
Tabela 2.62 - Cursos d'água da bacia do Rio Gramame 294
Tabela 2.63 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame 295
Tabela 2.64 - Cursos d'água da bacia do Rio Guaju 295
Tabela 2.65 - Cursos d'água da bacia do Rio Jacu 296
Tabela 2.66 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Jacu 296
Tabela 2.67 - Cursos d'água da bacia do Rio Mamanguape 297
Tabela 2.68 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape 297
Tabela 2.69 - Cursos d'água da bacia do Rio Miriri 298
Tabela 2.70 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Miriri 298
Tabela 2.71 - Cursos d'água da sub-bacia do Alto Paraíba 299
Tabela 2.72 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Alto Paraíba 300
Tabela 2.73 - Cursos d'água da sub-bacia do Médio Paraíba 301
Tabela 2.74 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Médio Paraíba 302
Tabela 2.75 - Cursos d'água da sub-bacia do Baixo Paraíba 302
Tabela 2.76 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Baixo Paraíba 303
Tabela 2.77 - Cursos d'água da sub-bacia do Rio Taperoá 304
Tabela 2.78 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Taperoá 305
Tabela 2.79 - Cursos d'água da sub-bacia do Rio Peixe 306
Tabela 2.80 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Peixe 307
Tabela 2.81 - Cursos d'água da sub-bacia do Rio Espinharas 308
Tabela 2.82 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Espinharas 309
Tabela 2.83 - Cursos d'água da sub-bacia do Rio Piancó 310
Tabela 2.84 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Piancó 313
Tabela 2.85 - Cursos d'água da sub-bacia do Alto Curso do Rio Piranhas 314
Tabela 2.86 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Alto Piranhas 315
Tabela 2.87 - Cursos d'água da sub-bacia do Médio Piranhas 316
Tabela 2.88 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Médio Piranhas 318
Tabela 2.89 - Cursos d'água da bacia do Rio Seridó 319

Tabela 2.90 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Seridó 320
Tabela 2.91 - Cursos d'água da bacia do Rio Trairi 320
Tabela 2.92 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba - MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017 (ha) 329
Tabela 2.93 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba – MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017 (ha) 331
Tabela 2.94 - Uso e Ocupação do Solo por bacia - MAPBIOMAS (Coleção 3) – 2017.....332
Tabela 2.95 - Áreas Naturais protegidas da Paraíba por iniciativa do IBAMA, SUDEMA e grupos ambientalistas. 341

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Unidades litoestratigráficas do Terreno Alto Moxotó..... 161
Quadro 2.2 - Principais Minerais no Estado da Paraíba..... 175
Quadro 2.3 - Potencial de recursos minerais das unidades hidrogeológicas do Estado da Paraíba..... 175
Quadro 2.4 - Cursos d'água da bacia do Rio Abiaí..... 292
Quadro 2.5 - Principais biomas que dominam os solos da Paraíba..... 334

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **23**
1 INTRODUÇÃO **27**
1.1 ATUALIZAÇÃO DAS ÁREAS DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO 27
1.1.1 Fontes de Consultas Adotadas 27
1.1.2 Metodologia 29
1.2 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO (BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS) 30
2 MEIO FÍSICO E RECURSOS NATURAIS **33**
2.1 CLIMA 33
2.1.1 Fontes de Consultas Utilizadas 33
2.1.2 Caracterização Climática do Estado da Paraíba 33
2.1.2.1 Parâmetros Climatológicos 35
2.1.2.2 Evaporação 43
2.1.2.3 Evapotranspiração potencial 44
2.1.3 Classificação Climática do Estado da Paraíba 47
2.1.4 Evaporação dos Espelhos dos Açudes 56
2.1.5 Plataformas de Coletas de Dados do Estado da Paraíba – PCDs 57
2.1.5.1 Introdução 57
2.1.5.2 Análise dos dados das PCDs 62
2.1.5.3 Evapotranspiração das PCDs 63
2.1.5.4 Considerações gerais para a fase de planejamento 67
2.1.6 Prognóstico das Mudanças Climáticas 67
2.1.6.1 Fontes de Consultas Adotadas 67
2.1.6.2 Análise do Tema Mudanças Climáticas 69
2.1.6.3 Abordagem Sobre o Documento Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido 70
2.1.6.4 Abordagem Sobre o Documento Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco: Uma Análise da Precipitação e Temperatura 77
2.1.6.5 Abordagem do Documento: Avaliação de Mudanças Climáticas no Semiárido do Nordeste do Brasil 82
2.1.6.6 Sumário das Conclusões 87
2.1.7 Comparações com o PERH/PB de 2006 88
2.2 ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO 88
2.2.1 Fontes de Consultas Utilizadas 88
2.2.2 Metodologia 88
2.2.3 Introdução 89
2.2.4 Definição da base de dados 89
2.2.5 Isoietas da precipitação média anual 95
2.2.6 Seleção dos Postos Pluviométricos Representativos e Análises Estatísticas Anual, Mensal e Diária 98
2.2.7 Traçados das curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) 114

2.2.8 Considerações finais para a fase de planejamento 143
2.3 GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS 143
2.3.1 Fontes de Consultas Utilizadas 143
2.3.2 Metodologia e Considerações Gerais 144
2.3.3 Geologia/Estratigrafia 144
2.3.4 Unidades Litoestratigráficas 146
2.3.4.1 Pré-Cambriano/Província Borborema 146
2.3.4.2 Siluro-Devoniano/Remanescentes da Evolução Gondwânica 169
2.3.4.3 Cretáceo/Bacias da Evolução Atlantiana 169
2.3.4.4 Paleógeno-Neógeno/Coberturas Continentais 172
2.3.4.5 QuaternáRio/Formações Superficiais 173
2.3.5 Recursos Minerais 174
2.3.5.1 Introdução 174
2.3.5.2 Principais minerais explorados na Paraíba 174
2.3.5.3 Localização dos principais mineraias não metálicos da Paraíba 178
2.3.5.4 Impactos Ambientais dos Minerais Não Metálicos 182
2.3.5.5 Participação do Setor Mineral na Economia do Estado 184
2.3.5.6 Panorama Atual e Perspectiva para o Setor Mineral 184
2.3.5.7 Conclusões 189
2.4 TOPOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA E GEODIVERSIDADE 189
2.4.1 Fontes de Consultas Utilizadas 189
2.4.2 Topografia 190
2.4.2.1 Metodologia 190
2.4.3 Geomorfologia 190
2.4.3.1 Metodologia 190
2.4.4 Geodiversidade 192
2.4.4.1 Metodologia 192
2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS 192
2.5.1 Fontes de Consultas Utilizados 192
2.5.2 Atualização da Classificação Pedológica dos Solos 203
2.5.2.1 Critérios Adotados na Classificação dos Solos – 2018 / EMBRAPA 203
2.5.2.2 Descrição dos Solos 204
2.5.2.3 Participação da Classe de Solos 215
2.5.2.4 Legenda de Identificação e Classificação Atualizada dos Solos 216
2.5.2.5 Potencialidade, Aptidão Agrícola e Manejo dos Solos 225
2.5.3 Classificação Hidrológica dos Solos 229
2.5.3.1 Metodologia: Soil Conservation Service 231
2.5.3.2 Legenda Hidrológica dos Solos 232
2.5.3.3 Correlação dos Grupos e Subgrupos Hidrológicos com Unidades e Associações de Solos 235
2.5.3.4 Distribuição Quantitativa dos Grupos e Subgrupos Hidrológicos dos Solos 237
2.5.3.5 Metodologia do Manual do Pequeno Açude 238
2.5.4 Síntese do Estudo dos Solos das Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba 241
2.5.4.1 Dados Interpretativos 241
2.6 HIDROGEOLOGIA 250

2.6.1 Fontes de Consultas Adotadas e Metodologia 250
2.6.2 Metodologia 251
2.6.3 Dados e Informações Utilizadas 252
2.6.4 Conceituação/Glossário Hidrogeológico Simplificado 252
2.6.5 As Águas Subterrâneas da Paraíba 253
2.6.6 Os Sistemas Hidrogeológicos 267
2.6.6.1 Sistema Cristalino 267
2.6.6.2 O Sistema Rio do Peixe 271
2.6.6.3 Sistema Paraíba-Pernambuco 278
2.6.6.4 Sistema Serra dos Martins 279
2.6.6.5 Sistema Aluvionar 279
2.6.6.6 Sistema Elúvio-Coluvionar 281
2.6.7 Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas 282
2.6.7.1 Sistema Cristalino 282
2.6.7.2 Sistema Rio do Peixe 283
2.6.7.3 Sistema Paraíba-Pernambuco 284
2.6.7.4 Sistema Serra dos Martins 284
2.6.7.5 Sistema Aluvionar 284
2.6.7.6 Sistema Elúvio-Coluvionar 285
2.6.8 Disponibilidades das Águas Subterrâneas 285
2.6.8.1 Recursos Explotáveis ou Potencialidade Aquífera (P) 287
2.6.8.2 Estimativa das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Sistema Cristalino 288
2.6.8.3 Reservas, potencialidades e disponibilidades de água subterrânea na Bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco 289
2.7 HIDROGRAFIA 291
2.7.1 Fontes de Consultas Adotadas e Metodologia 291
2.7.2 Bacia Hidrográfica do Rio Abiaí 291
2.7.3 Bacia Hidrográfica do Rio Camaratuba 292
2.7.4 Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú 293
2.7.5 Bacia Hidrográfica do Rio Gramame 294
2.7.6 Bacia Hidrográfica do Rio Guaju 295
2.7.7 Bacia Hidrográfica do Rio Jacu 295
2.7.8 Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape 296
2.7.9 Bacia Hidrográfica do Rio Miriri 298
2.7.10 Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba 298
2.7.10.1 Sub-bacia do Alto Paraíba 298
2.7.10.2 Sub-bacia do Médio Paraíba 301
2.7.10.3 Sub-bacia do Baixo Paraíba 302
2.7.10.4 Sub-bacia do Rio Taperoá 303
2.7.11 Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas 306
2.7.11.1 Sub-bacia do Rio do Peixe 306
2.7.11.2 Sub-bacia do Rio Espinharas 308
2.7.11.3 Sub-bacia do Rio Piancó 310
2.7.11.4 Sub-bacia do Alto Piranhas 313
2.7.11.5 Sub-bacia do Médio Piranhas 315
2.7.11.6 Sub-bacia do Rio Seridó 318

2.7.12 Bacia Hidrográfica do Rio Trairi 320
2.8 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 321
2.8.1 Fontes de Consultas Adotados 321
2.8.1.1 História 323
2.8.1.2 Padrões de Ocupação do Solo.....325
2.9 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS 342
2.9.1 Fontes de Consultas Adotadas e Metodologia 342
2.9.2 Introdução 343
2.9.3 Caracterização e Localização das Zonas Estuarinas do Estado da Paraíba 344
2.9.3.1 Estuário do Rio Paraíba 345
2.9.3.2 Estuário do Rio Mamanguape 346
2.9.4 Caracterização e Localização das Águas Doces Continentais da Paraíba 363
2.9.5 Conclusões 374

APRESENTAÇÃO

Conforme especificado nos Termos de Referência (TDR), a elaboração dessa atualização foi estruturada constituindo 5 etapas.

A Etapa 1 constituindo as Atividades Iniciais, Plano de Trabalho Consolidado – PTC e um Resumo Executivo dessa etapa formatado com as seguintes atividades: além da descrição do conhecimento dos problemas concernentes aos recursos hídricos do Estado, discorre sobre a metodologia e procedimentos a serem adotados, a apresentação da metodologia de avaliação da implementação do PERH/PB/2006; o envolvimento da mobilização e participação social referente a elaboração da atualização do 1º Plano, ou seja, desse PERH/PB; do acompanhamento e controle dos trabalhos a serem concretizados através de reuniões de avaliações dos relatórios apresentados, e do comprometimento de setores da sociedade por meio da realização de seminários e oficinas.

A Etapa 2, denominada Diagnósticos, constituído de 2 produtos: o Relatório Diagnóstico da Bacia, ora apresentado, envolvendo os seguintes assuntos: meio físico e recursos naturais (clima, precipitação, geologia e recursos minerais, relevo e geomorfologia, geodiversidade, classificação pedológica e hidrológica dos solos, hidrogeologia, hidrografia e uso e ocupação dos solos do Estado da Paraíba com os estudos desagregados a nível de unidades de planejamento ou seja das bacias e sub-bacias que integram o Estado, além dos estudos do meio socioeconômico, constituídos dos temas dinâmica social e os ecossistemas aquáticos, demografia e urbanização, educação, saúde e desenvolvimento humano, atividades econômicas, infraestrutura, programas, projetos e obras e meio político institucional.

O Diagnóstico Atual dos Recursos Hídricos constitui todos os estudos referentes às disponibilidades hídricas (superficiais e subterrâneas) em quantidade e qualidade, além das avaliações de demanda hídrica atual, balanço e poluição hídrica, eventos extremos, diagnóstico integrado e realização da primeira série de reuniões públicas.

A Etapa 3 formata o produto denominado Cenarização, Compatibilidade e Articulação, que depende dos diagnósticos resultantes da Etapa 2. Requer a construção de cenários alternativos e considera os impactos sobre as demandas, avalia o comportamento econômico, social, hídrico e ambiental no Estado, e nas unidades de planejamento (bacias e sub-bacias hidrográficas). É composto dos estudos sobre as demandas hídricas futuras, a infraestrutura de disponibilidade de recursos hídricos, cargas poluidoras, articulação e compatibilização com outros planos do governo e a compatibilização entre as demandas e as disponibilidades, considerando em todos os estudos o horizonte de previsão para 20 anos, dividido em curto prazo, médio prazo e longo prazo e os cenários tendencial, crítico, otimista desejado e otimista moderado. Essa etapa finaliza com a 2ª série de reuniões públicas.

A Etapa 4 corresponde à formatação da proposição das ações do plano; é constituído pela definição das metas do plano, das proposições de ações e intervenções, das diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão no Estado e diretrizes para a melhoria da qualidade.

A Etapa 5 corresponde à Proposta de Implementação e Acompanhamento das Ações do Plano, composta pela elaboração das diretrizes e emissão das recomendações para a implementação do plano quanto aos arranjos institucionais e os aspectos legais; seus aspectos cronológicos e quanto aos aspectos técnicos do acompanhamento da implementação das ações do plano, em consonância com o cumprimento das metas acordadas.

1 INTRODUÇÃO

O conjunto de tópicos de natureza técnica que integram a primeira pauta do Diagnóstico da Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba – PERH/PB, codificado no Termo de Referência como RP02-A, é notadamente uma difícil tarefa, uma vez que pretende, em um espaço de 12 anos, entre 2006 e2018, apresentar uma significativa mudança no quadro dos estudos básicos do Estado no plano endógeno do território paraibano. A situação se torna ainda mais complexa, quando esse período culmina com o ápice de uma crise econômica do país, agravada por um período crítico climático, os quais marcadamente travaram o desenvolvimento e a qualidade de vida na Paraíba.

O elemento indutor novo que poderia modificar o peso do Recursos Hídricos, nas atividades produtivas da economia paraibana e convivência da população com a seca, somente aconteceu no final do mencionado período de 12 anos, isto é, no final de 2017, especificamente com o advento do primeiro ramal do Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF, o trecho Eixo Leste Monteiro, e sua interligação pelo leito natural do Rio Paraíba ao açude Boqueirão.

Apesar de todas estas limitações de ordem física e econômica, esta Consultora procurou apresentar elementos da atualização do diagnóstico, apontando dados e informações que possam consolidar uma proposta para os recursos hídricos da Paraíba, no horizonte de curto, médio e longo prazos.

No contexto do desenvolvimento sustentável do novo milênio, um plano de recursos hídricos não é mais uma peça de ficção, mas um instrumento de captação de recursos no plano federal e internacional para implementação da infraestrutura de água, na promoção de concessões e parcerias com o setor privado, no fortalecimento institucional, gerencial e financeiro do setor hídrico e, finalmente, mais um componente importante para o desenvolvimento do Estado.

Para caracterizar o diagnóstico da natureza da bacia, o estudo identificou, nos planos físico, socioeconômico e institucional os elementos representativos de cada unidade de planejamento os quais integram o território paraibano (**Figura 1.1**).

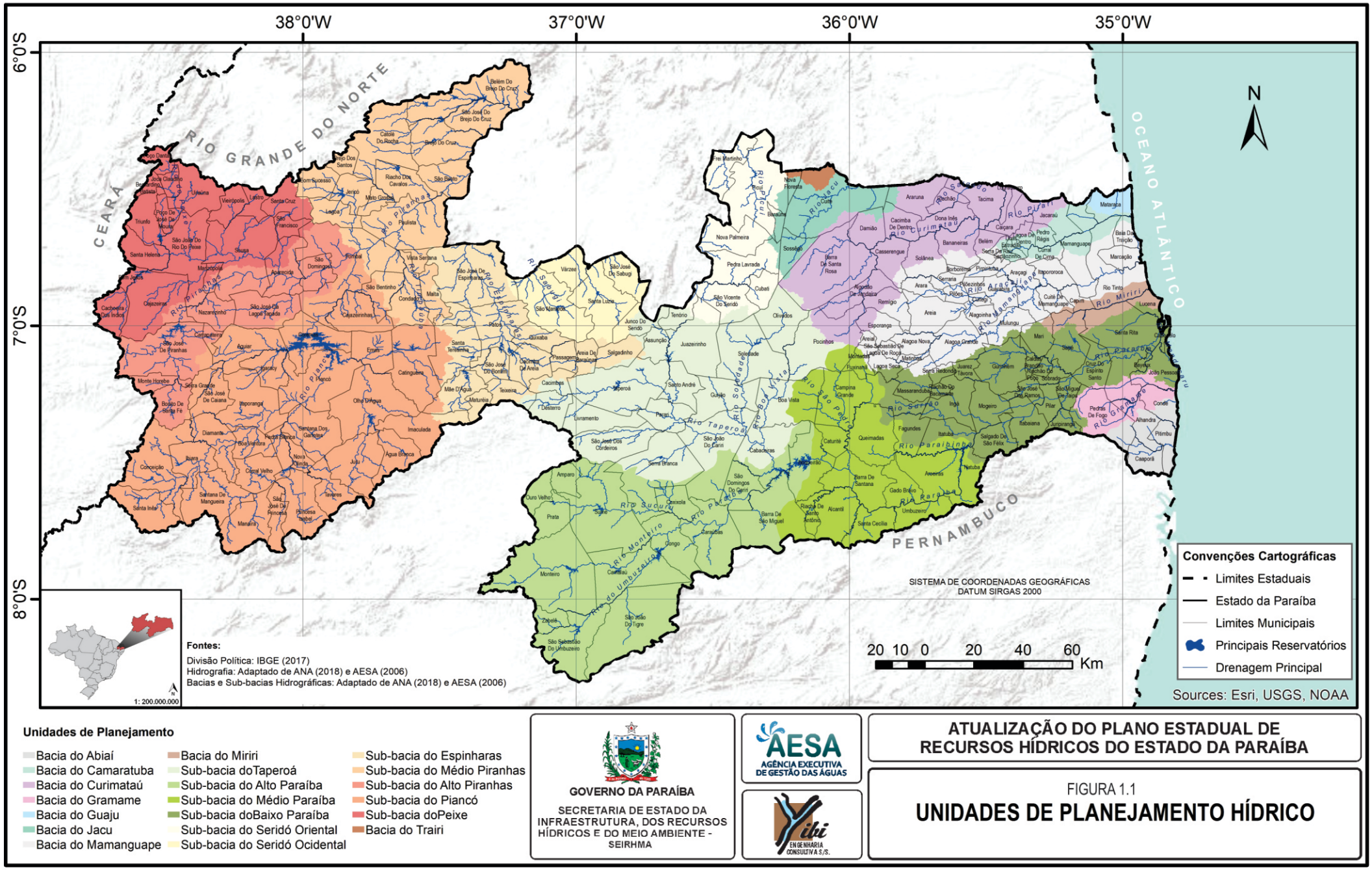
O relatório (RA02-A) compreende parte do Diagnóstico correspondente ao Meio Físico (caracterização das unidades de planejamento; clima; estudo da pluviometria; geologia e recursos minerais; topografia, geomorfologia e geodiversidade; classificação dos solos; hidrogeologia; hidrografia; e uso e ocupação dos solos); Meio Socioeconômico (dinâmica social, demografia, e urbanização, educação; comunicação e saúde; desenvolvimento humano; atividades econômicas; e infraestrutura); e o Meio Politico Institucional.

Os mapas temáticos foram produzidos em escala 1:250.000 e estão contidos em volume separado.

1.1 ATUALIZAÇÃO DAS ÁREAS DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO

1.1.1 Fontes de Consultas Adotadas

- AESA. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba - PERH/PB João Pessoa SECTMA/AESA 2006.
- Coordenação de Conjuntura e Gestão da Informação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) - URL: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home.
- Metadados Ana (2017) shapes metadados@ana.gov.br.



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 DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 1.1

UNIDADES DE PLANEJAMENTO HÍDRICO

1.1.2 Metodologia

Na atualização das áreas das unidades de planejamento constituídas pelas bacias / sub-bacias hidrográficas, foi adotado o limite estadual mais recente, disponibilizado pelo IBGE (2017).

A Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO), utilizada pela ANA na gestão de recursos hídricos, foi obtida a partir do Mapeamento Sistemático Brasileiro. A BHO foi gerada a partir da cartografia digital da hidrografia do país e organizada de modo a gerar informações hidrologicamente consistentes. Assim, a BHO representa a rede hidrográfica em trechos entre os pontos de confluência dos cursos d'água de forma unifilar. Cada trecho é associado a uma superfície de drenagem denominada ottobacia, à qual é atribuída a codificação de bacias de Otto Pfafstetter. Uma característica essencial dessa representação é ser topologicamente consistente, isto é, representar corretamente o fluxo hidrológico dos Rios, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo. Essa base é derivada da BHO multiescalas 2017 e contém apenas os cursos d'água com área maior ou igual a 5 km² e todos os trechos de drenagem de domínio federal. O elemento lógico do curso d'água compreende todos os trechos de drenagem os quais , desde a foz até a sua nascente, possuem no seu traçado a maior área a montante. Os vértices das áreas de drenagem foram simplificados para 100 m a partir da base original.

a) Finalidade

A BHO é o núcleo dos dados de hidrografia do módulo de Inteligência Geográfica do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

Possibilita integrar os diversos planos de informação a respeito dos usos e da disponibilidade hídrica dos cursos d'água, associando dados tabulares aos elementos espaciais, preservando a consistência hidrológica das informações. Dessa forma, a localização espacial do dado é considerada, o que é essencial a um sistema de fluxos unidirecionais como a rede hidrográfica.

Possibilita consultar trechos a montante e a jusante de um determinado ponto de interesse, por meio de consulta tabular.

Funciona como uma base de interoperabilidade entre as instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, possibilitando a integração, a partir de um mesmo critério e referência geográficas.

É utilizada para suportar diversos modelos e sistemas, tais como modelos de chuva-vazão e os subsistemas do SNIRH.

Permite que informações físicas, socioeconômicas e hidrológicas, entre as quais disponibilidade e demanda pelos recursos hídricos, sejam associadas às áreas de contribuição hidrográfica, conhecidas como ottobacias.

A BHO foi desenvolvida, a partir da cartografia digital vetorial da hidrografia do país, na qual foram feitas edições de modo a conferir consistência topológica para uma correta representação da rede hidrográfica, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo, conforme o Manual de Construção da Base Hidrográfica Ottocodificada da ANA. Cada trecho da BHO foi codificado pelo sistema de Otto Pfafstetter (ottocodificação), para o que foi produzida a identificação do curso d'água principal de cada subsistema hidrográfico, obtido pela maior área de contribuição a montante de cada confluência, tendo como unidades

elementares de drenagem as ottobacias, geradas a partir de modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (SRTM).

A aquisição da BHO requer a construção de uma rede unifilar, topologicamente consistente quanto aos aspectos de conectividade, em formato de grafo (árvore) e sem confluências duplas. Esse requerimento também se aplica às tradicionais análises de rede em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

As representações de cursos d'água por linhas duplas ou por polígonos são adequadas para a visualização e a produção cartográfica. Entretanto, para a análise de redes e para a construção da BHO, os cursos d'água devem ser representados por segmentos de linha ou arcos (que representam os trechos de curso d'água), conectados por nós (que representam a nascente, as confluências e a foz).

Uma característica importante da BHO é que podem ser incorporados níveis crescentes de detalhamento das bacias, preservando-se os códigos atribuídos às divisões anteriores, o que mantém a coerência da codificação qualquer que seja a escala de trabalho. Além disso, a lógica dessa codificação confere à BHO uma grande facilidade para implementação de consultas tabulares, com a mesma consistência topológica das consultas espaciais, o que melhora muito o desempenho dos sistemas que a utilizam.

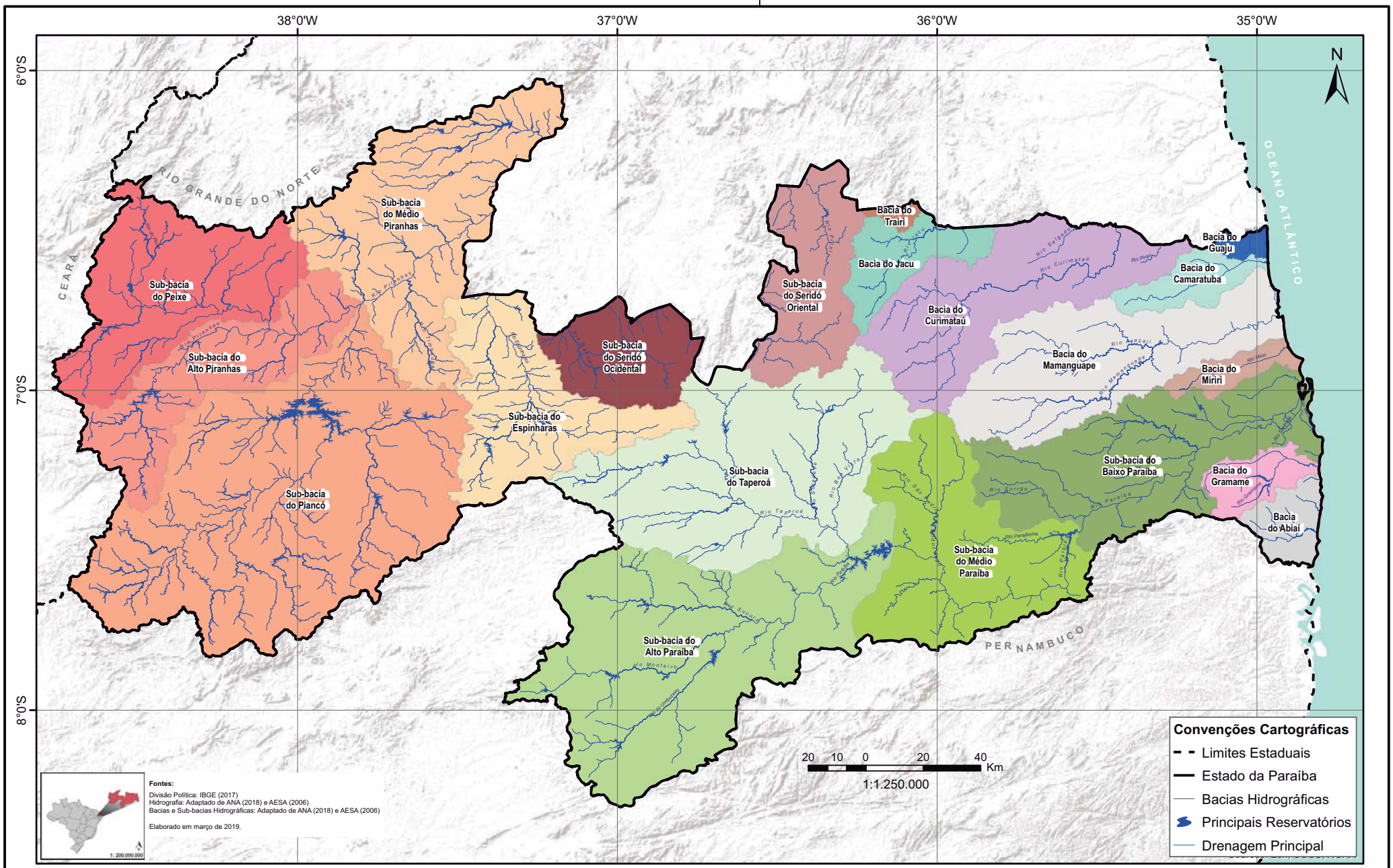
O portal de metadados geoespaciais da ANA foi criado para organizar informações alusivas a dados geoespaciais produzidos e utilizados pela ANA visando ao registro padronizado e permanente, sua disseminação e acessibilidade através da internet. Trata-se da customização do aplicativo geonetwork, seguindo as recomendações do perfil de metadados geoespaciais do brasil, homologado pela comissão nacional de cartografia. Aqui, encontram-se amplas informações sobre dados georreferenciados, tais como: localização, coordenadas, escala, finalidade etc. O portal também permite acesso a dados em formato vetorial, com visualização sobreposta a uma base de imagens de satélite. Exclusivamente para os dados produzidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é possível fazer o download. Para os demais, há o direcionamento para o site de origem. Atualmente, o portal dispõe de metadados cadastrados para os mais de 70 dados que compõem o módulo de inteligência geográfica (ig) do sistema nacional de informações sobre recursos hídricos (snirh), organizados em categorias. Para acesso a todas as funcionalidades do portal recomenda-se a não utilização do navegador internet explorer. Os objetivos do geonetwork são:

- Melhorar o uso integrado, assim como o acesso aos dados e às informações espaciais;
- Apoiar os processos de tomada de decisão;
- Promover abordagens multidisciplinares para um desenvolvimento sustentável;
- Reforçar a compreensão de benefícios da informação geográfica.

O projeto GeoNetwork opensource permite, facilmente, compartilhar informações temáticas georreferenciadas entre várias organizações. Para maiores informações contate-nos.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO (BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS)

O Estado da Paraíba está dividido em onze bacias hidrográficas, as quais podem ser observadas na **Figura 1.2**: bacia hidrográfica do Rio Abiaí, bacia hidrográfica do Rio Camaratuba, bacia hidrográfica do Rio Curimataú, bacia hidrográfica do Rio Gramame, bacia hidrográfica do Rio Guaju, bacia hidrográfica do Rio Jacu, bacia hidrográfica do Rio Mamanguape, bacia hidrográfica do Rio Miriri, bacia hidrográfica do Rio Paraíba, bacia hidrográfica do Rio Piranhas e bacia hidrográfica do Rio Trairi.



Bacias Hidrográficas

- Bacia do Abiaí
- Bacia do Camaratuba
- Bacia do Curimataú
- Bacia do Gramame
- Bacia do Guaju
- Bacia do Jacu
- Bacia do Mamanguape
- Bacia do Miriri
- Sub-bacia do Taperoá
- Sub-bacia do Alto Paraíba
- Sub-bacia do Médio Paraíba
- Sub-bacia do Baixo Paraíba
- Sub-bacia do Seridó Oriental
- Sub-bacia do Seridó Ocidental
- Sub-bacia do Espinharas
- Sub-bacia do Médio Piranhas
- Sub-bacia do Alto Piranhas
- Sub-bacia do Piancó
- Sub-bacia do Peixe
- Bacia do Trairi

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ythi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 1.2

BACIAS HIDROGRÁFICAS

Nesse estudo, também foram consideradas as subdivisões de algumas bacias e de regiões hidrográficas: bacias do Rio Piranhas: sub-bacias do Rio do Peixe, do Rio Piancó, do Rio Espinharas, do Rio Seridó, do Alto Piranhas, do Médio Piranhas; e do Rio Paraíba: sub-bacia do Rio Taperoá, sub-bacia do Alto Paraíba, do Médio Paraíba e do Baixo Paraíba (**Tabela 1.1)**.

Tabela 1.1 – Principais Características das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba

Bacia Hidrográfica	Área (km²)	Sub-bacias	Área Sub-bacias (km²)	Latitude	Longitude
Rio Piranhas	26.054,10	Rio do Peixe	3.432,82	6°20'47" - 7°03'53" S	37°57'52" - 38°46'48" O
		Rio Piancó	9.237,78	6°43'52" - 7°50'28" S	37°26'56" - 38°42'56" O
		Rio Espinharas	2.883,37	6°41'18" - 7°21'51" S	36°43'41" - 37°33'50" O
		Rio Seridô	3.448,49	6°16'57" - 7°03'56" S	36°13'12" - 37°15'16" O
		Alto Piranhas	2.566,57	6°37'18" - 7°22'56" S	37°48'11" - 38°41'14" O
		Médio Piranhas	4.485,07	6°01'38" - 7°00'90" S	37°09'25" - 38°01'44" O
Rio Paraíba	20.116,42	Rio Taperoá	5.677,07	6°51'47" - 7°34'33" S	36°00'10" - 37°14'00" O
		Sub-bacia do Alto Paraíba	6.712,36	7°20'48" - 8°18'12" S	36°07'44" - 37°21'22" O
		Sub-bacia do Médio Paraíba	3.756,35	7°03'50" - 7°49'13" S	35°30'15" - 36°16'38" O
		Sub-bacia do Baixo Paraíba	3.970,64	6°55'13" - 7°30'20" S	34°47'37" - 35°55'23" O
Rio Jacu	967,43			6°26'10" - 6°50'33" S	35°49'15" - 36°17'53" O
Rio Curimataú	3.350,85			6°25'01" - 7°04'08" S	35°11'51" - 36°15'34" O
Rio Camaratuba	640,19			6°33'13" - 6°46'05" S	34°57'48" - 35°27'54" O
Rio Guaju	152,62			6°29'04" - 6°35'30" S	34°57'58" - 35°10'12" O
Rio Mamanguape	3.520,36			6°36'49" - 7°11'08" S	34°54'42" - 35°57'51" O
Rio Gramame	592,53			7°10'27" - 7°24'23" S	34°48'12" - 35°10'46" O
Rio Miriri	432,42			6°49'45" - 7°01'59" S	34°51'13" - 35°18'54" O
Rio Trairi	109,79			6°24'19" - 6°30'09" S	36°02'47" - 36°14'29" O
Rio Abiaí	584,83			7°15'16" - 7°32'59" S	34°47'37" - 35°03'59" O

Fonte: Bacias e sub-bacias hidrográfics: Adaptado de ANA(2018) e AESA (2006).

As bacias hidrográficas dos Rios Piranhas, Jacu, Curimataú, Trairi e Guaju ultrapassam as fronteiras do Estado e englobam áreas do Estado do Rio Grande do Norte, constituindo, assim, bacias de domínio federal.

2 MEIO FÍSICO E RECURSOS NATURAIS

2.1 CLIMA

2.1.1 Fontes de Consultas Utilizadas

Shapes das bacias e sub-bacias hidrográficas obtidos da ANA (2018) e AESA (2006).

Normais Climatológicas do período 1981-2010, INMET – disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em 06/06/2019.

Climatologia do Estado da Paraiba, de Paulo Roberto Megna Francisco e Djail Santos. Campina Grande - PB. EDUFCG. 2017.

History and Evaluation of Hargreaves Evapotranspiration Equation. Hargreaves, G. H. e Allen, R. G. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 2003. p. 53-63.

Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. FAO Irrigation and Drainage Paper. No. 56. 1998.

Koppen's Climate Classification for Brasil; C.A Avares et al – janeiro de 2014, associado ao postulado F. Bagnouls & BH. Gaussen, publicado em 2005 em Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina (20 a 26 de março de 2005/USP)

Impacto das Mudanças do Clima e Projeções de Demanda sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido; MMA/ANA - 2013

Estudo das Projeções de Temperatura e Pressão do Modelo Global CPIPS para a Bacia do São Francisco – 2016.

Avaliação de Mudanças Climáticas no Semiárido do Nordeste do Brasil. Publicação Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 12, n. 01, p. 53-72, jan/jun. 2015.

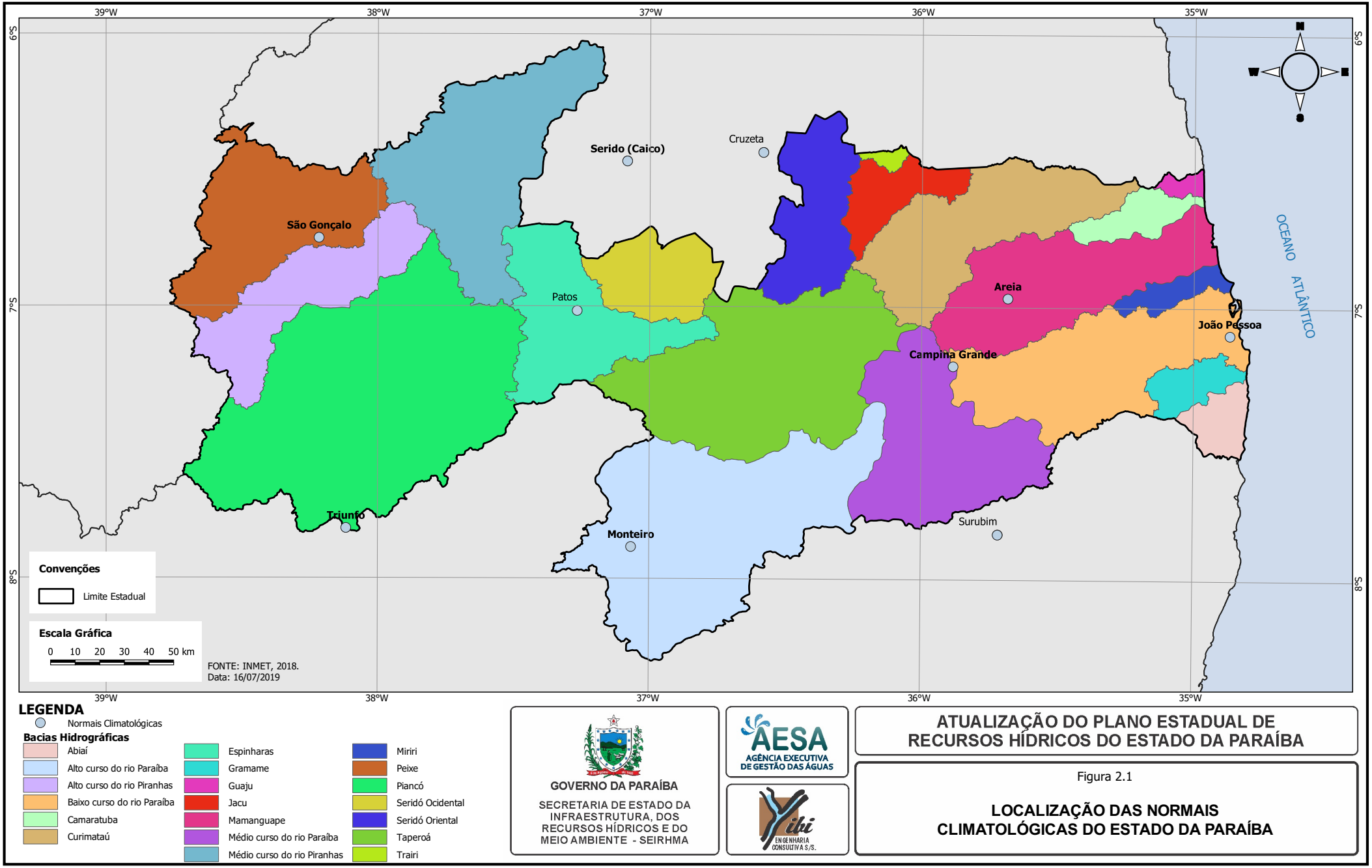
Climatologia no Estado da Paraíba Estudo da Qualidade dos Dados. SCIENTEC – Associação para Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Boletim Técnico 01/99. João Pessoa, 1999.

Mudanças climáticas na bacia do Rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. SILVEIRA, C.S. et al. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2016. 13p.

2.1.2 Caracterização Climática do Estado da Paraíba

Conforme recomenda o Termo de Referência do PERH/PB, deverá ser "caracterizado o regime climático das bacias hidrográficas" envolvendo os seguintes elementos: precipitação, temperaturas médias, mínimas e máximas, velocidade e direção do vento, incidência solar, evaporação e evapotranspiração potencial. O TR também solicita calcular a evapotranspiração potencial pelo método de Hargreaves (1985).

Para tanto, existem 06 estações normais climatológicas distribuídas no território das 20 sub-bacias (ou 12 bacias) hidrográficas do Estado da Paraíba. A importância dessas estações é sua distribuição estratégica nas principais regiões do território estadual (Litoral, Agreste, Brejo, Cariri e Sertão) e uma série de dados de longo período (**Figura 2.1**).



LEGENDA

Normais Climatológicas

Bacias Hidrográficas

- Abiaí
- Alto curso do rio Paraíba
- Alto curso do rio Piranhas
- Baixo curso do rio Paraíba
- Camaratuba
- Curimataú
- Espinharas
- Gramame
- Guaju
- Jacu
- Mamanguape
- Médio curso do rio Paraíba
- Médio curso do rio Piranhas
- Miriri
- Peixe
- Piancó
- Seridó Ocidental
- Seridó Oriental
- Taperoá
- Trairi

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 DO ESTADO DA PARAÍBA

Figura 2.1

LOCALIZAÇÃO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO ESTADO DA PARAÍBA

Não sendo possível contar com uma estação em cada bacia e atender o recorte, proposto no TR, de considerar a unidade de planejamento hidrográfico (UPH) como base para estudo, neste caso da caracterização climática o procedimento mais racional será estudar os parâmetros climáticos de cada estação, considerando suas médias mensais e anuais, na hipótese de que esta sistematização dos dados possa representar o território estadual, ou como um todo ou as bacias do entorno onde a estação normal está inserida. Qualquer tentativa de distribuir geometricamente a influência das estações climatológicas é inadequada. Assim posto, foi adotada a mesma metodologia do Plano do Rio Piancó/Piranhas-Açu, elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em 2012, ano posterior ao PERH/PB-2006, atualização recomendada pelo TR. Por outro lado, as PCD's instaladas no Estado, por múltiplas razões (falhas na sequência dos dados, curto período de operação) não foram consideradas apropriadas para utilização.

O mesmo contexto territorial, onde estão inseridas as estações normais climatológicas, foi adotado para os açudes localizados nas bacias do entorno da influência de cada uma dessas estações.

Considerando a importância dos dados de precipitação pluviométrica e a densidade dos postos pluviométricos na área de interesse do território paraibano, este parâmetro climático foi estudado com maior detalhamento no Capítulo "Disponibilidades e Potencialidades Hídricas" do Relatório RF-02B.

A base de dados deste estudo foram os dados diários de precipitação monitorados nos quatro Estados (PB, CE, PE e RN).

Embora tenham sido inventariadas 354 estações de monitoramento da precipitação, após a análise de qualidade dos dados realizada e dos períodos comuns, requisitos importantes para a análise da precipitação e posterior uso no modelo chuva-vazão, chegou-se a um total de 137 estações de monitoramento da precipitação para uso no PERH-PB.

Corrigidas as falhas e erros, e feita a análise de homogeneidade dos dados mensais, passou-se para a correção e homogeneização dos dados diários.

Ao final, foi gerado um banco de dados com precipitações diárias corrigidas e homogeneizadas das 137 estações pluviométricas previamente selecionadas, para um período total de 56 anos (1962-2017).

Para traçado das isoietas da precipitação média anual, foram utilizados os dados de precipitação corrigidos e homogeneizados, a partir do acúmulo das precipitações diárias de cada posto de cada ano. Para cada posto, determinou-se então a precipitação média anual, e, utilizando-se o método do inverso da distância ao quadrado, os dados de precipitação anual foram interpolados.

2.1.2.1 Parâmetros Climatológicos

Consultando as Normais Climatológicas (INMET, 2018), existem seis estações climatológicas no Estado da Paraíba (**Tabela 2.1**), sendo uma localizada na Bacia do Rio Mamanguape, três na Bacia do Rio Paraíba e duas na Bacia do Rio Piranhas.

A partir desses dados foram analisados os seguintes parâmetros: temperaturas máximas, médias e mínimas, umidade relativa, insolação total e intensidade do vento. O parâmetro evapotranspiração potencial foi calculado pelo método de Penman Monteith.

Tabela 2.1 - Estações Meteorológicas com Influência na Avaliação do Clima do Estado da Paraíba.

Estado	Bacia	Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Inicio de Operação
PB	Mamanguape	Areia	82696	-6,97	-35,68	574,62	01/01/1929
	Paraíba	Campina Grande	82795	-7,22	-35,88	547,56	01/01/1911
	Paraíba	João Pessoa	82798	-7,10	-34,87	7,43	01/01/1912
	Paraíba	Monteiro	82792	-7,88	-37,07	603,66	14/01/1940
	Piranhas	Patos	82791	-7,02	-37,27	249,09	17/10/1975
	Piranhas	São Gonçalo	82689	-6,75	-38,22	233,06	08/10/1938

Fonte: INMET (2018).

Precipitação Pluviométrica

A precipitação pluviométrica no Estado da Paraíba varia entre 1,3 mm, no mês de Setembro, na estação Patos, e 355,2 mm, no mês de Junho, na estação de João Pessoa (**Tabela 2.2**). Considerando a escala anual, a precipitação pluviométrica no Estado da Paraíba é em torno de 1.086,1 mm, tendo a estação de Monteiro registrado menor precipitação anual e a estação de João Pessoa, a maior.

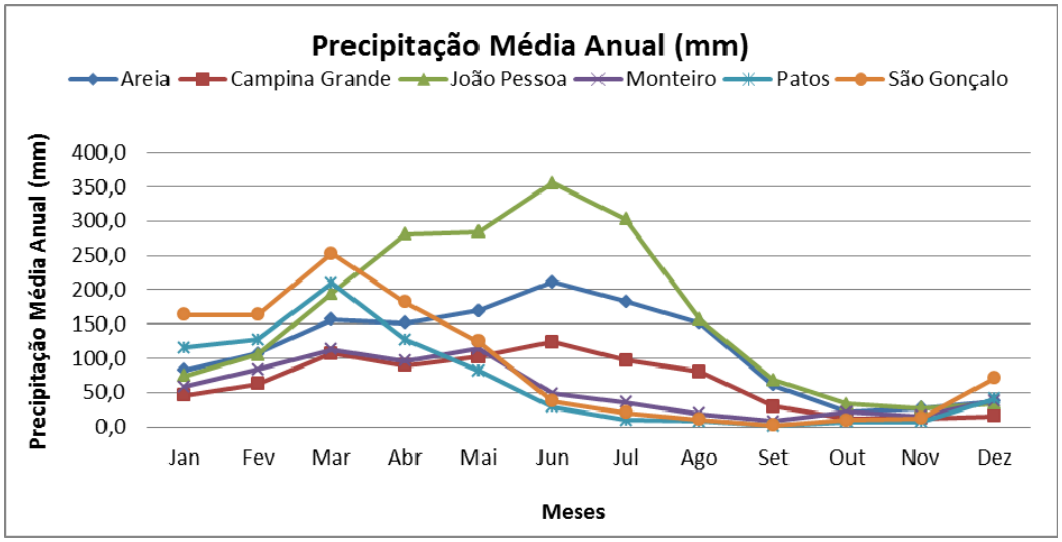
A variação temporal da precipitação pluviométrica em cada estação climatológica pode ser observada na **Figura 2.2**.

Tabela 2.2 – Precipitações pluviométricas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Areia	83,0	107,4	156,3	151,7	169,2	210,7	182,2	151,2	60,9	21,8	27,5	37,8	1.359,7
Campina Grande	45,6	62,8	107,1	89,3	101,7	123,6	96,7	80,1	30,0	12,5	12,3	15,3	777,0
João Pessoa	73,9	105,4	193,9	280,4	284,0	355,2	302,4	156,4	68,6	33,1	27,0	33,7	1.914,0
Monteiro	58,7	83,5	113,3	96,0	113,8	48,2	36,0	18,8	7,8	21,6	15,6	38,2	651,5
Patos	115,7	127,5	209,5	127,4	81,6	28,7	9,8	7,8	1,3	7,2	7,1	40,8	764,4
São Gonçalo	163,2	163,5	252,9	181,4	124,4	37,8	21,0	10,7	2,0	9,9	12,2	71,2	1.050,2

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.2 – Precipitações pluviométricas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).



Fonte: INMET (2018).

Temperatura

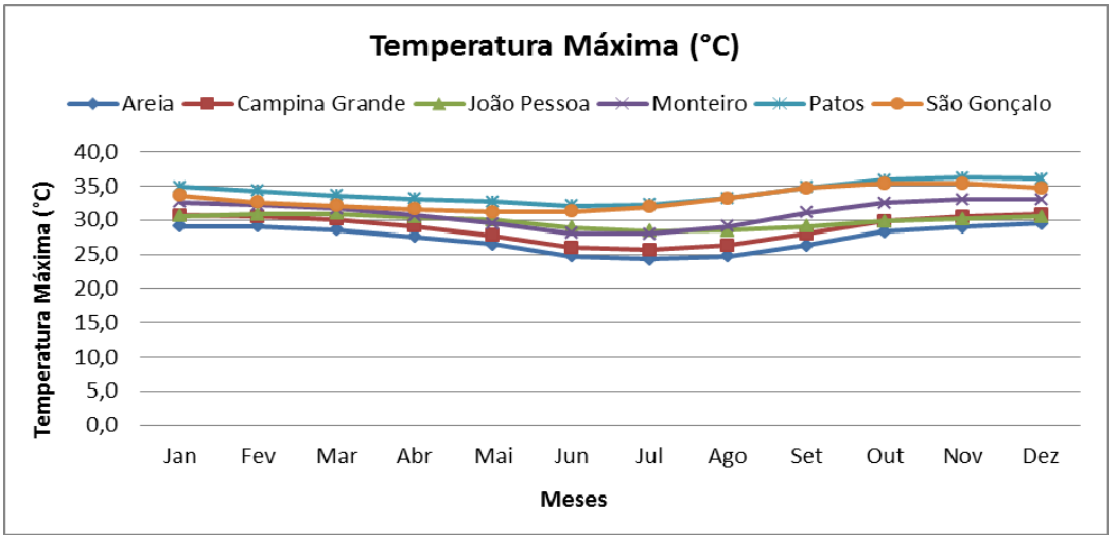
O Estado da Paraíba possui suas temperaturas máximas variando de 24,°C, em julho, até 36,2°C, em novembro (**Tabela 2.3**). As maiores temperaturas foram registradas nos meses de dezembro a fevereiro. A variação temporal das estações climáticas pode ser observada na **Figura 2.3**.

Tabela 2.3 – Temperaturas máximas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Areia	29,1	29,1	28,6	27,6	26,5	24,7	24,3	24,7	26,3	28,3	29,0	29,5	27,3
Campina Grande	30,7	30,5	30,1	29,1	27,7	26,0	25,6	26,3	28,0	29,8	30,5	30,8	28,8
João Pessoa	30,6	30,8	30,9	30,4	30,0	28,9	28,4	28,5	29,1	29,8	30,2	30,5	29,8
Monteiro	32,6	32,2	31,7	30,7	29,5	28,1	28,0	29,1	31,1	32,5	33,0	33,0	31,0
Patos	34,9	34,3	33,6	33,1	32,7	32,1	32,3	33,2	34,8	35,9	36,2	36,0	34,09
São Gonçalo	33,6	32,6	32,1	31,6	31,2	31,3	31,9	33,2	34,7	35,4	35,4	34,7	33,14

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.3 – Temperaturas máximas registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).



Fonte: INMET (2018).

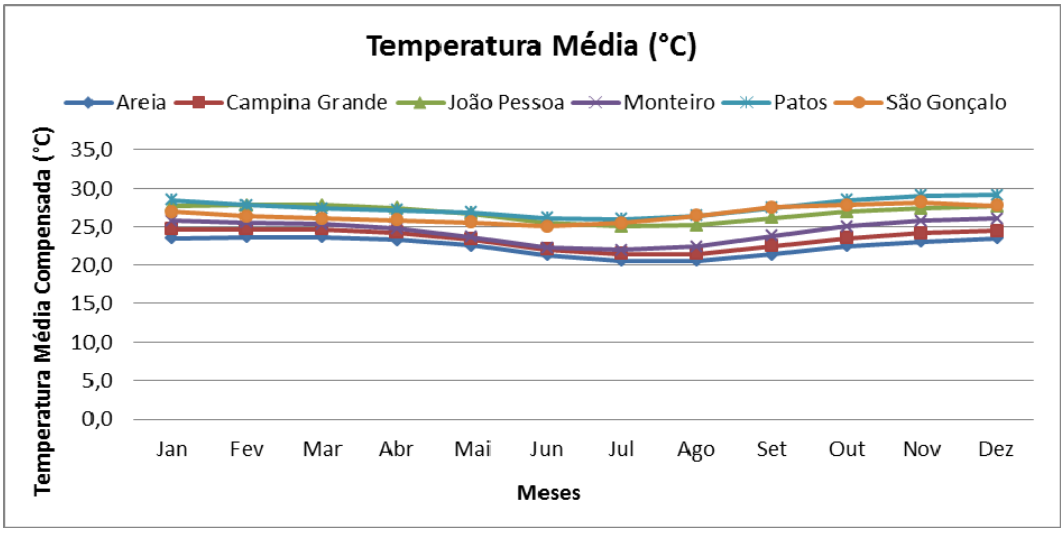
A temperatura média do Estado da Paraíba varia de 20,6°C a 29,2°C (**Tabela 2.4**), tendo, estes, sido registrados nos meses de agosto (estação Areia) e de dezembro (estação Patos), respectivamente. A **Figura 2.4** apresenta o comparativo entre os dados de temperatura média para cada estação climatológica.

Tabela 2.4 - Temperaturas média registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Areia	23,5	23,7	23,7	23,3	22,6	21,3	20,6	20,6	21,4	22,5	23,1	23,5	22,5
Campina Grande	24,7	24,7	24,7	24,3	23,4	22,1	21,5	21,5	22,5	23,5	24,2	24,5	23,5
João Pessoa	27,8	27,9	27,9	27,5	26,8	25,6	25,1	25,2	26,2	27,0	27,4	27,7	26,8
Monteiro	25,8	25,6	25,4	24,8	23,7	22,3	22,0	22,4	23,8	25,1	25,8	26,1	24,4
Patos	28,5	27,9	27,4	27,2	26,9	26,2	26,0	26,5	27,5	28,5	29,1	29,2	27,6
São Gonçalo	27,0	26,4	26,1	25,9	25,6	25,1	25,5	26,5	27,6	27,9	28,2	27,8	26,6

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.4 – Temperaturas média registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).



Fonte: INMET (2018).

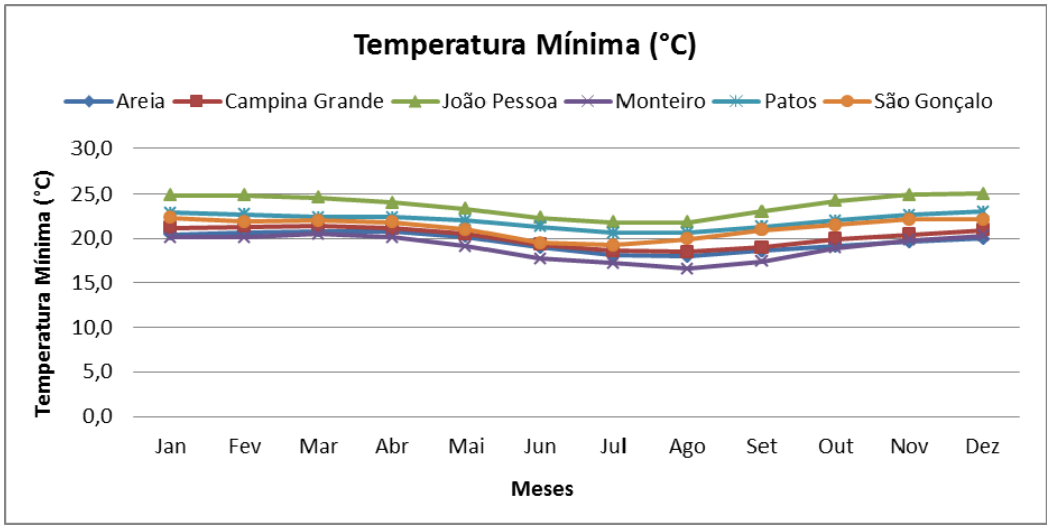
A temperatura mínima do Estado da Paraíba varia entre 16,6°C a 25°C (**Tabela 2.5**). Esses extremos foram identificados, respectivamente, na estação Monteiro, em agosto, e na estação João Pessoa, no mês de dezembro. As menores temperaturas foram registradas nos meses de junho a agosto (**Figura 2.5**).

Tabela 2.5 - Temperaturas mínima registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Areia	20,4	20,6	20,8	20,8	20,2	19,0	18,1	18,0	18,6	19,1	19,6	20,0	19,6
Campina Grande	21,2	21,3	21,4	21,1	20,5	19,3	18,6	18,5	19,0	19,9	20,4	20,9	20,2
João Pessoa	24,8	24,8	24,6	24,0	23,3	22,3	21,8	21,8	23,0	24,2	24,9	25,0	23,7
Monteiro	20,1	20,1	20,5	20,1	19,1	17,7	17,2	16,6	17,4	18,9	19,8	20,3	19,0
Patos	22,9	22,7	22,4	22,4	22,0	21,3	20,6	20,6	21,3	22,0	22,6	23,0	22,0
São Gonçalo	22,3	21,9	22,0	21,8	21,0	19,5	19,2	19,9	20,9	21,5	22,1	22,1	21,2

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.5 – Temperaturas mínima registradas nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (°C).



Fonte: INMET (2018).

Umidade relativa do ar

No Estado da Paraíba, a umidade relativa média anual está em torno de 71,1%, sendo o maior percentual registrado na estação de Areia, com valor de 89,1%, e o menor percentual na estação de Patos, com 48,2% (**Tabela 2.6**).

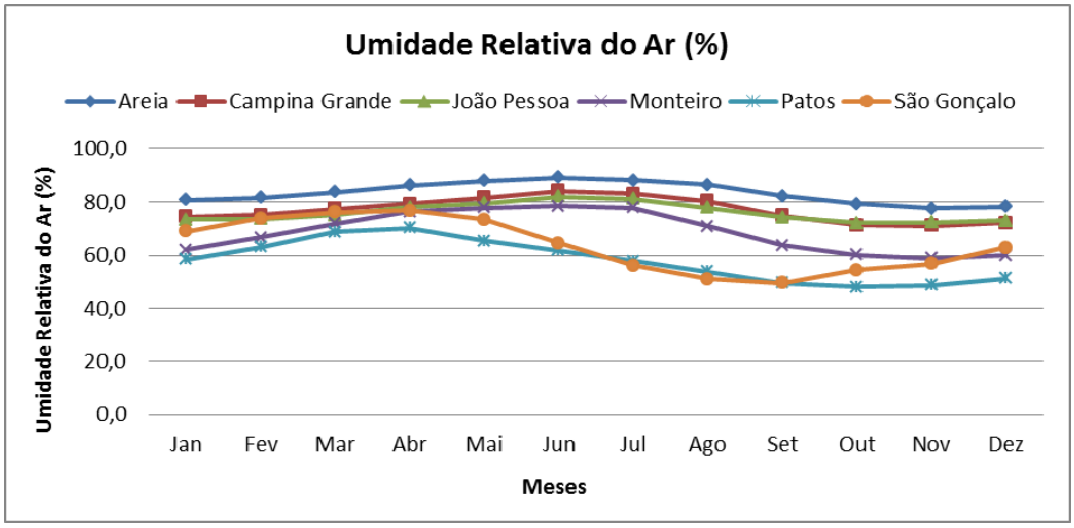
Analisando a **Figura 2.6**, é possível perceber que há uma grande diferença entre os valores das seis estações, tendo as estações de Patos e São Gonçalo valores, nos meses de junho a setembro, bem abaixo das outras quatro estações.

Tabela 2.6 – Umidade relativa do ar registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (%).

UMIDADE RELATIVA DO AR													
Estação	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Média**
Areia	80,6	81,5	83,7	86,1	87,8	89,1	88,1	86,3	82,2	79,1	77,5	78,1	83,3
Campina Grande	74,3	75,0	77,4	79,2	81,6	84,0	82,9	80,3	74,7	71,3	71,0	72,0	77,0
João Pessoa	73,4	73,6	75,0	77,9	79,3	81,9	81,0	77,8	74,1	72,0	72,2	72,9	75,9
Monteiro	61,9	66,6	71,8	76,2	77,7	78,4	77,8	70,9	63,6	60,1	58,8	60,0	68,7
Patos	58,5	63,0	68,7	70,1	65,3	61,7	57,7	53,9	49,6	48,2	48,8	51,3	58,1
São Gonçalo	69,0	73,7	76,1	76,6	73,3	64,6	56,1	51,0	49,6	54,4	56,8	62,9	63,7

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.6 – Umidade relativa do ar registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (%).



Fonte: INMET (2018).

Insolação total

Os dados climáticos fornecidos pelo INMET referentes ao número médio de horas de exposição ao sol estão apresentados na **Tabela 2.7**. A variação por estação climática pode ser melhor visualizada na **Figura 2.7**.

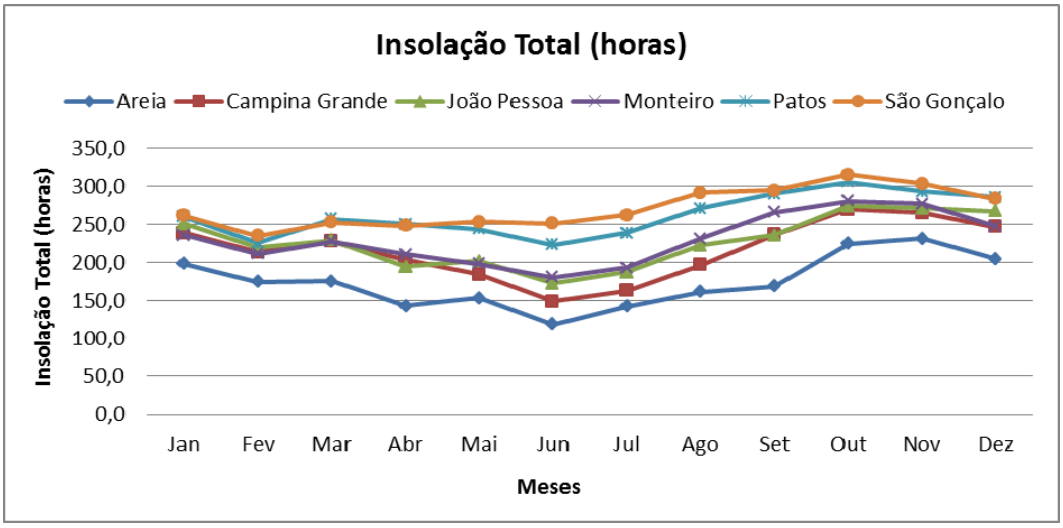
Considerando a escala anual, a insolação no Estado da Paraíba é em torno de 2.767,05 horas, tendo seus maiores valores no período com menor precipitação (entre setembro e dezembro).

Tabela 2.7 – Insolação total registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (horas).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Areia	198,6	175,0	176,2	143,8	153,5	119,5	143,1	162,0	169,4	225,1	231,5	205,1	2.102,8
Campina Grande	239,3	213,7	227,8	203,9	184,4	149,3	163,7	197,2	236,9	270,1	265,6	247,0	2.598,9
João Pessoa	251,0	220,2	229,7	195,3	202,4	173,2	187,6	222,5	235,9	274,1	271,3	267,8	2.731,0
Monteiro	235,9	212,2	227,7	210,9	198,6	181,2	193,3	231,4	266,4	280,7	277,4	247,6	2.763,3
Patos	260,6	225,7	257,7	251,1	244,3	223,5	238,9	271,4	290,7	306,1	293,7	286,0	3.149,7
São Gonçalo	261,7	235,2	253,3	248,8	253,6	251,8	262,8	291,6	294,9	315,6	303,6	283,7	3.256,6

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.7 – Insolação total registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (horas).



Fonte: INMET (2018).

Intensidade do vento

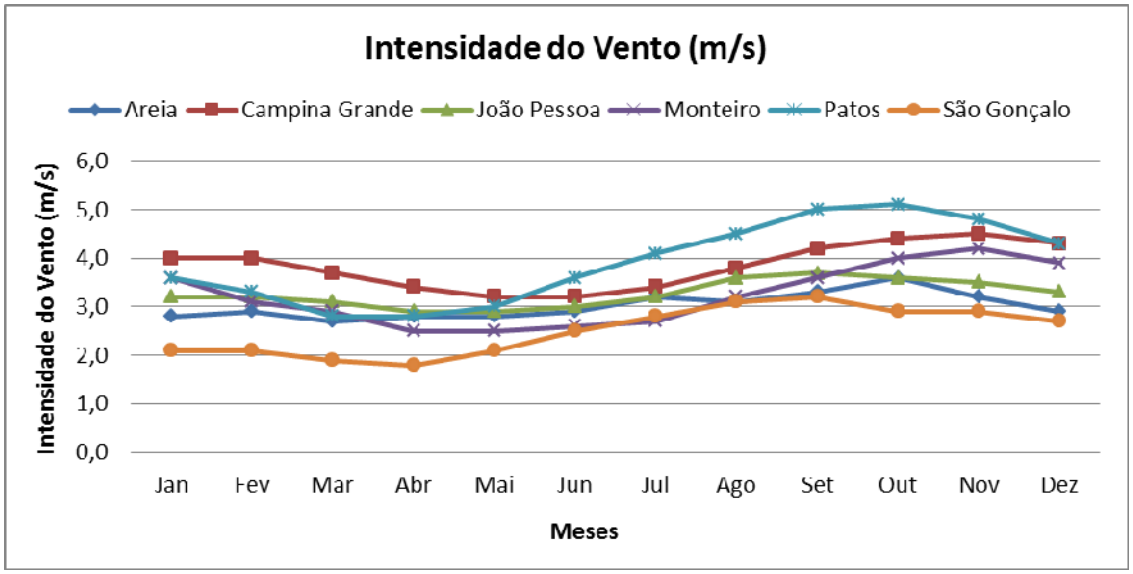
A intensidade do vento na Paraíba, em geral, varia de 1,8 a 5,1 m/s, o valor mínimo encontrado na estação de São Gonçalo, no mês de abril, e o valor máximo na estação de Patos, no mês de outubro. O valor médio para o Estado é de 3,3 m/s. Esses valores podem ser visualizados na **Tabela 2.8**. Na **Figura 2.8** é possível visualizar que o período com ventos mais intensos ocorre entre agosto e dezembro e o período com os valores mais baixos entre março e junho.

Tabela 2.8 – Intensidade do vento registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (m/s).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Areia	2,8	2,9	2,7	2,8	2,8	2,9	3,2	3,1	3,3	3,6	3,2	2,9	3,0
Campina Grande	4,0	4,0	3,7	3,4	3,2	3,2	3,4	3,8	4,2	4,4	4,5	4,3	3,8
João Pessoa	3,2	3,2	3,1	2,9	2,9	3,0	3,2	3,6	3,7	3,6	3,5	3,3	3,3
Monteiro	3,6	3,1	2,9	2,5	2,5	2,6	2,7	3,2	3,6	4,0	4,2	3,9	3,2
Patos	3,6	3,3	2,8	2,8	3,0	3,6	4,1	4,5	5,0	5,1	4,8	4,3	3,9
São Gonçalo	2,1	2,1	1,9	1,8	2,1	2,5	2,8	3,1	3,2	2,9	2,9	2,7	2,5

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.8 – Intensidade do vento registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (m/s).



Fonte: INMET (2018).

2.1.2.2 Evaporação

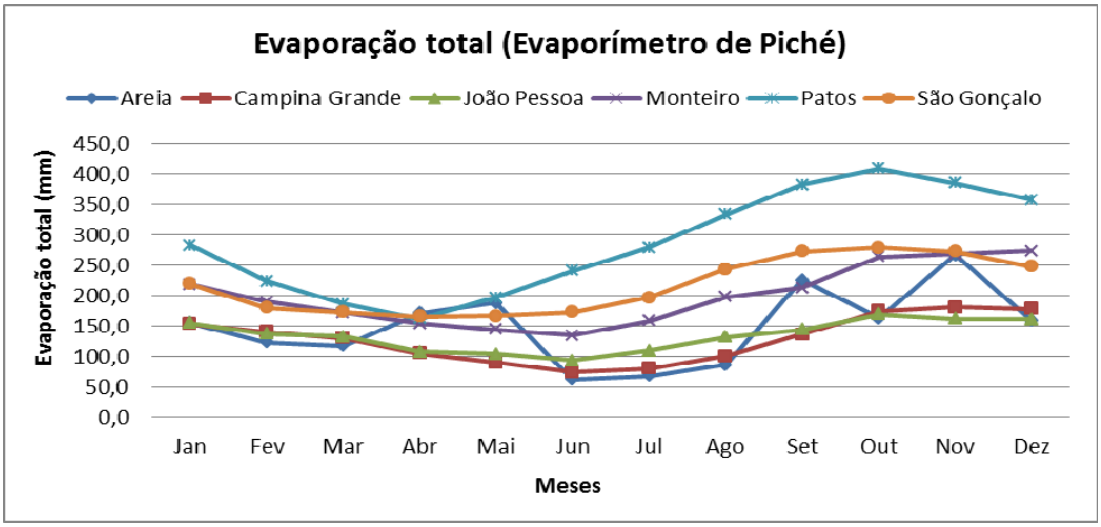
Os dados obtidos pelo evaporímetro de Piché, geralmente, possuem valores inferiores aos informados pelo método de Tanque Classe A, devido ao fato que o instrumento não fica exposto diretamente ao sol como o segundo. Na **Tabela 2.9** estão apresentados os dados de evaporação obtidos pelo evaporímetro de Piché. É possível observar que, principalmente as estações de Monteiro, Patos e São Gonçalo, possuem altas taxas de evaporação. A evaporação anual média está em torno do valor de 2.224,9 mm. As maiores taxas de evaporação são observadas nos meses de setembro a dezembro (**Figura 2.9**).

Tabela 2.9 – Evaporação de Piché registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Areia	155,4	122,8	117,4	171,3	187,7	62,4	67,3	85,8	225,7	162,9	266,3	159,7	1784,7
Campina Grande	152,9	140,7	129,6	104,5	89,9	73,5	80,2	100,6	135,8	174,5	181,2	178,0	1541,4
João Pessoa	154,7	136,7	132,4	107,2	104,4	93,3	109,0	131,8	143,9	169,1	161,8	160,8	1605,1
Monteiro	218,4	190,0	171,7	153,9	144,5	134,3	158,5	198,3	213,3	264,4	268,3	273,8	2389,4
Patos	282,4	223,9	186,1	161,9	197,3	240,3	279,2	333,5	383,2	408,5	385,8	357,4	3439,5
São Gonçalo	218,9	179,6	172,5	165,3	167,0	172,4	196,8	243,3	273,0	278,9	273,2	248,1	2589,0

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.9 – Evaporação de Piché registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm).



Fonte: INMET (2018).

2.1.2.3 Evapotranspiração potencial

Para estimar a evapotranspiração potencial foram utilizados dois métodos: o método de Hargreaves (1985), que foi solicitado pelo Termo de Referência do presente trabalho, e o método de Penman-Monteith, que é o método recomentado pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Evapotranspiração segundo Hargreaves

O método de Hargreaves (1985) calcula o valor da evapotranspiração potencial em função da latitude do local e das temperaturas máxima, média e mínima, como mostra a equação abaixo.

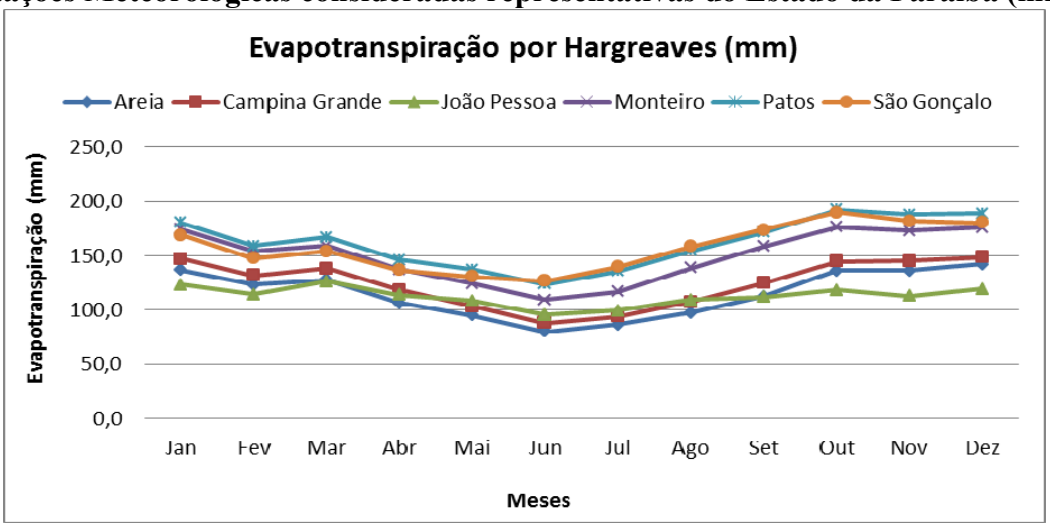
$$ETo = 0{,}0023 \times R_a \times (T_{média} + 17{,}8) \times \sqrt{T_{máxima} - T_{mínima}}$$

Os dados calculados para a evapotranspiração potencial de cada estação climatológica estão apresentados na **Tabela 2.10** e na **Figura 2.10**.

Tabela 2.10 – Evapotranspiração potencial calculada pelo método de Hargreaves (1985) para as estações meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Areia	136,8	123,6	127,8	106,6	95,2	80,1	86,6	97,7	112,2	136,2	136,0	142,0	1.380,7
Campina Grande	147,4	131,8	138,2	118,2	103,5	88,3	93,8	107,6	124,7	144,9	145,0	148,8	1.492,1
João Pessoa	123,5	114,4	126,4	113,9	108,2	95,5	99,6	109,3	112,1	118,2	113,0	119,2	1.353,1
Monteiro	174,4	154,8	159,2	137,1	124,2	109,4	116,9	138,5	158,4	176,6	172,9	176,0	1.798,5
Patos	180,2	159,0	166,8	146,3	137,2	124,0	135,6	154,5	171,7	192,4	187,7	189,1	1.944,3
São Gonçalo	168,8	147,5	154,3	136,7	130,8	126,9	139,9	158,6	174,2	189,8	181,7	180,2	1.889,2

Figura 2.10 – Evapotranspiração calculada pelo método de Hargreaves registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm).



Evapotranspiração segundo Penman Monteith

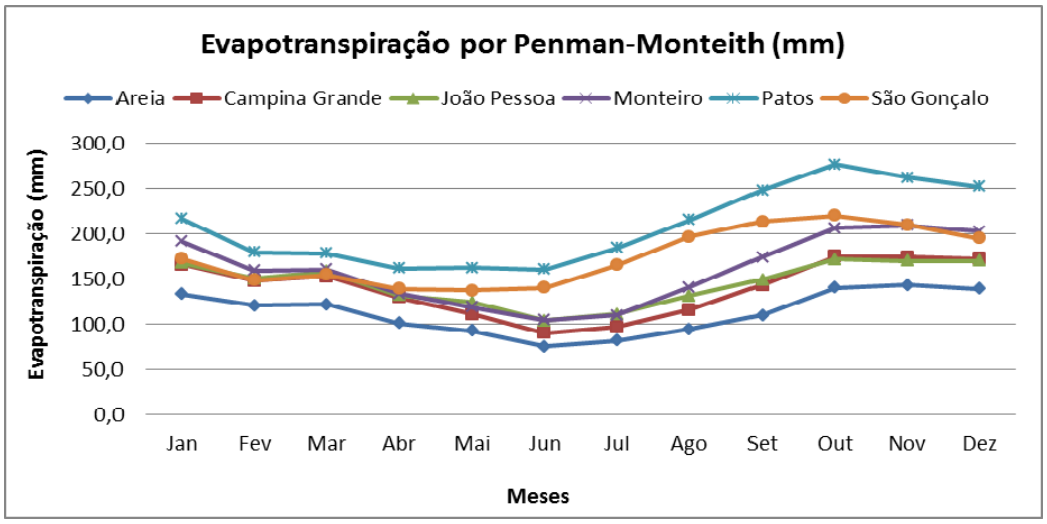
O método de Penman-Monteith é, atualmente, considerado o método padrão para estimar a evapotranspiração potencial (CONCEIÇÃO, 2006). Devido a complexidade do seu cálculo, a FAO desenvolveu o software CROPWAT, que calcula a evapotranspiração usando apenas os dados mensais das temperaturas máxima e mínima, umidade relativa, insolação e velocidade do vento.

Os resultados da evapotranspiração, calculados através do software citado, estão apresentados na **Tabela 2.11** e na **Figura 2.11**.

Tabela 2.11 – Evapotranspiração potencial calculada pelo método de FAO Penman-Monteith para as estações meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm).

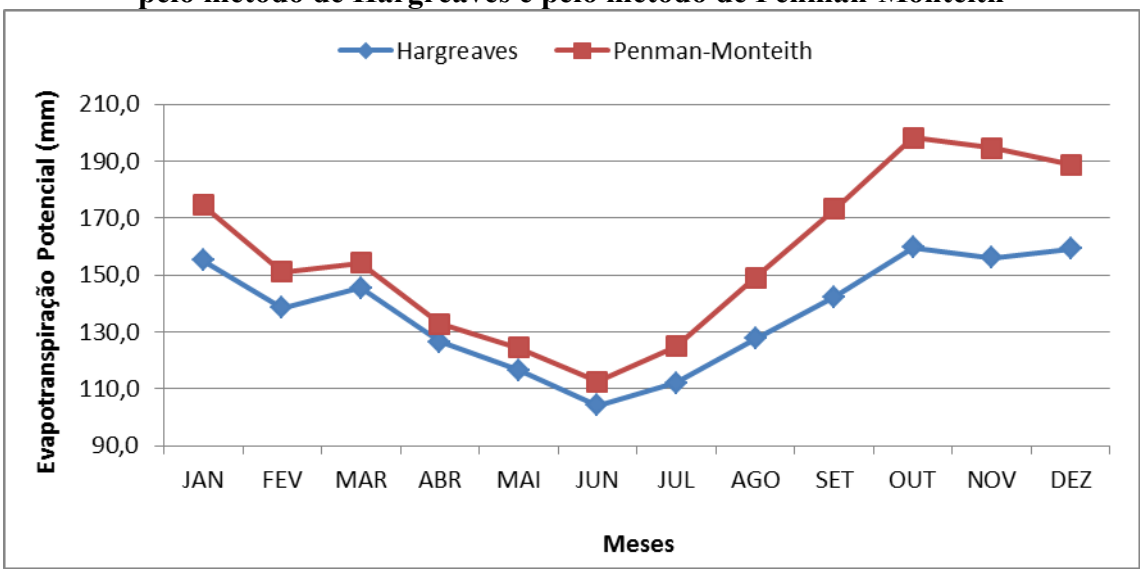
Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Areia	133,3	120,7	121,5	101,1	92,7	75,6	82,2	94,2	110,1	140,1	143,1	139,2	1.353,8
Campina Grande	165,9	147,8	152,8	129,6	111,3	90,3	96,7	115,9	143,4	174,5	174,0	172,7	1.675,0
João Pessoa	167,4	150,1	158,1	132,0	124,3	104,1	111,0	131,4	149,4	172,1	169,8	170,2	1.739,9
Monteiro	191,6	159,3	160,3	133,8	119,0	104,4	110,1	140,7	174,3	206,2	209,4	202,7	1.911,8
Patos	216,4	179,5	178,6	161,7	162,1	160,2	184,1	215,5	248,1	276,5	262,2	252,3	2.497,2
São Gonçalo	172,4	148,7	154,7	139,2	137,3	140,4	165,2	196,9	213,6	219,8	209,7	195,3	2.093,1

Figura 2.11 – Evapotranspiração calculada pelo método de Penman-Monteith registrada nas Estações Meteorológicas consideradas representativas do Estado da Paraíba (mm).



Para possibilitar a comparação entre os valores encontrados pelos dois métodos utilizados, a média mensal de cada um está apresentada na **Figura 2.12**. Quando comparadas as médias mensais das estações, os valores obtidos por Penman-Monteith foram maiores que os obtidos por Hargreaves.

Figura 2.12 – Média dos dados de evapotranspiração potencial das estações calculados pelo método de Hargreaves e pelo método de Penman-Monteith



2.1.3 Classificação Climática do Estado da Paraíba

Neste segmento do capítulo do clima no PERH/PB-2020, o Termo de Referência apenas recomenda atualizar a Classificação Climática de Köppen para o Estado da Paraíba, em relação ao Plano de 2006.

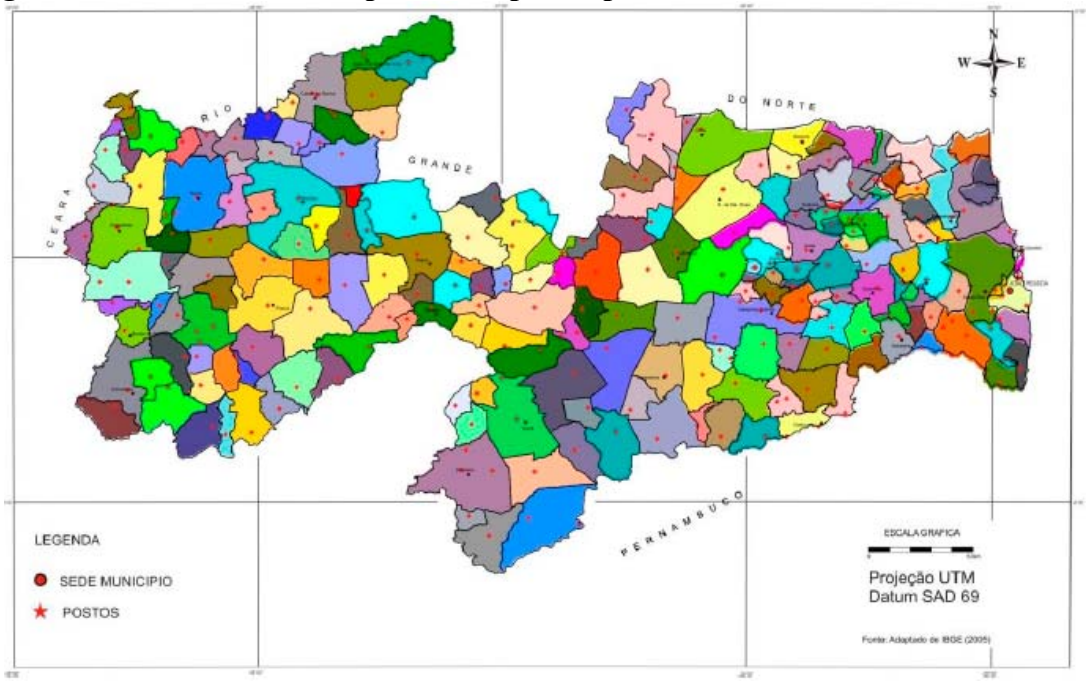
Tratando-se de um diagnóstico baseado em dados secundários, coletados no elenco de informações pesquisadas no âmbito do território estadual, nada mais adequado e coerente com o que preconiza o Plano do que utilizar um estudo bem atual, elaborado pela Universidade Federal de Campina Grande, "Climatologia do Estado da Paraíba", produzido em 2017 pelos professores Paulo Roberto Megna Francisco e Djail Santos.

A base do estudo "Climatologia do Estado da Paraíba" se deveu a correlação dos dados de temperatura com a precipitação no território da Paraíba, gerando uma planilha eletrônica de dados mensais e anuais. Na produção dos dados, os autores utilizaram ferramentas de geoinformática.

Os autores desse estudo reconhecem que existe uma dificuldade na análise de dados climatológicos na Paraíba devido a baixa concentração de estações com registros de temperatura do ar, dificultando o cálculo do balanço hídrico climatológico, além de dificultar a caracterização da variação térmica espacial. Dessa forma, os autores foram estimulados a elaborar uma metodologia para estimar a temperatura em locais sem dados, utilizando os dados pluviométricos disponíveis.

A **Figura 2.13** que segue mostra a distribuição espacial dos postos pluviométricos utilizados no estudo.

Figura 2.13 – Distribuição espacial dos postos pluviométricos do Estado da Paraíba.



Fonte: Francisco e Santos (2017) utilizando dados adaptados do IBGE (2005).

Para a obtenção dos dados de temperatura média do ar, Francisco e Santos (2017) fizeram a estimativa usando o software Estima_T, calculando, em seguida, as médias mensais, anuais e trimestrais. O modelo que calcula a temperatura do ar utiliza as coordenadas locais (longitude, latitude e altitude) aplicadas na equação que segue:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\phi + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\phi^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\phi + C_8\lambda h + C_9\phi h$$

Onde: $C_0, C_1, \dots, C_9$ são constantes; $\lambda, \lambda^2, \lambda\phi, \lambda h$ representa a longitude; $\phi, \phi^2, \lambda\phi$ representa a latitude; e $h, h^2, \lambda h, \phi h$ representam a altura.

Com a obtenção dos dados de temperatura média do ar, a evapotranspiração foi estimada pelo método de cálculo de balanço hídrico climatológico (BHC), proposto por Thornthwaite e Mather (1948;1955) para cada posto pluviométrico.

Nesse estudo, a evapotranspiração de referência mensal e anual foi dimensionada a partir da equação empírica de Thornthwaite (1948). Para evapotranspiração potencial são necessários os parâmetros de temperatura do ar e insolação máxima (mm/mês).

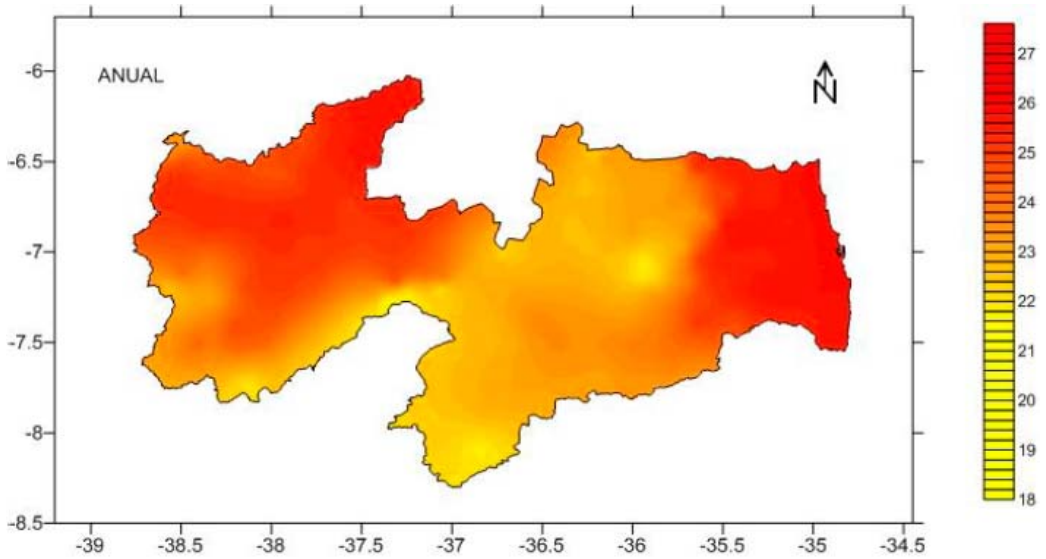
Para chegar ao resultado da evapotranspiração, os autores utilizaram outras equações que incluem o Índice Anual de Calor e o Índice Térmico de Calor no mês, fatores de correção, parâmetros de latitude do local e declinação do sol.

A classificação climática de Köppen-Geiger é um dos sistemas de classificação mais conhecidos e utilizados. De acordo com Barros et al. (2012), o método de classificação de Köppen é o mais utilizado no Brasil, por se preocupar apenas com as grandes divisões de vegetação e por ter uma fórmula de determinação de mês úmido ou seco menos rígida.

Em relação a temperatura do ar (**Figura 2.14**), algumas conclusões mais relevantes são expressas por Francisco e Santos (2017) no texto final:

> "Na distribuição espacial da temperatura média mensal do ar de janeiro a dezembro no Estado da Paraíba, observa-se que os menores valores de temperatura estão nas áreas de altitudes mais elevadas, destacando-se, assim, a microrregião do Brejo e grande parte do Planalto da Borborema. No Litoral (setor Leste) e em grande parte da mesorregião do Sertão (setor Oeste) da Paraíba, onde as altitudes são baixas, observam-se os maiores valores de temperatura média ao longo do ano. Os meses com temperaturas mais baixas são os meses de junho, julho e agosto, enquanto os meses mais quentes são outubro, novembro e dezembro, no Estado como um todo, sendo estes os meses com os menores índices de precipitação pluviométrica, pois é o período mais seco da região." (FRANCISCO E SANTOS, 2017, p. 25).

Figura 2.14 – Temperatura média anual (°C)

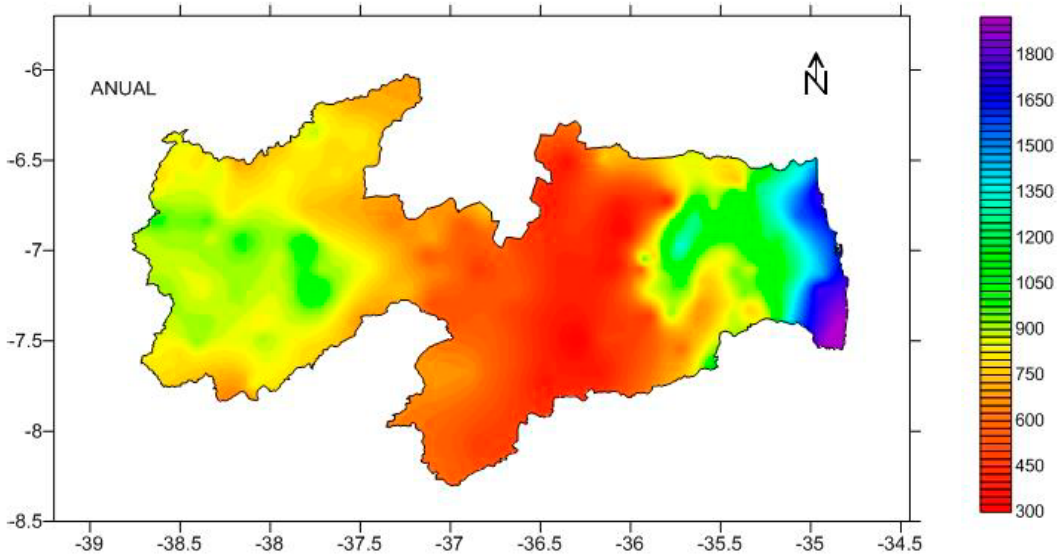


Fonte: Francisco e Santos (2017).

Em termos de pluviosidade, Francisco e Santos (2017) identifica dois regimes de chuvas que caracterizam o Estado da Paraíba: o primeiro, ocorrendo nos meses de fevereiro a maio, nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú; e o segundo, ocorrendo de abril a julho, nas regiões do Agreste, Brejo e Litoral. Os sistemas responsáveis pelas ocorrências dos regimes pluviométricos são a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as Frentes Frias, os Distúrbios de Leste ou Ondas de Leste e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN).

A **Figura 2.15** mostra que a variabilidade anual de precipitação média oscila entre 300 e 1.900 mm. Os menores índices ocorrem no oeste da região central do Estado, enquanto que os valores mais elevados estão no setor litorâneo.

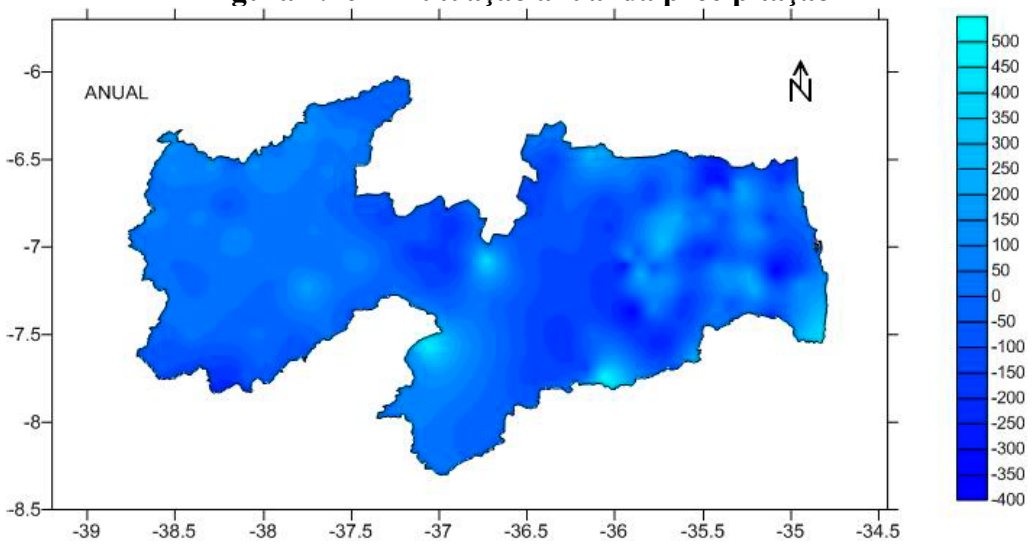
Figura 2.15 – Pluviosidade anual média (mm)



Fonte: Francisco e Santos (2017).

As flutuações da chuva, retratada na **Figura 2.16**, decorrem das características dos regimes pluviométricos do Estado da Paraíba, um território onde se distinguem três tipos climáticos: Aw (tropical quente e úmido), Bsh (semiárido quente) e AS (tropical quente e úmido).

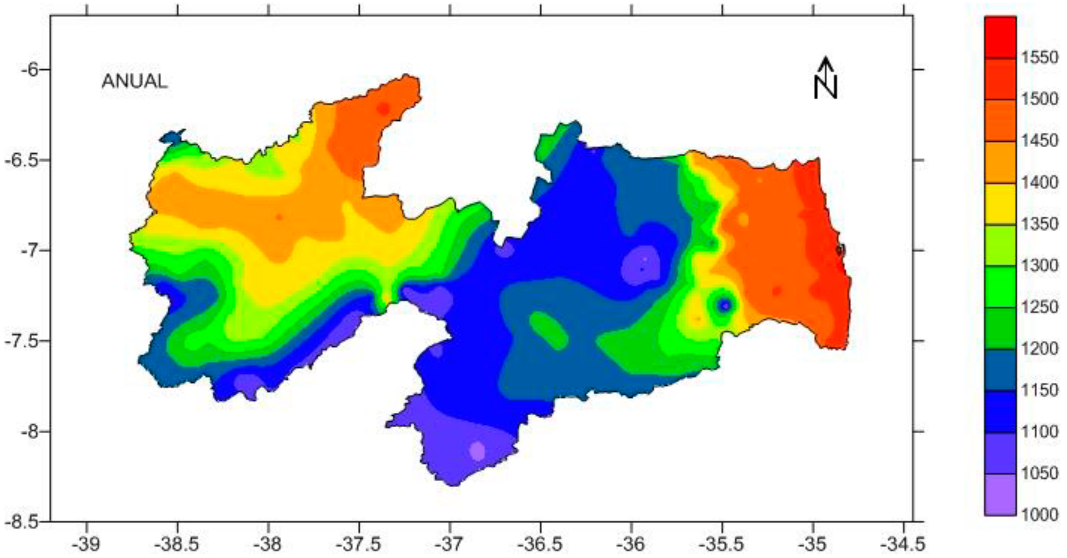
Figura 2.16 – Flutuação anual da precipitação



Fonte: Francisco e Santos (2017).

A evapotranspiração de referência média anual (**Figura 2.17**) é mais elevada no litoral, diminuindo na região do Brejo, reduzindo mais significativamente no Agreste. Os menores índices estão no Cariri/Curimataú e parte do Alto Sertão, elevando-se no Sertão, no sentido do Rio Grande do Norte.

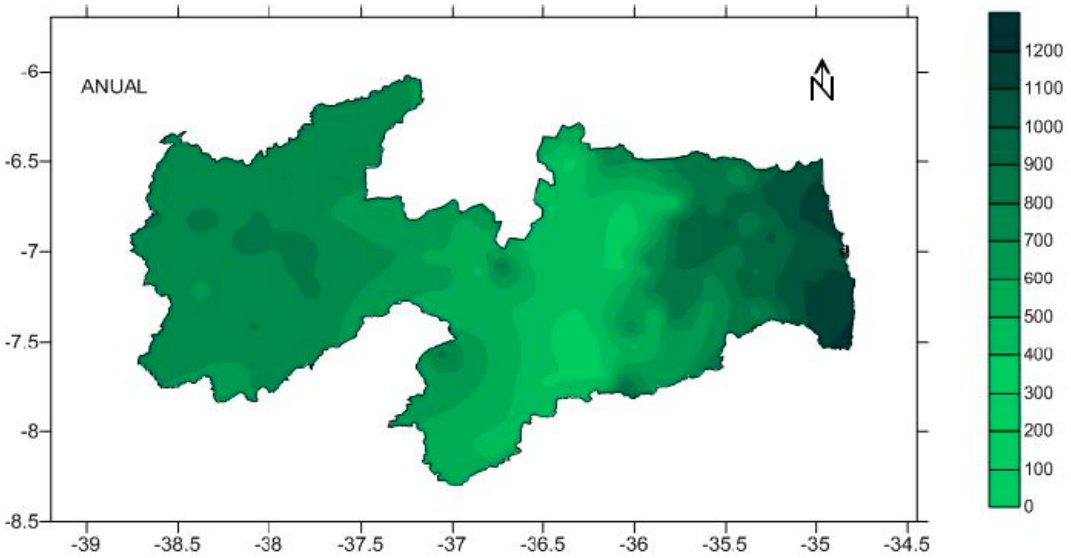
Figura 2.17 – ETP anual



Fonte: Francisco e Santos (2017).

A distribuição anual da evaporação é apresentada na **Figura 2.18**, onde os valores oscilam nas regiões do Litoral, Agreste e Brejo (900 a 1.200 mm), Sertão e Alto Sertão (500 a 900 mm), e Cariri/Curimataú (0 a 500 mm). Estas flutuações decorrem de lençóis de água, radiação solar, precipitação pluviométrica, distribuição do vento e relevo.

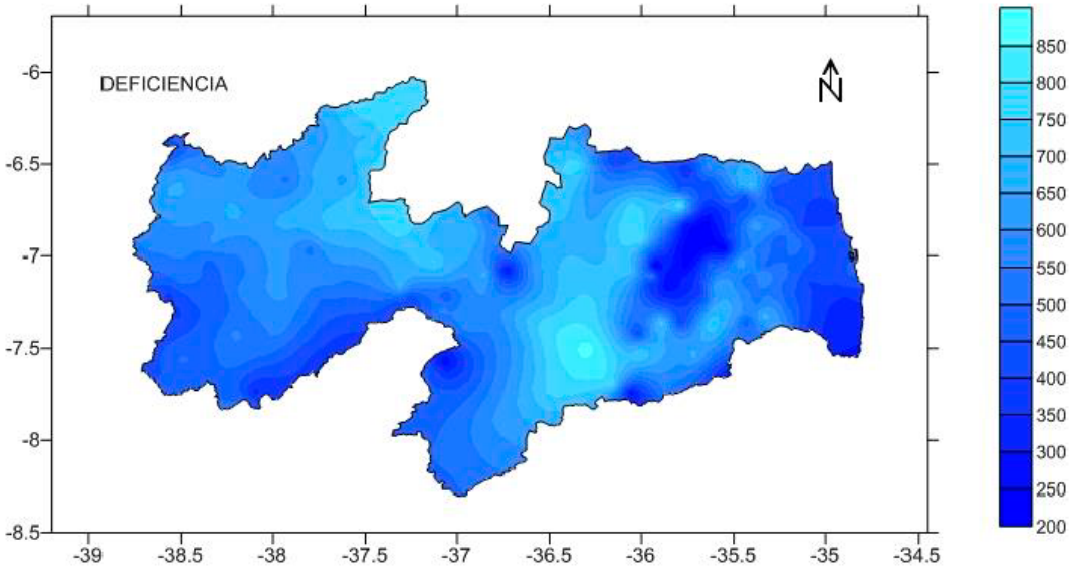
Figura 2.18 – Distribuição anual da evaporação no Estado da Paraíba



Fonte: Francisco e Santos (2017).

A **Figura 2.19** reflete a deficiência hídrica, ou seja, a capacidade de campo (CAD) de 100 mm do Estado da Paraíba. Este parâmetro é baixo no Litoral e Brejo, intermediário no Agreste e fronteira com o Estado de Pernambuco. Os valores máximos se concentram na região do Cariri/Curimataú e norte do Sertão e Alto Sertão.

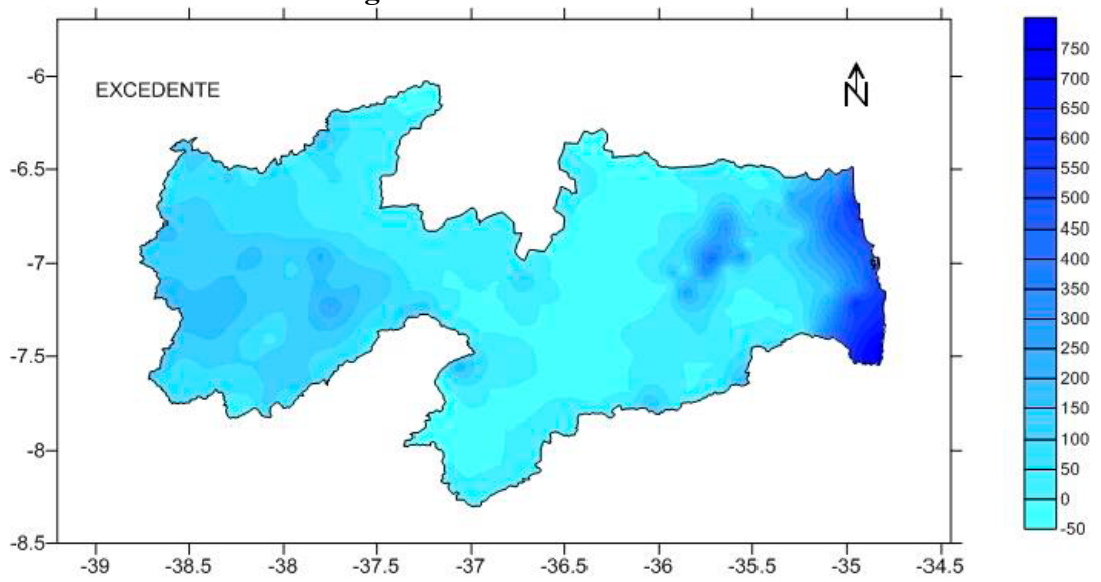
Figura 2.19 – Deficiência hídrica



Fonte: Francisco e Santos (2017).

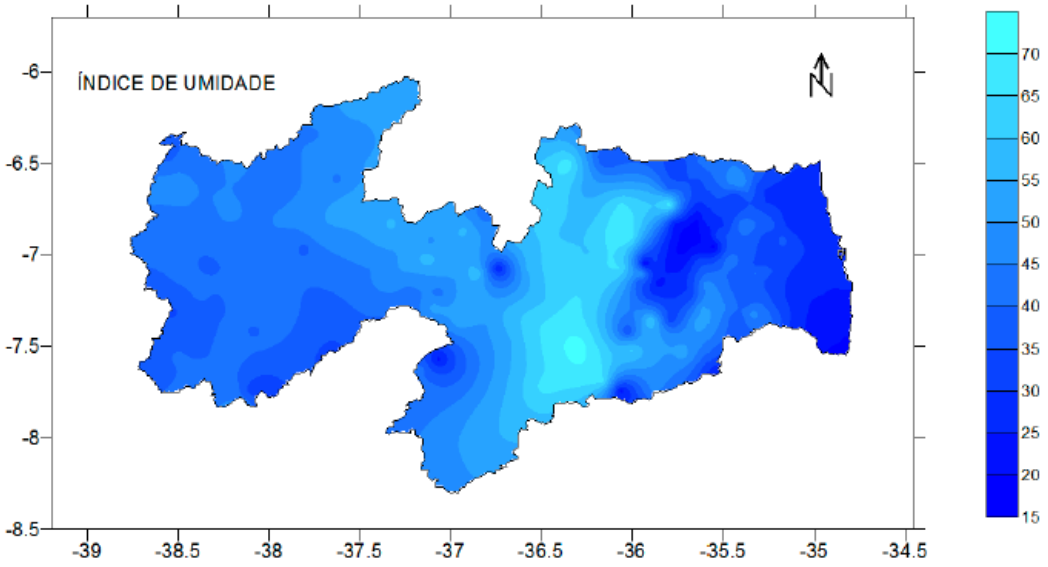
O excedente hídrico está mapeado na **Figura 2.20**, onde apenas a faixa litorânea, e pontos isolados do Brejo, apresentam maiores índices. Os menores valores são registrados na região do Sertão Central, Cariri e Curimataú. O índice de umidade (**Figura 2.21**), por sua vez, significa o excesso hídrico representado pela evapotranspiração potencial, expresso em porcentagem.

Figura 2.20 – Excedente hídrico



Fonte: Francisco e Santos (2017).

Figura 2.21 – Índice de umidade (iu)

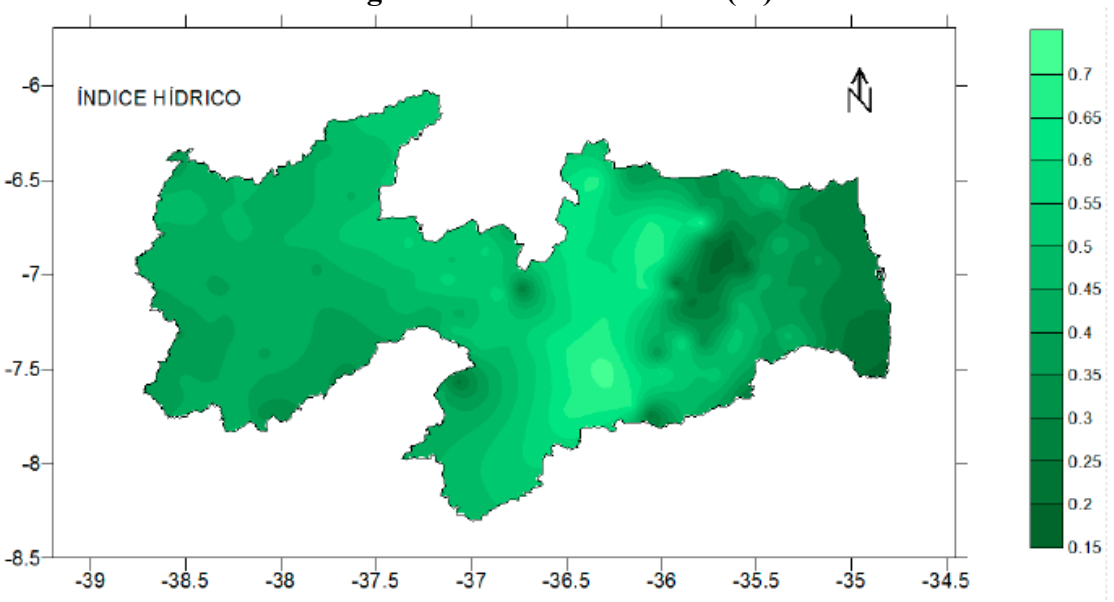


Fonte: Francisco e Santos (2017).

Na **Figura 2.22**, está apresentada a configuração do índice hídrico, que é função do índice de aridez e umidade. As maiores oscilações ocorrem no Litoral, parte do Agreste e pontos isolados do Estado, na fronteira com o Rio Grande do Norte. Este índice é moderado no Sertão e Alto Sertão e reduzidos na parte central do Estado.

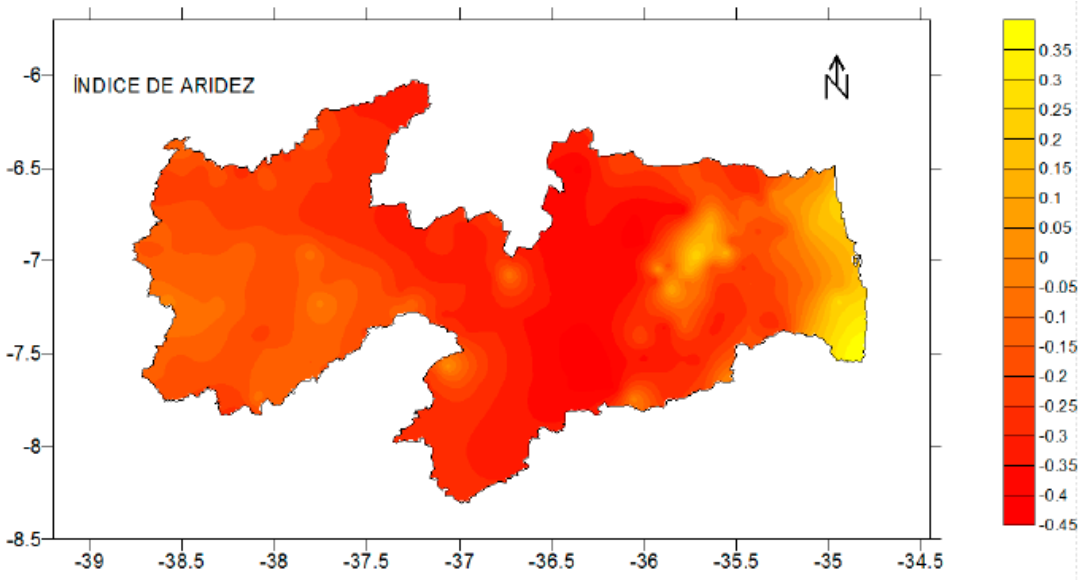
O índice de aridez que representa um decréscimo do índice de umidade (**Figura 2.23**) é relativamente baixo nas regiões do Alto Sertão e Sertão, Curimataú e Cariri. Os registros mais altos deste parâmetro estão na divisa do Rio Grande do Norte e Pernambuco.

Figura 2.22 – Índice hídrico (ih)



Fonte: Francisco e Santos (2017).

Figura 2.23 – Índice de aridez (ia)



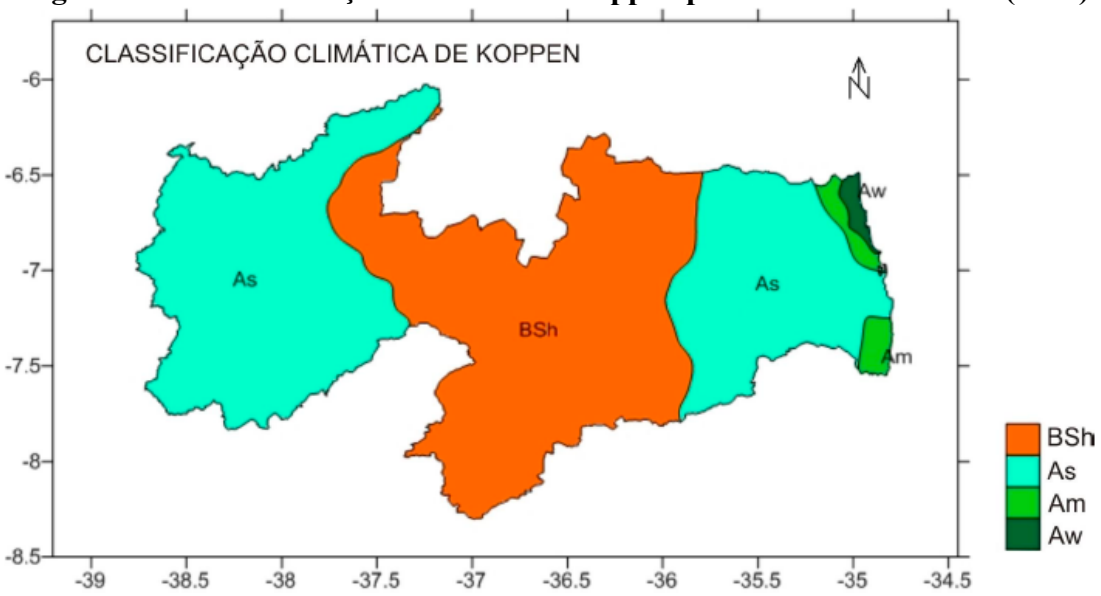
Fonte: Francisco e Santos (2017).

Classificação Climática de Köppen por Francisco e Santos (2017)

O estudo de Francisco e Santos (2017) também demonstrou uma compatibilidade com o estudo anterior da IBI para a classificação climática do Estado da Paraíba (**Figura 2.24**), como bem expressa o texto final do trabalho, na página 70:

> Alvares et al. (2014), elaborando a classificação do clima para o Brasil, afirmam que na costa do Nordeste do Brasil, com clima do tipo Am, que ocorre nos Tabuleiros Costeiros de João Pessoa, e ocorrendo até a costa de Pernambuco, onde avança um pouco mais para o interior (60 km), tendo sido encontrado resultado similar neste trabalho. Alvares et al. (2014) também afirmam que o tipo de clima As foi mapeado na faixa que define a região Agreste do Semiárido, entre o Rio Grande do Norte e a Bahia, com resultado similar encontrado neste trabalho.
>
> Ainda de acordo com Alvares et al. (2014), a Paraíba tem o clima BSh, que se estende por todo o Planalto da Borborema, onde no vale do rio Paraíba, a precipitação anual é de cerca de 400mm, considerado um dos locais mais secos do Brasil de acordo com os resultados obtidos por Guerra (1955).

Figura 2.24 – Classificação climática de Köppen por Francisco e Santos (2017)



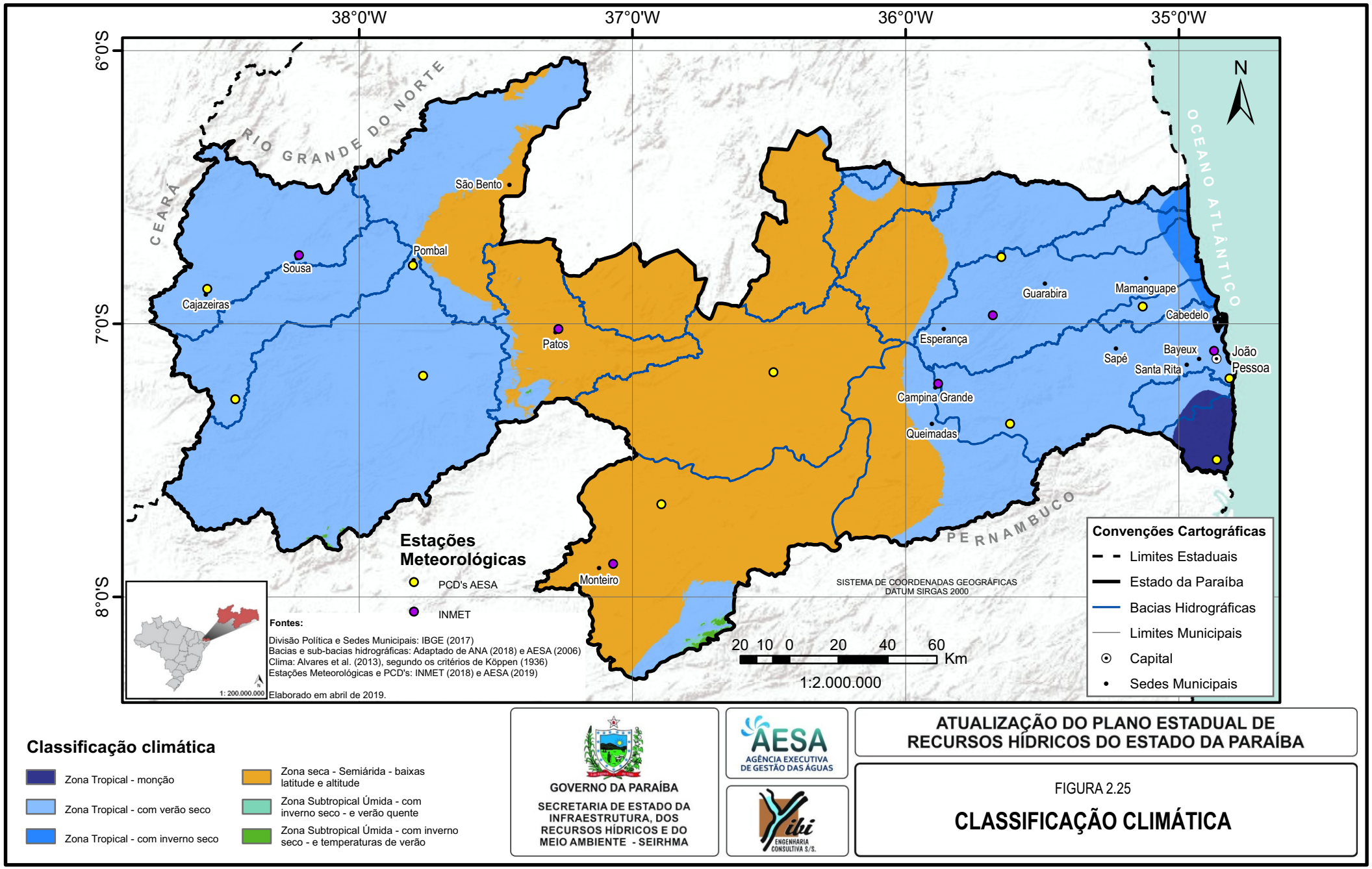
Fonte: Francisco e Santos (2017).

A classificação climática apresentada na Figura 2.5 é caracterizada conforme segue:

- Grupos climáticos:
  - A: Tropical;
  - B: Seco;
- Tipos de clima:
  - Am: quente de monção;
  - As: quente com chuva de inverno;
  - Aw: quente com chuva de verão;
  - BSh: semi-árido e quente

Classificação Climática de Köppen por Alvares et al. (2013)

Apenas para efeito de comparação está apresentado, na **Figura 2.25**, o estudo desenvolvido pelos autores no recorte do Estado da 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 DO ESTADO DA PARAÍBA

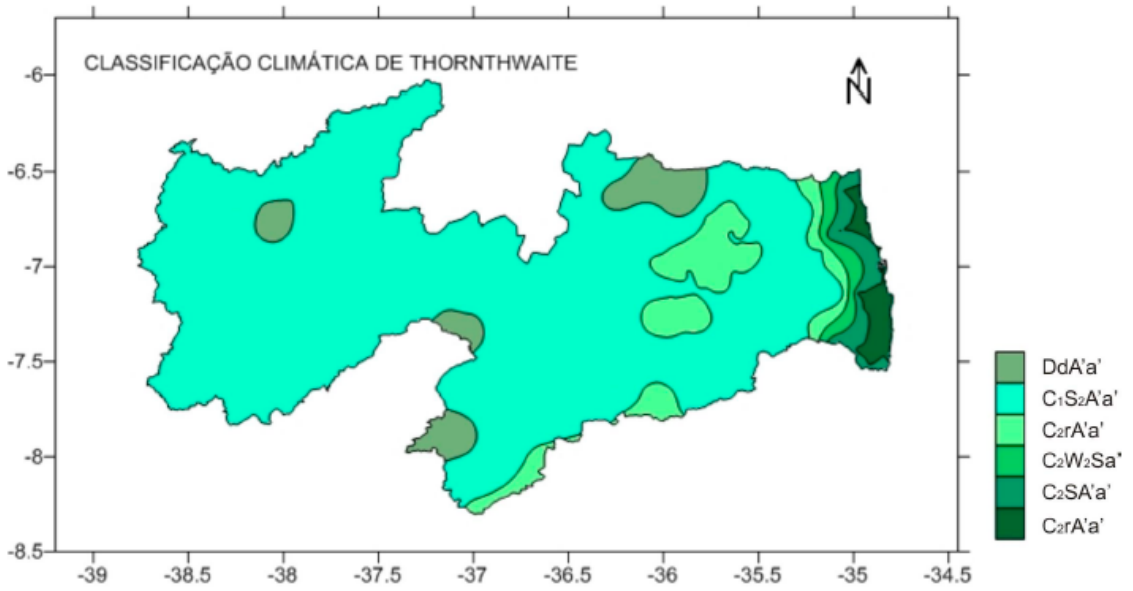
FIGURA 2.25

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

Classificação Climática de Thornthwaite

Francisco e Santos (2017) fizeram a classificação climática de Thornthwaite (**Figura 2.26**), produto inédito para o Estado da Paraíba. Os autores alegaram ser uma classificação muito mais sensível aos dados de pluviometria e temperatura e ao relevo das localidades, por resultar na identificação de mais tipos climáticos.

Figura 2.26 – Classificação climática de Thornthwaite normal



Fonte: Francisco e Santos (2017).

2.1.4 Evaporação dos Espelhos dos Açudes Estratégicos

Procedeu-se a uma combinação da evaporação anual com os elementos dos açudes: volume, bacia hidráulica e profundidade média nas diversas bacias. De forma específica, a lâmina anual de evaporação nos açudes incidente sobre o espelho d'água desses reservatórios foi comparada com a sua profundidade média para obtenção do índice de perdas por evaporação, revelando, nesse caso, uma medida da eficiência do açude.

Os dados de lâmina anual de evaporação, junto com os dados de capacidade e bacia hidráulica, foram coletados da ANA (2017) e da AESA (2018).

A perda por evaporação da água reservada nos açudes utilizou como base de cálculo o parâmetro evaporação da estação climatológica estrategicamente localizada no entorno ou área de influência das bacias correspondentes, conforme descrição abaixo:

- Estação de São Gonçalo: bacias do Piancó, Piranhas e Peixe;
- Estação de Patos: bacias do Espinharas, Seridó e Taperoá;
- Estação de Monteiro: bacia do Alto Paraíba;
- Estação de Campina Grande: bacias do Médio Paraíba, Curimataú, Jacu e Trairi;
- Estação de Areia: bacia do Mamanguape;

– Estação de João Pessoa: bacias do Guaju, Camaratuba, Miriri, Baixo Paraíba, Gramame e Abiaí.

Conhecendo-se o valor da capacidade do açude e da área da bacia hidráulica, é possível determinar a respectiva profundidade média, sendo este o resultado da divisão entre esses dois valores:

$$\text{Profundidade média (m)} = \frac{\text{Capacidade } (m^3)}{\text{Área da Bacia Hidráulica } (m^2)}$$

Dessa forma, por meio do valor obtido de profundidade média com a soma da lâmina de evaporação mensal, encontra-se uma estimativa da perda de água devido à evaporação. (**Tabela 2.12**).

2.1.5 Plataformas de Coletas de Dados do Estado da Paraíba – PCDs

2.1.5.1 Introdução

Conforme informado pela AESA, o Estado da Paraíba possui 11 Plataformas de Coletas de Dados (PCDs), dispostas por todo o território, como pode ser observado na **Figura 2.27**.

Essas PCDs foram instaladas a partir de 2013, com exceção da PCD de Capim, instalada em 2018. Um total de 40 variáveis são monitoradas e/ou registradas em datalogger, entre variáveis hidroclimatológicas e informações sobre o momento de ocorrência destas, além da evapotranspiração potencial. As variáveis monitoradas, calculadas e armazenadas nos dataloggers são:

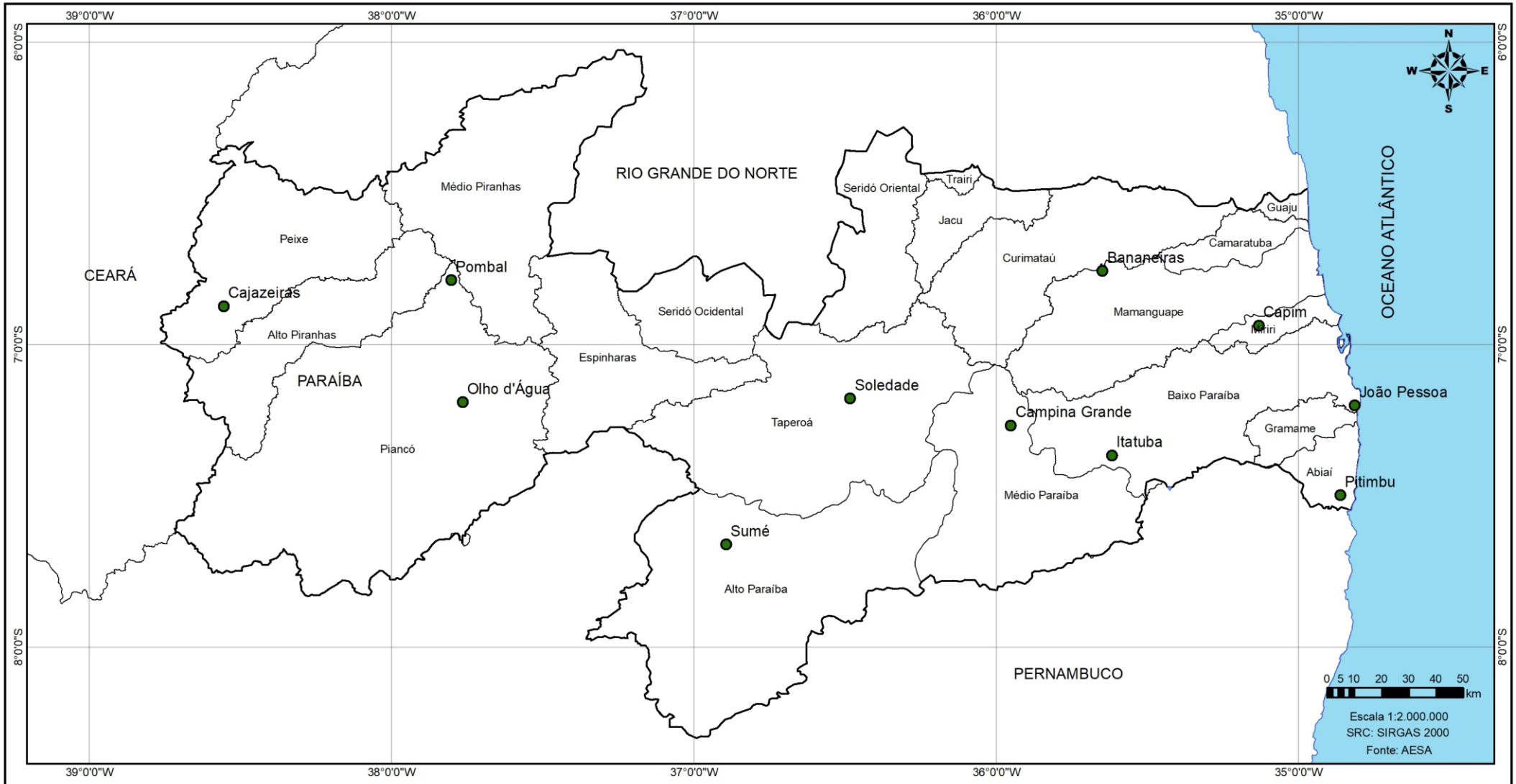
1. Data e hora;
2. Número do registro;
3. Voltagem da bateria;
4. Temperatura média do ar (°C);
5. Temperatura máxima do ar (°C);
6. Dia e hora da temperatura máxima;
7. Temperatura mínima do ar (°C);
8. Dia e hora da temperatura mínima;
9. Umidade relativa média (%);
10. Umidade relativa máxima (%);
11. Dia e hora da umidade relativa máxima;
12. Umidade relativa mínima (%);
13. Dia e hora da umidade relativa mínima;
14. Velocidade do vento (m.s-1);
15. Direção do vento D1;
16. Direção do vento SD1;
17. Velocidade máxima do vento (m.s-1);
18. Dia e hora da velocidade máxima do vento (m.s-1);
19. Direção do vento SMM;
20. Velocidade mínima do vento (m.s-1);
21. Dia e hora da velocidade mínima do vento
22. Radiação solar total (M.J.m-2);
23. Temperatura média do solo a 10 cm (°C);
24. Temperatura máxima do solo a 10 cm (°C);

Tabela 2.12 – Eficiência dos açudes em função da evaporação do espelho d'água do Estado da Paraíba.

Açudes	Bacia Hidrográfica	Profundidade Média do Açude (mm)	EVAPORAÇÃO (mm)												Lâmina Anual de Evaporação (mm)	Volume Anual Evaporado (m^3)	Índice por Perda de Evaporação (%)
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ			
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	Região do Médio Curso do Rio Paraíba	14.600,60	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	26.392.751,33	10,56%
Albino	Piancó	6.797,10	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	643.107,60	38,09%
Algodão	Curimatau	2.501,95	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	631.742,79	61,61%
Araçagi	Mamanguape	7.111,13	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	15.883.830,00	25,10%
Arrojado	Peixe	5.225,49	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	1.781.749,80	49,55%
Baião	Região do Médio Curso do Rio Piranhas	5.429,76	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	18.705.525,00	47,68%
Bartolomeu I	Região do Alto Curso do Rio Piranhas	6.012,26	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	7.566.238,58	43,06%
Bastiana	Espinharas	4.969,42	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	880.088,94	69,21%
Bichinho	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	3.913,90	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	2.792.611,25	61,05%
Bom Jesus	Região do Alto Curso do Rio Piranhas	2.763,67	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	322.071,60	93,68%
Bom Jesus II	Piancó	9.984,36	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	3.795.313,48	25,93%
Boqueirão do Cais	Jacu	6.321,46	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	3.015.594,96	24,38%
Brejinho	Mamanguape	1.956,90	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	181.682,46	91,20%
Bruscas	Piancó	12.475,11	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	7.929.110,24	20,75%
Cachoeira da Vaca	Peixe	2.371,72	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	370.227,00	109,16%
Cachoeira dos Alves	Piancó	5.081,66	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	5.406.184,10	50,95%
Cachoeira dos Cegos	Piancó	6.168,82	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	30.170.370,40	41,97%
Cafundó	Piancó	4.670,64	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	173.877,24	55,43%
Camalaú	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	5.882,40	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	18.862.688,21	40,62%
Camará	Mamanguape	16.292,23	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	2.911.830,85	10,95%
Campos	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	3.305,35	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	4.767.008,31	72,29%
Canafístula II	Mamanguape	11.200,18	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	653.735,61	15,93%
Capivara	Peixe	9.644,78	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	10.079.701,92	26,84%
Capoeira	Espinharas	8.393,11	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	21.903.836,64	40,98%
Caraibeiras	Seridó	5.731,70	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	1.625.782,86	60,01%
Carneiro	Região do Médio Curso do Rio Piranhas	4.522,88	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	17.908.760,25	57,24%
Catolé I	Piancó	7.716,36	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	3.522.971,39	33,55%
Chã dos Pereiras	Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	6.195,97	154,7	136,70	132,4	107,20	104,4	93,30	109	131,80	143,9	169,10	161,8	160,80	1.605,10	457.517,70	25,91%
Chupadouro I	Peixe	3.392,37	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.109.517,20	76,32%
Chupadouro II	Mamanguape	5.332,94	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	212.379,30	33,47%
Cochos	Piancó	4.503,27	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.414.493,63	57,49%
Condado	Piancó	11.287,31	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	8.032.631,40	22,94%
Cordeiro	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	6.225,19	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	26.854.872,80	38,38%
Curema	Piancó	13.220,91	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	154.839.785,65	19,58%
Covão	Mamanguape	4.006,32	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	299.472,66	44,55%
Curimataú	Curimatau	3.803,91	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	2.426.934,30	40,52%
Duas Estradas	Camaratuba	5.132,70	154,7	136,70	132,4	107,20	104,4	93,30	109	131,80	143,9	169,10	161,8	160,80	1.605,10	128.215,39	31,27%
Emas	Piancó	2.069,36	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.519.420,63	125,11%
Emídio	Mamanguape	3.807,42	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	194.889,24	46,87%
Engenheiro Arcoverde	Região do Médio Curso do Rio Piranhas	6.115,99	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	12.950.695,80	42,33%
Engenheiro Avidos	Região do Alto Curso do Rio Piranhas	9.144,73	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	72.194.034,58	28,31%
Epitácio Pessoa	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	10.390,00	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	94.675.963,20	23,00%
Escondido	Região do Médio Curso do Rio Piranhas	3.152,92	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	13.405.842,00	82,11%
Farinha	Espinharas	3.507,80	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	25.237.331,25	98,05%
Felismina Queiroz	Seridó	3.936,63	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	1.799.855,96	87,37%

Açudes	Bacia Hidrográfica	Profundidade Média do Açude (mm)	EVAPORAÇÃO (mm)												Lâmina Anual de Evaporação (mm)	Volume Anual Evaporado (m³)	Índice por Perda de Evaporação (%)
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ			
Frutuoso II	Piancó	5.498,06	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	1.656.235,08	47,09%
Gamela	Peixe	3.939,41	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	310.809,45	65,72%
Gavião	Região do Médio Curso do Rio Paraíba	8.522,32	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	262.407,94	18,09%
Glória	Piancó	5.125,21	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	681.942,60	50,52%
Gramame/Mamuaba	Gramame	6.656,97	154,7	136,70	132,4	107,20	104,4	93,30	109	131,80	143,9	169,10	161,8	160,80	1.605,10	13.728.404,25	24,11%
Gurjão	Tapero á	1.847,06	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	3.592.557,75	186,21%
Jandaia	Curimatau	12.962,96	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	1.192.916,69	11,89%
Jangada	Mamanguape	6.482,76	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	129.390,75	27,53%
Jatobá I	Espinharas	4.247,85	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	14.182.778,25	80,97%
Jatobá II	Piancó	5.485,54	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	3.061.751,40	47,20%
Jenipapeiro	Região do Alto Curso do Rio Piranhas	3.103,32	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.297.090,25	83,43%
Jenipapeiro (Buiú)	Piancó	10.106,11	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	17.932.708,50	25,62%
Jeremias	Taperoá	4.079,72	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	3.927.393,08	84,31%
José Rodrigues	Região do Médio Curso do Rio Paraíba	5.376,95	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	6.401.970,61	28,67%
Lagoa do Arroz	Peixe	6.530,51	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	31.803.276,00	39,64%
Lagoa do Matias	Mamanguape	4.534,39	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	488.008,37	39,36%
Lagoa do Meio	Taperoá	3.269,98	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	6.992.503,50	105,18%
Livramento (Russos)	Taperoá	3.363,51	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	2.487.377,61	102,26%
Mãe dÁgua	Piancó	10.593,58	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	138.815.337,27	24,44%
Marés	Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	5.418,22	154,7	136,70	132,4	107,20	104,4	93,30	109	131,80	143,9	169,10	161,8	160,80	1.605,10	632.959,95	29,62%
Milhã (Evaldo Gonçalves)	Região do Médio Curso do Rio Paraíba	3.104,03	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	288.150,86	49,66%
Mucutu	Tapero á	4.906,56	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	17.784.364,69	70,10%
Namorado	Tapero á	4.354,31	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	1.673.798,28	78,99%
Novo II	Piancó	3.362,29	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	543.690,00	77,00%
Olivedos	Tapero á	2.974,54	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	6.793.476,83	115,63%
Ouro Velho	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	2.887,32	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	1.386.807,76	82,75%
Paraíso (Luiz Oliveira)	Peixe	2.008,50	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.160.142,51	128,90%
Pilões	Peixe	2.689,28	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	12.515.226,00	96,27%
Pimenta	Piancó	2.712,83	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	244.070,21	95,44%
Piranhas	Piancó	10.971,90	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	6.063.438,00	23,60%
Pirpirituba	Mamanguape	6.507,93	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	1.279.629,90	27,42%
Pitombeira	Mamanguape	11.070,49	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	476.514,90	16,12%
Poço Redondo	Piancó	5.108,06	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	4.526.814,72	50,68%
Poções	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	3.856,03	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	18.503.812,28	61,97%
Poleiros	Curimatau	6.560,03	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	1.864.169,16	23,50%
Prata II	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	2.656,15	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	1.177.032,78	89,96%
Queimadas	Piancó	6.484,88	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	6.238.205,86	39,92%
Riacho das Moças	Espinharas	37.729,50	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	584.659,97	9,12%
Riacho de Santo Antônio	Região do Médio Curso do Rio Paraíba	4.966,57	152,9	140,70	129,6	104,50	89,9	73,50	80,2	100,60	135,8	174,50	181,2	178,00	1.541,40	2.120.966,40	31,04%
Riacho dos Cavalos	Região do Médio Curso do Rio Piranhas	4.051,97	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	11.308.752,00	63,89%
Sabonete	Espinharas	3.590,55	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	1.870.400,10	95,79%
Saco	Piancó	15.214,09	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	16.589.664,75	17,02%
Santa Inês	Piancó	10.083,11	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	6.705.510,00	25,68%
Santa Luzia	Seridó	4.677,00	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	8.795.661,38	73,54%
Santa Rosa	Região do Médio Curso do Rio Piranhas	3.057,52	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.408.184,24	84,68%
Santo Antônio	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	4.392,94	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	13.284.729,48	54,39%

Açudes	Bacia Hidrográfica	Profundidade Média do Açude (mm)	EVAPORAÇÃO (mm)												Lâmina Anual de Evaporação (mm)	Volume Anual Evaporado (m^3)	Índice por Perda de Evaporação (%)
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ			
São Domingos	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	9.256,08	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	1.894.889,78	25,81%
São Francisco II	Espinharas	4.597,09	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	3.681.640,80	74,82%
São Gonçalo	Região do Alto Curso do Rio Piranhas	6.371,43	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	18.123.000,00	40,63%
São José I	Região do Alto Curso do Rio Piranhas	3.666,12	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.154.695,25	70,62%
São José II	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	2.564,21	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	1.222.130,31	93,18%
São José IV	Seridó	4.404,61	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	432.689,10	78,09%
São Mamede	Seridó	3.739,53	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	14.524.320,60	91,98%
São Paulo	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	3.900,14	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	5.180.219,20	61,26%
São Salvador	Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	6.478,41	154,7	136,70	132,4	107,20	104,4	93,30	109	131,80	143,9	169,10	161,8	160,80	1.605,10	3.136.044,38	24,78%
São Sebastião	Mamanguape	4.758,87	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	169.914,92	37,50%
Saulo Maia	Mamanguape	9.913,89	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	1.770.249,28	18,00%
Serra Branca I	Taperoá	3.443,08	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	2.114.862,56	99,90%
Serra Branca II	Taperoá	5.731,08	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	8.427.634,88	60,01%
Serra Vermelha I	Piancó	12.426,51	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.458.713,75	20,83%
Serrote	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	3.351,34	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	4.070.342,90	71,30%
Sindô Ribeiro	Mamanguape	5.906,97	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	913.266,68	30,21%
Soledade	Taperoá	5.013.544,56	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	18.562.981,50	0,07%
Sumé	Região do Alto Curso do Rio Paraíba	5.266,82	218,4	190,00	171,7	153,90	144,5	134,30	158,5	198,30	213,3	264,40	268,3	273,80	2.389,40	20.353.506,55	45,37%
Suspiro	Camaratuba	5.819,10	154,7	136,70	132,4	107,20	104,4	93,30	109	131,80	143,9	169,10	161,8	160,80	1.605,10	76.129,89	27,58%
Tapera	Região do Médio Curso do Rio Piranhas	3.794,26	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	18.026.689,20	68,23%
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	Taperoá	3.249,44	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	16.034.949,00	105,85%
Tauá	Mamanguape	9.397,13	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	1.626.377,48	18,99%
Tavares II	Piancó	12.201,05	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	1.909.754,00	21,22%
Timbaúba	Piancó	7.345,14	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	5.441.754,38	35,25%
Vaca Brava	Mamanguape	9.550,17	155,4	122,80	117,4	171,30	187,7	62,40	67,3	85,80	225,7	162,90	266,3	159,70	1.784,70	644.722,88	18,69%
Várzea	Seridó	1.451,97	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	2.683.841,85	236,89%
Várzea Grande	Seridó	6.287,86	282,4	223,90	186,1	161,90	197,3	240,30	279,2	333,50	383,2	408,50	385,8	357,40	3.439,50	11.778.495,52	54,70%
Vazante	Piancó	6.796,65	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	3.463.046,40	38,09%
Video	Piancó	5.567,06	218,9	179,60	172,5	165,30	167	172,40	196,8	243,30	273	278,90	273,2	248,10	2.589,00	2.809.065,00	46,51%



Legenda

- PCDs AESA
- 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 2.27

LOCALIZAÇÃO DAS PLATAFORMAS DE COLETA DE DADOS NO ESTADO DA PARAÍBA

25. Dia e hora da temperatura máxima do solo a 10 cm (°C);
26. Temperatura mínima do solo a 10 cm (°C);
27. Dia e hora da temperatura mínima do solo a 10 cm (°C);
28. Temperatura média do solo a 20 cm (°C);
29. Temperatura máxima do solo a 20 cm (°C);
30. Dia e hora da temperatura máxima do solo a 20 cm (°C);
31. Temperatura mínima do solo a 20 cm (°C);
32. Dia e hora da temperatura mínima do solo a 20 cm (°C);
33. Temperatura média do solo a 40 cm (°C);
34. Temperatura máxima do solo a 40 cm (°C);
35. Dia e hora da temperatura máxima do solo a 40 cm (°C);
36. Temperatura mínima do solo a 40 cm (°C);
37. Dia e hora da temperatura mínima do solo a 40 cm (°C);
38. Pressão atmosférica (mbar)
39. Evapotranspiração potencial (mm);
40. Precipitação diária (mm);

2.1.5.2 Análise dos dados das PCDs

Na fase de diagnóstico os dados brutos das PCDs enviados pela Gerência de Monitoramento e Hidrometria da AESA, foram analisados, a fim de se verificar a possibilidade de uso desses dados para a determinação da evapotranspiração, bem como para o estudo sobre a precipitação. Assim, procedeu-se inicialmente a uma análise simples, visando à verificaçãoda quantidade de dados diários válidos por mês e ano. Para tanto, considerou-se o período completo dessas observações, entre 2013 e 2018, sabendo que a instalação não foi realizada em 1º de janeiro de 2013. Na **Tabela 2.13,** apresenta-se a porcentagem do número de dias com dados de cada ano e de cada PCD.

Tabela 2.13 - Porcentagem do número de dias com dados nas PCDs.

PCD's	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bananeiras	67,1	100,0	99,7	100,0	30,1	0,0
Campina Grande	74,5	97,3	35,1	72,4	30,1	49,3
Itatuba	45,5	100,0	70,4	100,0	30,1	12,6
Cajazeiras	62,7	88,5	100,0	97,0	30,1	0,0
João Pessoa	75,1	100,0	98,4	80,1	22,7	45,2
Olho d'Água	61,1	55,6	0,0	9,3	0,0	0,0
Pitimbu	11,0	77,0	99,7	45,6	0,0	24,7
Sumé	55,3	94,2	81,1	82,2	28,8	28,8
Capim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,7
Soledade	3,6	3,6	0,0	0,0	0,0	18,6
Pombal	62,7	52,6	0,0	0,0	0,0	21,4

A tabela acima permite a visualização dos seguintes temos:

- As PCDs de Olho d'Água, Capim, Soledade e Pombal não funcionaram um só ano completo;
- As PCDs de Campina Grande e Pitimbu funcionaram apenas 1 ano completo, considerando o ano completo, quando havia medições em pelo menos 292 dias, o equivalente a 80% dos dias do ano;
- A PCD de Itatuba funcionou por 2 anos completos;

- As PCDs de Bananeiras, Cajazeiras, João Pessoa e Sumé possuem os períodos mais longos de dados diários válidos, neste caso, 3 anos completos;
- Nos anos de 2014, 2015 e 2016, grande parte das PCDs funcionaram concomitantemente, mesmo havendo falha em parte dos dados das PCDs.

Em comparação com os dados climatológicos das estações do INMET, os dados registrados pelas PCDs, ainda que com curto e incompleto período de monitoramento, possuem valores bastante similares. Para essa análise, foi considerada a localização da PCD e a área de influência de cada estação do INMET, observando-se que as médias anuais das variáveis (temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima, velocidade e direção do vento) e o período de seca são semelhantes nas duas fontes.

Mesmo com essa constatação de semelhança, os dados registrados pelas PCDs não podem ser utilizados no estudo de climatologia, devido à grande ocorrência de falhas e ao curto e incompleto período de registros.

2.1.5.3 Evapotranspiração das PCDs

Para os anos com dados considerados completos, foi analisada apenas a variável evapotranspiração potencial, a fim de qualificar agora os dados obtidos em campo. Essa variável foi selecionada, pois é derivada das variáveis monitoradas. Assim, se a evapotranspiração potencial apresentar problemas, significa que alguma das variáveis básicas tem problema. Apresenta-se, então, esta análise para as PCDs de Bananeiras (2014-2016), Campina Grande (2014), Itatuba (2014 e 2016), Cajazeiras (2014-2016), João Pessoa (2014-2016), Pitimbu (2015) e Sumé (2014-2016) na **Tabela 2.14** seguinte e nas **Figuras 2.28 a 2.34**.

Tabela 2.14 – Dados de evapotranspiração potencial advindos das PCDs – Valores em mm/mês.

PCDs	Ano	Jan.	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Bananeiras	2014	188,9	166,4	196,2	196,1	161	122,4	132,7	142,1	146,9	164,3	189,4	189,5	1.995,80
	2015	199,2	171,1	177,6	195,5	183,3	137,5	120,3	151,1	168,5	200	218,4	194,9	2.117,40
	2016	158,3	168,9	179,6	142,5	146,7	172,3	191,9	198,2	184,1	202	194	173,7	2.112,30
Campina Grande	2014[1]	42	54,7	93,7	68,4	66,4	54,5	92,7	76,8	92,4	90,8	70,7	81,6	884,7
Itatuba	2014	227,3	167,8	198,2	198,5	177,4	147,3	163,7	165,2	180,6	200	211,1	222,7	2.259,80
	2016	198,9	209,9	208,8	171,2	170,4	172,9	165,1	192	199,5	225,4	229,5	222,9	2.366,40
Cajazeiras	2014[2]	273,3	236,5	247,4	213,1	181,9	175,2	194,5	234,5	238	259,1	165,4	0	2.418,80
	2015	268	227,6	242,7	213,1	222	180,6	194,9	233,6	258,3	289,9	288,8	276	2.895,50
	2016	206,9	228,4	256,3	215,8	217,5	205,9	178,1	220,6	253,3	290,5	278,8	254,7	2.806,80
João Pessoa	2014	253,4	218,3	263,2	247,8	207,5	178,6	197,9	218,3	217,8	240,7	258,9	254	2.756,50
	2015	258,3	231	228,4	250	222,6	169,8	142,9	206	231,1	245,9	250,7	225,1	2.661,70
	2016[2]	212,3	211	239,1	197,7	184,5	183,1	183,7	218,2	227,9	247,3	7,4	0	2.112,20
Pitimbu	2015[1]	13	2,1	1,9	1,7	2,4	1,3	1,8	2,6	2,1	3,1	2,9	4,7	39,7
Sumé	2014[3]	101,2	90,4	110,1	103,9	111,6	67,4	69,4	135,5	121	162,9	190,4	107,8	1371,7
	2015[3]	107,6	135,3	124,1	132,6	121,5	104,3	108,4	75,8	155,7	49,6	0	171,4	1286,2
	2016[3]	101,6	116,4	162,4	117,1	113,6	125,5	93,5	108	80,4	70,8	0	124,3	1213,7

[1] PCD apresenta problemas nos dados diários, de forma que os valores de evapotranspiração, tanto mensal como anual, têm problemas.

[2] PCD apresenta problemas nos dados diários, nos meses de novembro e dezembro, de forma que, tanto estes dois meses como o valor anual têm problemas.

[3] PCD apresenta problemas nos dados diários de diversos meses, de forma que tanto alguns meses como o valor anual têm problemas.

Figura 2.28 - PCD Bananeiras – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial.

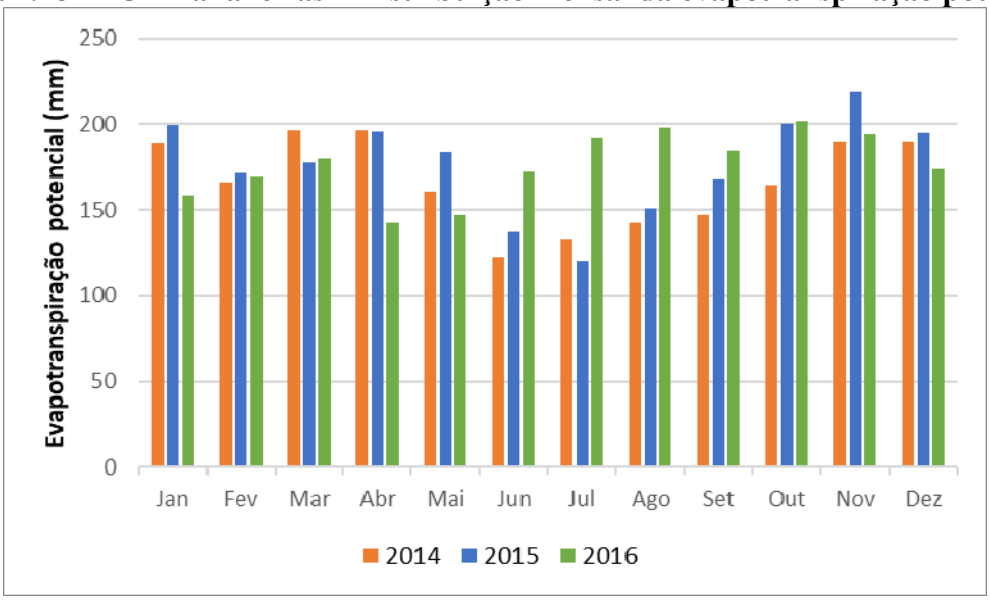


Figura 2.29 – PCD Campina Grande – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial.

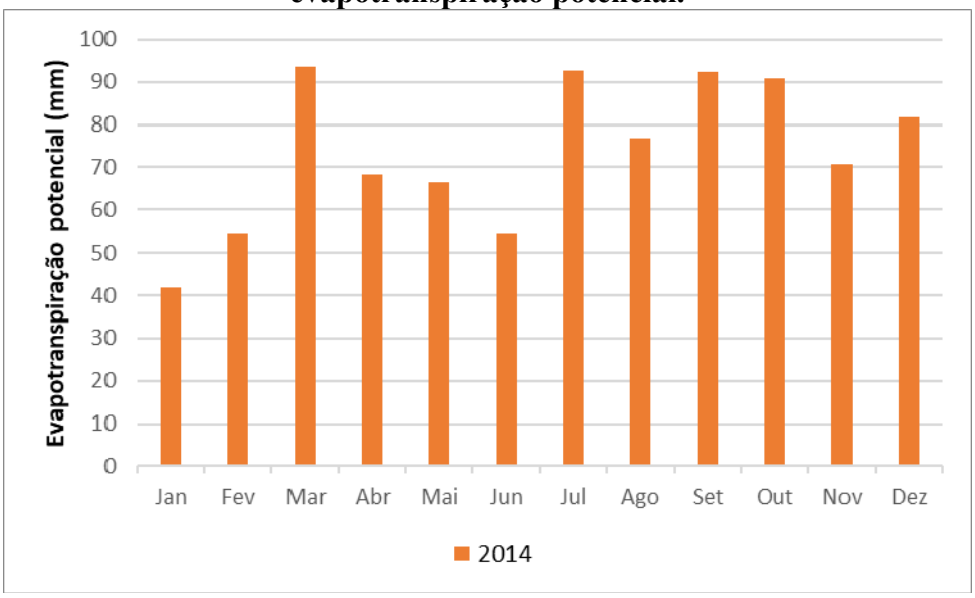


Figura 2.30 – PCD Itatuba – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial.

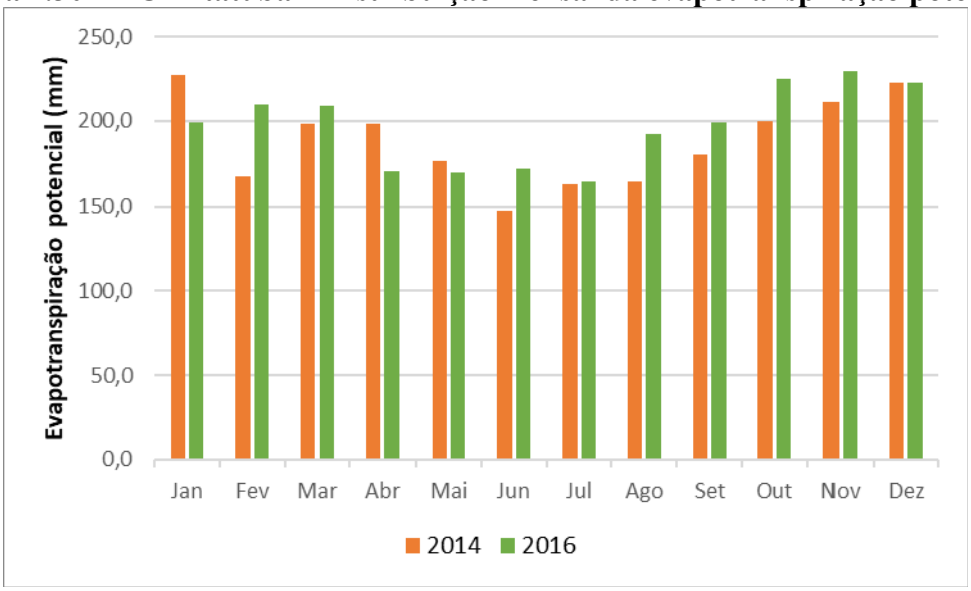


Figura 2.31 – PCD Cajazeiras – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial.

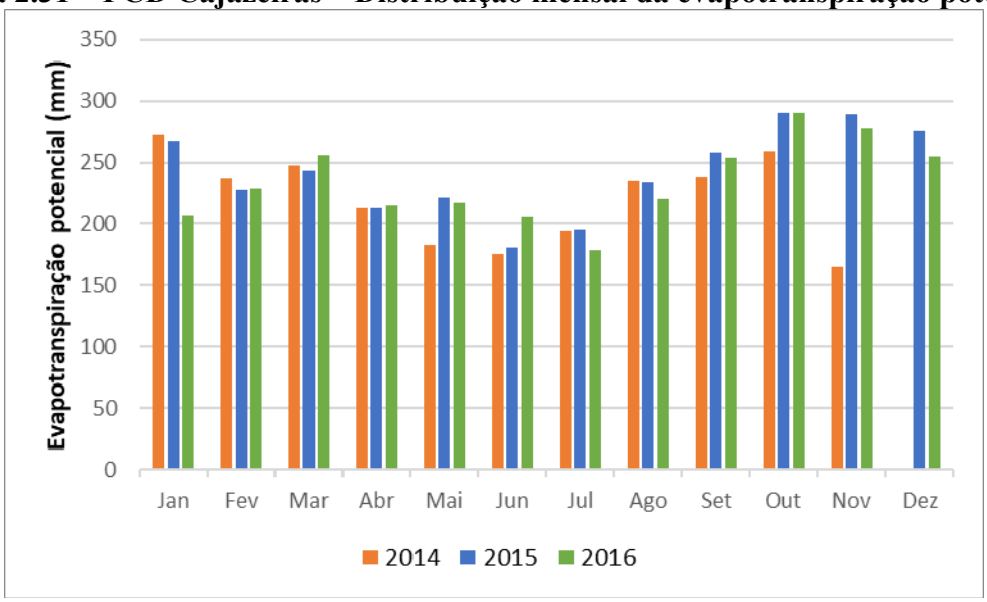


Figura 2.32 – PCD João Pessoa – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial.

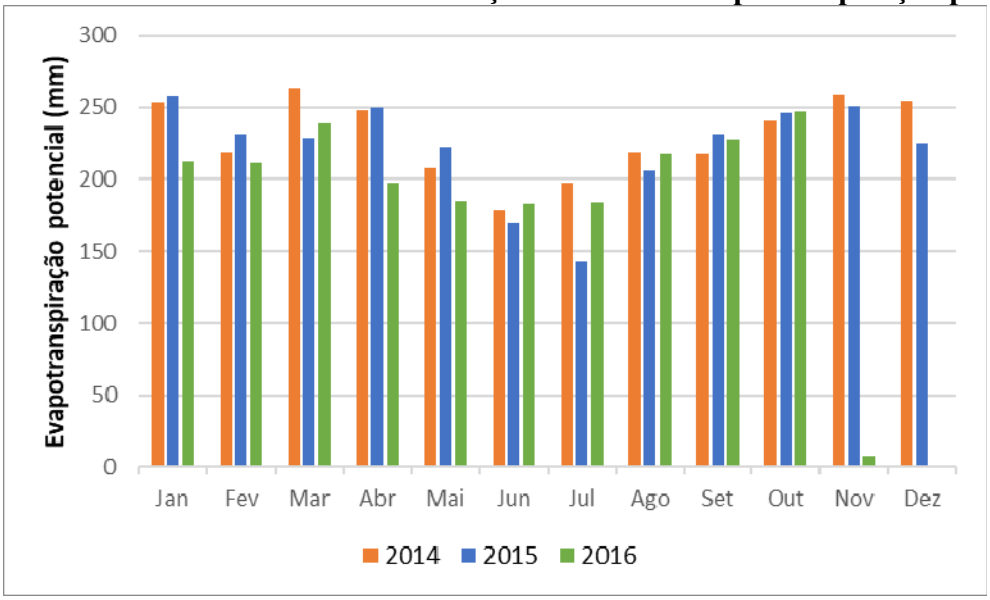


Figura 2.33 – PCD Pitimbu – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial.

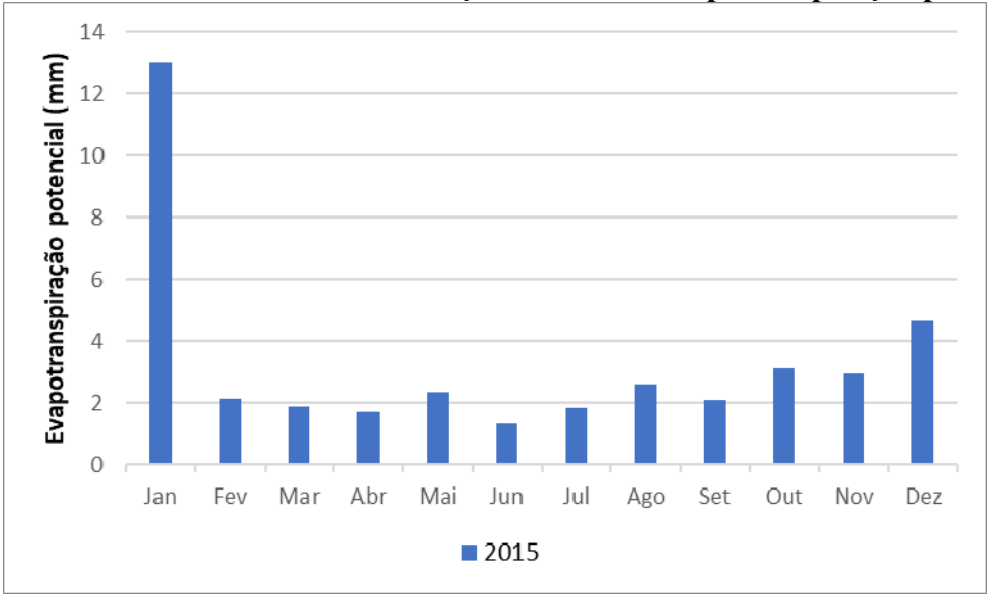
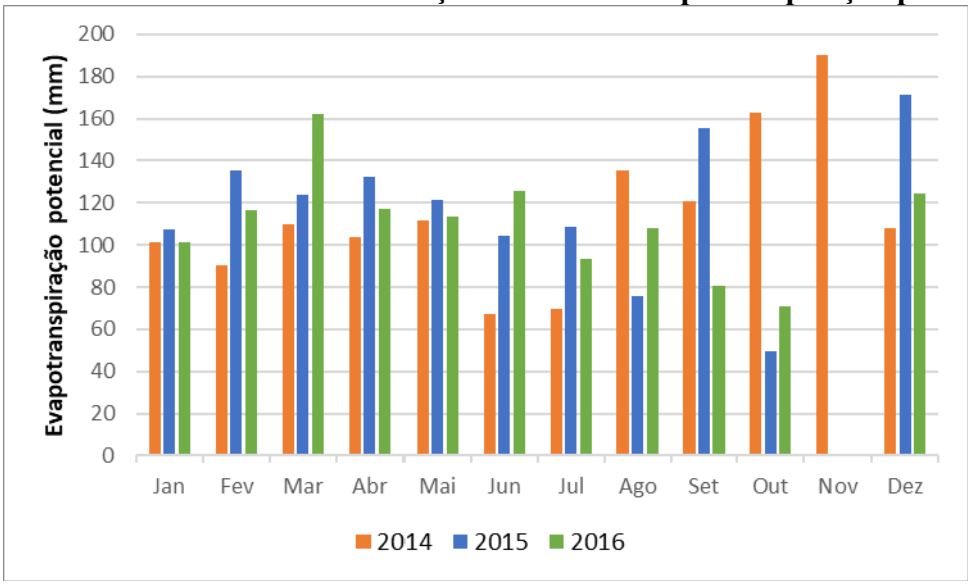


Figura 2.34 – PCD Sumé – Distribuição mensal da evapotranspiração potencial.



Face à análise realizada e sabendo-se que os anos de 2014, 2015 e 2016 são de secas extremas, decidiu-se não usar esses dados para quantificação da evapotranspiração potencial, real e evaporação de superfícies líquidas (os açudes), pois eles trariam vieses aos dados gerados a partir das variáveis monitoradas pelas PCDs. Outro fator que justificou a não utilização pela equipe do PERH-PB dos dados das PCDs foi o período de monitoramento, ainda muito curto. Normalmente, para uso de variáveis dessa natureza, recomenda-se que haja pelo menos 30 anos de dados contínuos e consistidos.

2.1.5.4 Considerações gerais para a fase de planejamento

Para a fase de planejamento, recomenda-se:

- Maior investimento na rede existente de Plataformas de Coleta de Dados (PDCs), a fim de expandir o período de monitoramento, para que, então, as variáveis monitoradas pelas PCDs possam ser utilizadas em estudo desta natureza, sem a existência de vieses;
- Expansão da rede de PCDs, instalando pelo menos mais cinco PCDs nas regiões: (i) Litoral Norte; (ii) interface entre as bacias do alto e médio Paraíba; (iii) Curimataú ou Jacú; (iv) Alto Piancó; (v) médio Piranhas próximo ao Estado do Rio Grande do Norte;
- Criação de um programa de manutenção preventiva das PCDs, a fim de reduzir a quantidade de falhas nos dados observados, o qual deverá incluir visitas periódicas às instalações existentes, análise frequente dos dados coletados e um banco de reserva de sensores, que possibilite a substituição imediata de sensores com problemas.

2.1.6 Prognóstico das Mudanças Climáticas

2.1.6.1 Fontes de Consultas Adotadas

Radiation and Water in the Climate System: Remote Measurements

Modelos globais e cenários climáticos do IPCC – Parte 2

-Artigo: Simulated pre-industrial climate in Bergen Climate Model (version 2): model description and large-scale circulation features.

-Artigo: Future Predictions of Rainfall and Temperature Using GCM and ANN for Arid Regions: A Case Study for the Qassim Region, Saudi Arabia.

Impacto de Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em duas Bacias do Nordeste Semiárido. Eduardo Sávio P.R. Martins, Cybelle Frazão Costa Braga et all – ANA, 2013.

Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco: Uma Análise da Precipitação e Temperatura. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – Versão On-Line ISSN 2318 RBRH vol. 21 nº 2, Porto Alegre abr/jun.2016 p. 416 – 428, Cleiton da Silva Silveira, Francisco de Assis de Souza Filho et all.

Avaliação de Mudanças Climáticas no Semiárido do Nordeste do Brasil, publicado na revista Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, V.12 n°01 p.53 – 72, jan/jun 2015.

Definição dos Modelos dos Cenários Estudados

Os estudos sobre os Prognósticos das Mudanças Climáticas se baseiam em modelos e cenários fictícios de probabilidades de ocorrências.

BCM2 - Bergen Climate Model Version 2

De acordo com o artigo Simulated pre-industrial climate in Bergen Climate Model (version 2): model description and large-scale circulation features, o modelo de Clima de Bergen(BCM) fornece simulações computadorizadas sobre o passado, presente e o futuro no clima terrestre, em relação à atmosfera, a oceanos e aos mares. As simulações climáticas reproduzem, em larga escala, as circulações na atmosfera, com exceção em locais de pressão distribuída em altas latitudes sobre o nível do mar.

MIMR

De acordo com o livro Radiation and Water in the Climate System: Remote Measurements, MIMR é um sistema radiômetro de micro-ondas com 12 canais de seis frequências lineares e polarizadas, os quais medem temperaturas (brightness temperatures) nas frequências 6.8, 10.6, 18.7, 23.8, 36.5 e 89 GHz. Ele recebe radiações verticais e horizontais, linearmente polarizadas por todos os canais e, com isso, é capaz de medir temperaturas ao nível do mar, velocidade do vento, vapor de água na atmosfera, a quantidade de água líquida na atmosfera e a taxa de precipitações pluviométricas, a concentração de gelo em oceanos e a profundidade de neve.

INCM3 – Institute of Numerical Mathematics, Russian Academy of Science

De acordo com o artigo Future Predictions of Rainfall and Temperature Using GCM and ANN for Arid Regions: A Case Study for the Qassim Region, Saudi Arabia, INCM3 é um Modelo de Circulação Global (GCM) que faz predições dos padrões de precipitações pluviométricas ao redor do globo, modelo de extrema importância para região com escassez de recursos hídricos, mas que depende de diversos cenários relacionados à emissão de gases causadores do Efeito Estufa (Cenários A1, A2 e B1).

Cenários

De acordo com os modelos globais e cenários climáticos do IPCC – Parte 2, as emissões futuras de gases de efeito estufa(GEE) são produto de sistemas dinâmicos muito complexos, determinados por forças motrizes, tais como crescimento demográfico, desenvolvimento

socioeconômico e mudança tecnológica. Sua evolução é altamente incerta. Cenários são imagens alternativas de como o futuro poderá se desdobrar e são uma ferramenta apropriada para analisar como as forças motrizes podem influenciar no resultado de emissões futuras, além de avaliarem as incertezas associadas. Auxiliam nas análises de mudanças climáticas, incluindo modelagem do clima e avaliação de impactos, adaptação e mitigação. A possibilidade de que qualquer um dos caminhos únicos de emissões ocorra, tais como descritos pelos cenários, é bastante remota.

A1 é o cenário que descreve um mundo futuro onde a globalização é dominante. Neste cenário, o crescimento econômico é rápido, e o crescimento populacional é pequeno. com um desenvolvimento rápido de tecnologias mais eficientes. Os temas subjacentes principais são a convergência econômica e cultural, com uma redução significativa em diferenças regionais e renda per capita. Nesse mundo, os indivíduos procuram riqueza pessoal no lugar de qualidade ambiental. Há três cenários: A1B (cenário de estabilização), A1F (máximo uso de combustível fóssil) e A1T (mínimo uso de combustível fóssil);

A2 é o cenário que descreve um mundo futuro muito heterogêneo onde a regionalização é dominante. Existiria um fortalecimento de identidades culturais regionais, com ênfase em valores da família e tradições locais. Outras características são um crescimento populacional alto e menos preocupação em relação ao desenvolvimento econômico rápido;

B1 é o cenário que descreve uma rápida mudança na estrutura econômica mundial, onde ocorre uma introdução de tecnologias limpas. A ênfase está em soluções globais, a sustentabilidade ambiental e social e inclui esforços combinados para o desenvolvimento de tecnologia rápida;

B2 é o cenário que descreve um mundo em que a ênfase está em soluções locais, a sustentabilidade econômica, social e ambiental. A mudança tecnológica é diversa, com forte ênfase nas iniciativas comunitárias e inovação social, nolugar de soluções globais.

2.1.6.2 Análise do Tema Mudanças Climáticas

A abordagem do tema Mudanças Climáticas requer o acompanhamento complexo e a discussão da natureza do nosso planeta e a perspectiva da vida humana. A inclusão dessa temática no PERH/PB merece um embasamento técnico de organismos credenciados na observação climática focada, principalmente, na região semiárida do Nordeste.

Tratando-se de uma discussão merecedora de um assunto de carácter científico, consideramos de forma prudente comentar os três últimos trabalhos acadêmicos elaborados por instituições credenciadas sobre o evento, com repercussões na região do Nordeste brasileiro, e indiretamente, envolvendo o Estado da Paraíba;

O primeiro deles é o estudo de um elenco de instituições lideradas pelo Banco Mundial, por organismos internacionais e por agências federais do governo brasileiro como o MMA e a ANA, sob o título Impacto de Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em duas Bacias do Nordeste Semiárido.

A segunda abordagem é um Estudo das Projeções de Temperatura e Pressão do Modelo Global CPIPS para a Bacia do Rio São Francisco, hidricamente interligado com o Estado da Paraíba(2016).

O terceiro trabalho é a Avaliação de Mudanças Climáticas no Semiárido do Nordeste do Brasil, publicado, na íntegra, pela revista Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, V.12 n°01 p.53 – 72, jan/jun 2015.

2.1.6.3 Abordagem Sobre o Documento Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido

A região selecionada foi o Semiárido Brasileiro. As áreas de estudo foram duas bacias hidrográficas dessa região, a bacia do Rio Jaguaribe no Ceará e a Bacia do Rio Piranhas/Açu no Estado da Paraíba e do Rio Grande do Norte. O estudo foi realizado com uma abordagem contemplando cinco componentes: Clima e hidrologia; Demanda; Alocação de Água; Impactos Econômicos; Caso de Estudo a Nível Local.

Nas bacias escolhidas, destacaram-se como principais açudes: Banabuiú, Orós e Castanhão no Rio Jaguaribe e Armando Ribeiro Gonçalves e Curema – Mãe D'água no Rio Piranhas/Açu.

A primeira bacia ocupa 51,3%do território do Estado do Ceará, 75669 Km², uma extensão de 610 km e uma precipitação anual entre 470 mm e 1270 mm.

A segunda ocupa uma área de 26183 km, no Estado da Paraíba, e 12488 km, no Rio Grande do Norte, totalizando uma superfície de 43681 km **(Figura 2.35).**

Figura 2.35 - Bacias Hidrográficas dos Rios Piranhas-Açu e Jaguaribe-Metropolitanas



Fonte: Elaboração Própria.

A situação climática da região Nordeste é notadamente marcada por um grande desafio no gerenciamento dos recursos hídricos, agravada, sobretudo, pelas aparentes mudanças climáticas. Foram utilizados, no mencionado estudo, simulações que incluem o tempo presente codificado como 20C3M e tempo futuros forçados com dois cenários de emissões: A2 e B1 **(Figura 2.36)**. Três modelos foram analisados BCM2, MIMR e INCM3, visando a descrever o clima presente de cada bacia.

Figura 2.36 - Cenários A2 e B1 – SRES

B1	**A2**
A família de cenários B1 é coerente com um mundo convergente emais atento às questões ambientais. Caracteriza-se por: 1. um rápido crescimento econômico, como na família A1, mas com mudanças rápidas no sentido de um serviço e economia da informação; 2. um aumento da população e depois seu declínio; 3. reduções da intensidade material e a introdução de tecnologias limpas e eficientes; e 4. ênfase em soluções globais para a estabilidade econômica, social e ambiental.	A família de cenários A2 é coerente com um mundo mais dividido economicamente. Caracteriza-se por: 1.economias não auto-suficientes; 2. populações crescentes continuamente; e 3. mais orientado para o desenvolvimento econômico regional.

(Fonte: Banco Mundial, 2012.

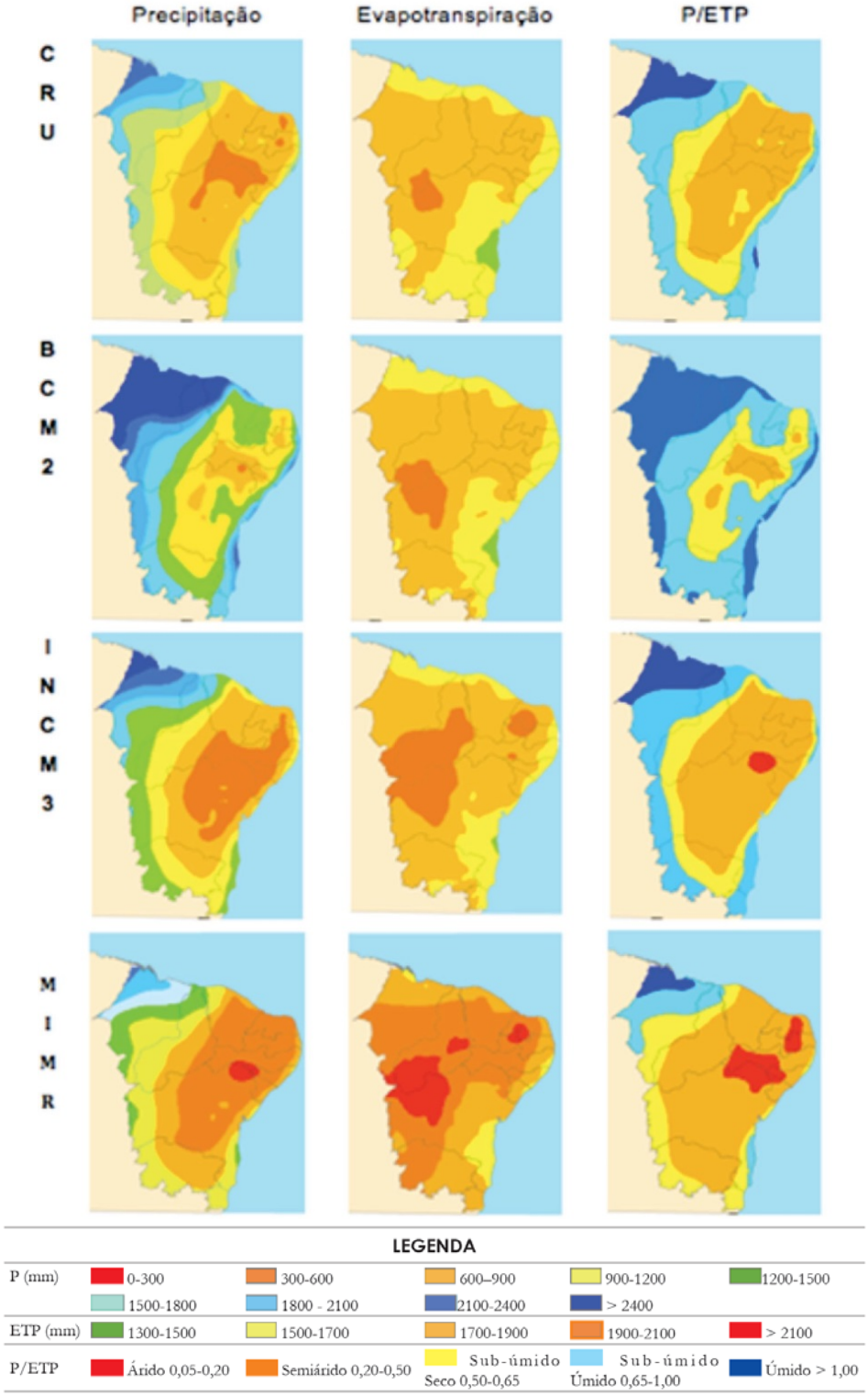
A precipitação potencial média anual e a relação P/ETA calculadas para o futuro (2041-2070) sob cenário A2, com base nos modelos citados anteriormente **(Figura 2.37)**. O estudo revela para o modelo INCM3 a seguinte análise:

> "uma intensificação das condições de aridez para o centro-leste da região, ao mesmo tempo que revela uma leve a moderada tendência para atenuação dessas condições para o Noroeste da Região Nordeste. Esse quadro é ainda mais expressivo para os resultados do modelo MIMR. De outro lado, a análise dos resultados para o modelo BCM2 revela uma atenuação das condições de aridez para toda a região, devido à tendência o modelo em aumentar, de maneira geral, as precipitações na região."

Em seguida, comparando este quadro seguinte (**Figura 2.38**), o estudo revela:

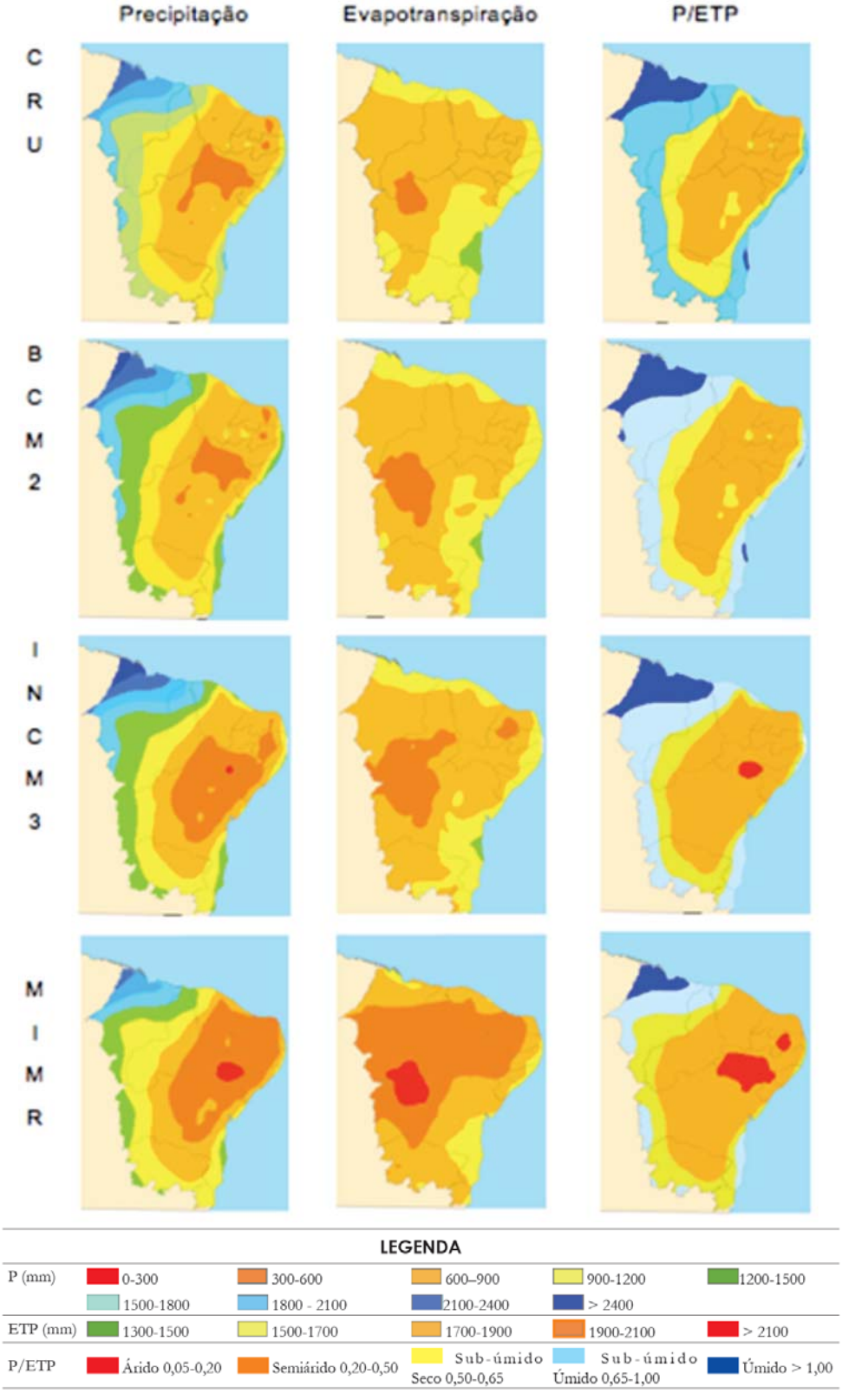
> "uma discordância maior entre os modelos apenas para o Noroeste da Região Nordeste. Outro fator a considerar é que esses são valores médios anuais e não refletem os efeitos de uma possível mudança no regime intraanual de precipitações, como por exemplo, o aumento no período seco."

Figura 2.37 - Precipitação Média Anual (P), Evapotranspiração Potencial Média Anual (ETP) e Índice de Aridez (P/ETP) para os dados CRU (período: 1971-2000) e modelos climáticos globais BCM2, INCM3 e MIMR (A2 período: 2041-2070).



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 2.38 - Precipitação Média Anual (P), Evapotranspiração Potencial Média Anual (ETP) e Índice de Aridez (P/ETP) para os dados CRU (período: 1971-2000) e modelos climáticos globais BCM2, INCM3 e MIMR (B1 período: 2041-2070).



Fonte: Elaboração Própria.

Informações acerca do impacto nas mudanças climáticas na hidrologia ou bacias são apresentadas do documento (**Tabela 2.15 e 2.16**).

Sobre impacto no processo de alocação d'água, incidindo diretamente sobre a vazão com garantia de 90% (Q90) para os reservatórios correspondentes de cada hidrossistema. Para tanto, foram avaliadas a razão entre Q90 para o cenário futuro B1 e ao cenário de referencia Q90 – B/Q90 – 20C3M. O mesmo procedimento para o cenário A2.

É importante registrar as análises do estudo para variações do Q90 (**Tabela 2.17**).

Tabela 2.15 - Aumentos e reduções em precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e deflúvio superficial (Q) médios anuais para os reservatórios das Bacias do Rio Jaguaribe e Piranhas-Açu no cenário B1 e modelos BCM2, INCM3 e MIMR.

Reservatório	P			ETP			Q		
	BCM2	INCM3	MIMR	BCM2	INCM3	MIMR	BCM2	INCM3	MIMR
Banabuiú	0,01	-0,04	-0,24	0,02	0,02	0,12	-0,05	-0,20	-0,73
Castanhão	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,13	0,01	-0,07	-0,26
Orós	0,02	0,01	0,00	0,02	0,03	0,13	0,00	-0,05	-0,21
A.R.G.	0,00	-0,05	-0,06	0,03	0,04	0,11	-0,15	0,06	-0,13
C.-M.	0,00	-0,13	-0,07	0,03	0,04	0,12	-0,14	-0,44	-0,47

Nota: A tabela mostra as mudanças relativas ([Futuro-Presente]/Presente) na precipitação média (P) evapotranspiração potencial (ETP) e escoamento (Q) para os cinco principais reservatórios nas bacias hidrográficas do Jaguaribe (Banabuiu, Castanhão, Orós) e Piranhas-Açu (Armando Ribeiro Gonçalves e Curema-Mãe Dágua) sob o Cenário de Emissão B1 e usando os modelos climáticos BCM2, INCM3 e MIMR. Itens marcados em azul correspondem a mudanças projetadas significativas com relação ao período presente (1971-2000).

Tabela 2.16 - Aumentos e reduções em precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e deflúvio superficial (Q) médios anuais para os reservatórios das Bacias do Rio Jaguaribe e Piranhas-Açu no cenário A2 e modelos BCM2, INCM3 e MIMR.

Reservatório	P			ETP			Q		
	BCM2	INCM3	MIMR	BCM2	INCM3	MIMR	BCM2	INCM3	MIMR
Banabuiú	0,06	0,02	-0,05	0,02	0,03	0,14	0,04	0,02	0,00
Castanhão	0,00	0,01	-0,02	0,02	0,05	0,15	0,02	-0,01	0,02
Orós	0,01	0,05	-0,02	0,02	0,05	0,15	0,03	0,06	-0,09
A.R.G.	0,03	-0,03	-0,05	0,03	0,06	0,13	0,06	-0,01	-0,04
C.-M.	-0,01	0,00	-0,11	0,03	0,05	0,14	0,00	-0,02	-0,08

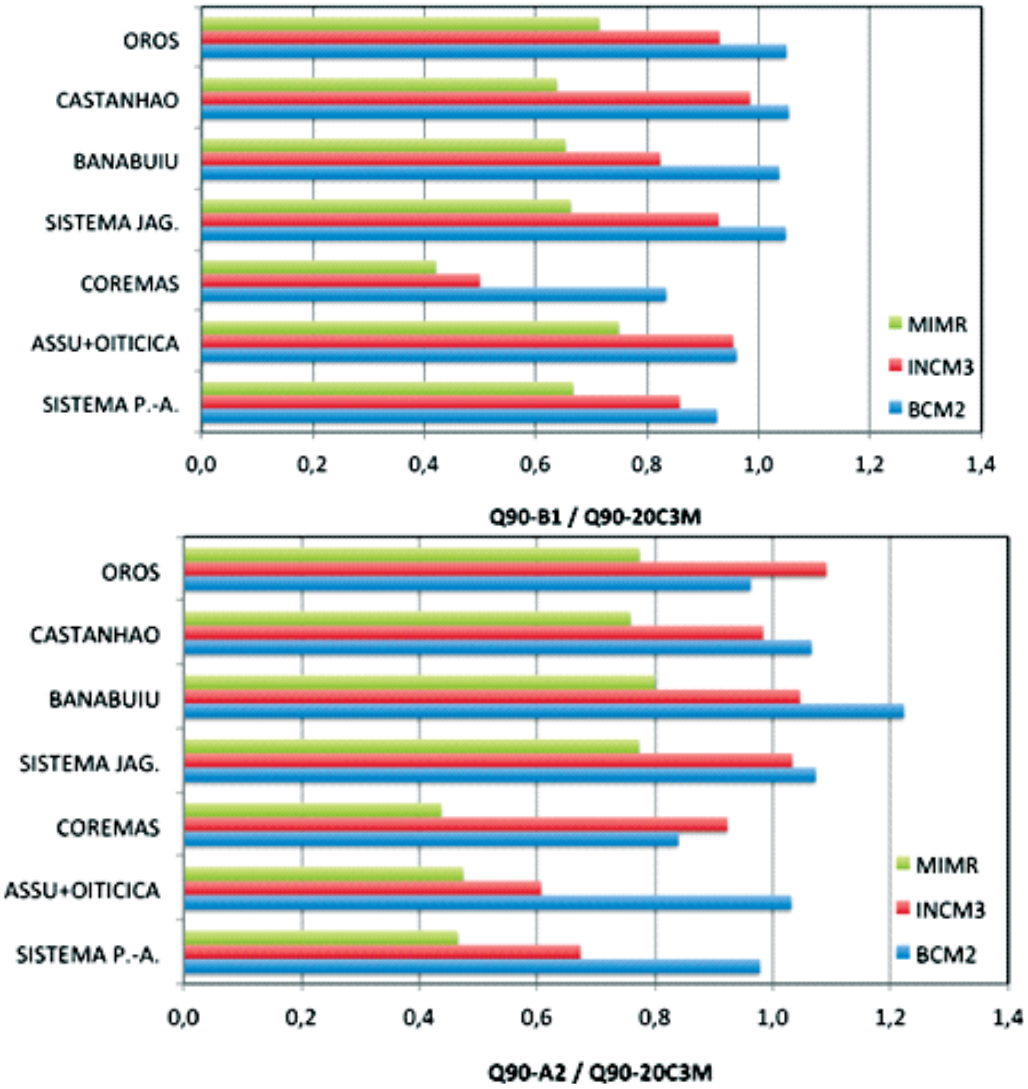
Nota: Tabela mostra as mudanças relativas ([Futuro-Presente]/Presente) na precipitação média (P) evapotranspiração potencial (ETP) e escoamento (Q) para os cinco principais reservatórios nas bacias hidrográficas do Jaguaribe (Banabuiu, Castanhão, Orós) e Piranhas-Açu (Armando Ribeiro Gonçalves e Curema-Mãe Dágua) sob o Cenário de Emissão A2 e usando os modelos climáticos BCM2, INCM3 e MIMR. Itens marcados em azul correspondem a mudanças projetadas significativas com relação ao período presente (1971-2000).

Tabela 2.17 - Variações no Q90 do futuro com relação ao presente para os Sistemas Piranhas-Açu e Jaguaribe utilizando os modelos BCM2, INCM3 e MIMR.

CENÁRIO	Variação	MODELOS		
		BCM2	INCM3	MIMR
PIRANHAS - AÇU				
B1	SISTEMA	-0,07	-0,14	-0,33
	MIN	-0,17	-0,50	-0,58
	MAX	-0,04	-0,05	-0,25
A2	SISTEMA	-0,02	-0,33	-0,53
	MIN	-0,16	-0,39	-0,56
	MAX	0,03	-0,08	-0,53
JAGUARIBE				
B1	SISTEMA	0,05	-0,07	-0,34
	MIN	0,04	-0,18	-0,36
	MAX	0,05	-0,02	-0,29
A2	SIS	0,07	0,03	-0,23
	MIN	-0,04	-0,02	-0,24
	MAX	0,22	0,09	-0,20

"Verificou-se que, para o Sistema Piranhas-Açu e cenário futuro B1, os modelos BCM2, INCM3 e MIMR projetaram reduções no Q90 com relação ao cenário de referência entre 4 a 17%, 5 a 50% e 25 a 58%, respectivamente. As maiores reduções para esse cenário ocorreram para o sistema Coremas-Mãe D'água, independentemente da escolha do modelo. Para o Sistema Piranhas-Açu como um todo, as reduções no Q90 no cenário B1 ficaram entre 7 e 33%. Análise similar com os mesmos modelos foi realizada para o sistema Jaguaribe, identificando-se reduções no Q90 no cenário B1 com relação ao cenário de referência, para os modelos INCM3 e MIMR, entre 2 a 18% e 29 a 36%, respectivamente, e aumentos da ordem de 5% para o modelo BCM2. Para o Sistema Jaguaribe como um todo, as variações no Q90 no cenário B1 com relação ao cenário de referência ficaram entre -34 a +5%. No que se refere ao cenário A2, relativo ao cenário de referência, foi encontrada, para os modelos INCM3 e MIMR, uma intensificação nas reduções do Q90 correspondente ao sistema dos reservatórios da Bacia do Rio Piranhas-Açu, enquanto para o modelo BCM2, tivemos uma atenuação dessas reduções no Q90. Para os reservatórios do Sistema Jaguaribe, foi observado de maneira geral, para todos os modelos, ou uma atenuação dessas reduções ou um aumento no Q90 de cada reservatório pertencente a esse sistema. Comparando-se os resultados para os sistemas Piranhas-Açu e Jaguaribe, em ambos os cenários B1 e A2, fica evidente que, em geral, as mudanças de clima projetadas para o período 2041-2070 terão maior impacto sobre a garantia dos hidrossistemas da Bacia do Piranhas-Açu do que da Bacia do Jaguaribe."

Figura 2.39 - Razão entre a vazão com 90% de garantia dos cenários futuros (a) B1 (Q90-B1) e (b) A2 (Q90-A2) e a vazão com 90% de garantia dos período de referência de cada modelo (Q90-20C3M).



Fonte: Elaboração Própria.

"O estudo utilizando os modelos de Clima Global procurou aprofundar simulações sobre a performance do processo de Alocação de Água para os cenários B1 e A2.

Ao concluir o estudo, algumas considerações foram elencadas para Planejamento e Operação de Sistemas Hídricos face a variabilidade e mudanças climáticas."

1. Governança Adaptativa.
- Informação e Conhecimento
- Gestão de conflitos
- Cumprimento de Regras
- Presença de infraestrutura física, tecnológica e institucional
- Aprendizado e Adaptação

2. Operacionalização dos Princípios de Gestão Adaptativas.
- Vulnerabilidade do sistema analisado
- Flexibilidade e capacidade de adaptação
- Água como uma política pública fundamental para o desenvolvimento das demais políticas setoriais.
- Gestão da oferta (infraestrutura hidráulica e transposições de bacias)
- Gestão da demanda e a adaptação institucional.
- Planejamento e gestão de riscos
- Elaboração de planos de contingência (a seca e cheias)
- Aprimoramento dos modelos de previsão climática
- Aprimoramento do conhecimento da natureza para prever mudanças
- Produção de conhecimento e trocas de conhecimentos

3. Recomendações para o Planejamento dos Sistemas Hídricos diante das mudanças Climáticas.
- Disponibilidade e qualidade da base de dados Hidrometeorológico e Geoespaciais.
- Fortalecimento Institucional das agências de gestão hídrica, compromisso e responsabilidade dos gestores.
- Articulação entre Estado e União no monitoramento operacional, cadastro, sistema de informação, flexibilização de alocação de água, eficiência na operação, fiscalização do uso, comparativos de racionalização e uso e gestão participativa.
- Novos Estudos, Capacitação e comunicação dos resultados.

2.1.6.4 Abordagem Sobre o Documento Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco: Uma Análise da Precipitação e Temperatura.

O estudo guarda uma relação com o Estado da Paraíba. Foi elaborado por um elenco de Instituições Técnicas e se refere à situação da Bacia do Rio São Francisco face a essas mudanças climáticas. O Estado da Paraíba é beneficiário do Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF, por meio dos Eixos Norte e Leste de onde serão derivadas 04 Bacias para seu território: Piancó, Piranhas, Peixe e Monteiro. O estudo foi publicado em 2016, na Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, vol 21 n°2 Porto Alegre, abr/jun 2016, 416-428.

Transcrição Sumária dos Principais Tópicos do Estudo Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco: Uma análise da precipitação e temperatura.

Transcrição/resumo do estudo extraído do artigo da Revista RBRH:

a) Resumo

> "As projeções de precipitação e temperatura dos modelos globais do Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5, utilizados no quinto relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC-AR5) são analisadas para a bacia do Rio São Francisco para o período de 2011 a 2100 para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. Além disso, os modelos são avaliados quanto à representação da climatologia da precipitação no período de 1961 a 2000. Para a avaliação, os dados das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) são utilizados. A avaliação baseia-se em dois índices de desempenho: a correlação e o erro quadrático médio. Para a análise das projeções, são calculadas as anomalias das médias anuais divididas em períodos de 30 anos (2011 a 2040, 2041 a 2070 e 2071 a 2100). Para avaliação de tendências e variabilidade são usados: a média móvel de dez anos, regressão linear e o método de Mann-Kendall-Sen. Aproximadamente 28% dos modelos analisados não representam adequadamente a sazonalidade da precipitação. Todos os modelos apresentaram tendência positiva para a temperatura, e apesar da divergência na precipitação, os mesmos projetam anomalias entre -20% e 20% em cada período de 30 anos para essa variável."

Em seguida, o artigo trata das Metodologias. Para melhor compreensão, transcrevemos em sumário dos principais elementos:

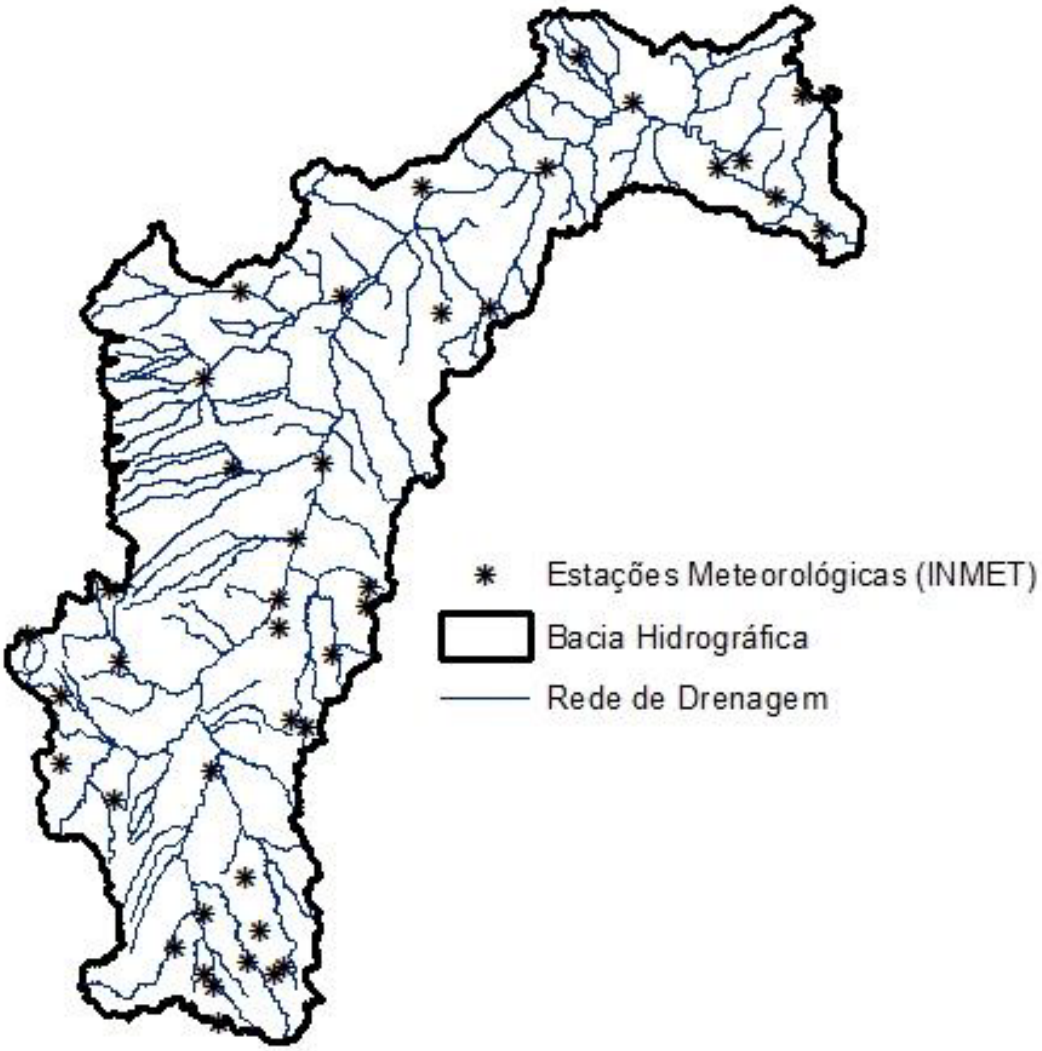
b) Aréa de Estudo

> "O Brasil abriga cerca de 12% da água doce do mundo. No entanto, em algumas áreas, a escassez de água é uma questão muito séria. Por exemplo, no Nordeste do Brasil, a região semiárida tem apenas 5% do total de água do Brasil, mas possui 18% do seu território total e 28% da sua população (PEREIRA e FORMIGA-JOHNSSON, 2005). Uma das mais importantes fontes de água para toda essa região é o Rio São Francisco; esse Rio é um dos maiores do Brasil. A bacia abrange 631.133 km², que representa cerca de 7,5% da área total do Brasil e se estende por quase 2900 km. A bacia serve a múltiplos usos, desde o abastecimento doméstico, abastecimento industrial e irrigação até a pesca, energia hidrelétrica e transporte; virtualmente, todos os tipos de uso da água (Santos et al., 2012). Mais de 330.000 hectares da bacia são dedicados à agricultura intensa (11% da agricultura irrigada total do Brasil). A energia hidrelétrica que é gerada ali tem um potencial maior que 10.500 MW, o que pode facilmente atender os 13 milhões de habitantes da bacia."

c) Dados Observacionais

> "Com a intenção de representar as condições climáticas presentes sobre a bacia estudada para os anos de 1961 até o ano 2000, a base de dados do INMET foi utilizada conforme mostra a **Figura 2.40**.

Figura 2.40 - Bacia do São Francisco e estações meteorológica do INMET utilizadas no experimento



d) Modelos do IPCE

"Os dados provenientes do IPCC são resultados de simulações de modelos globais de alguns centros de pesquisa que contribuem para a confecção do relatório do IPCC-AR5, forçadas pelas concentrações observadas de gases de efeito estufa durante o século XX e forçadas por uma concentração estimada para o século XXI.

Como parte da fase preparatória para o desenvolvimento dos novos cenários para o AR5, foram criados os chamados RCPs (Representative Concentration Pathways), que servem como entrada para modelagem climática e química atmosférica nos experimentos numéricos do CMIP5. Os RCPs recebem seus nomes a partir dos níveis das forçantes radiativas, conforme relatado por cada equipe de modelagem elaboradora de cada RCP. Assim, RCP-X implica em um cenário no qual a forçante radiativa de estabilização ou de pico ou ao final do século XXI corresponde a X W.m-2. Neste trabalho serão usados os cenários RCP4.5 e RCP8.5 para análise das projeções do século XXI. O cenário RCP4.5 pressupõe que a forçante radiativa estabiliza pouco depois de 2100, sem ultrapassar o nível de radiação a longo prazo

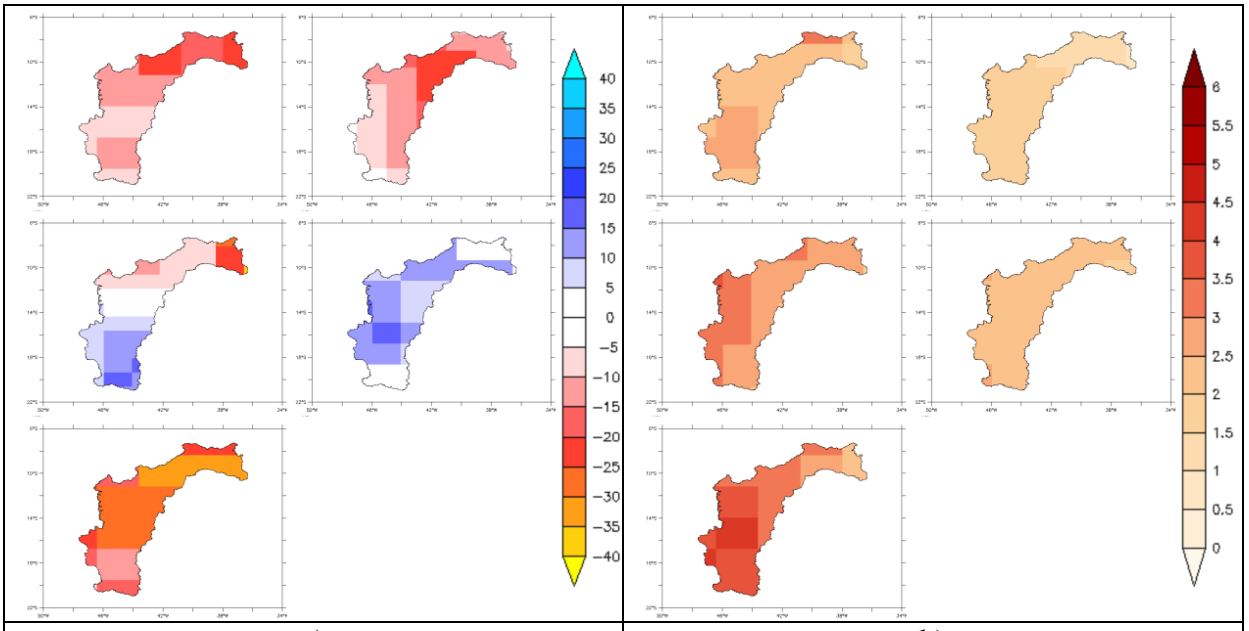
de 4,5 W/m2. Essa projeção é consistente com a estabilização da demanda energética mundial, programas de reflorestamento fortes e políticas climáticas rigorosas. Além disso, sugere uma estabilização das emissões de metano associads a um leve aumento das emissões de CO2 até 2040 até atingir o valor alvo de 650 ppm de CO2 equivalente na segunda metade do século XXI. O cenário RCP8.5 sugere um crescimento contínuo da população associada a um desenvolvimento tecnológico lento, resultando em acentuadas emissões de dióxido de carbono. Este cenário é considerado o mais pessimista para o século XXI em termos de emissões de gases do efeito de estufa, sendo consistente

com nenhuma mudança política para reduzir as emissões e forte dependência de combustíveis fósseis."

e) Alguns Resultados e Projeções

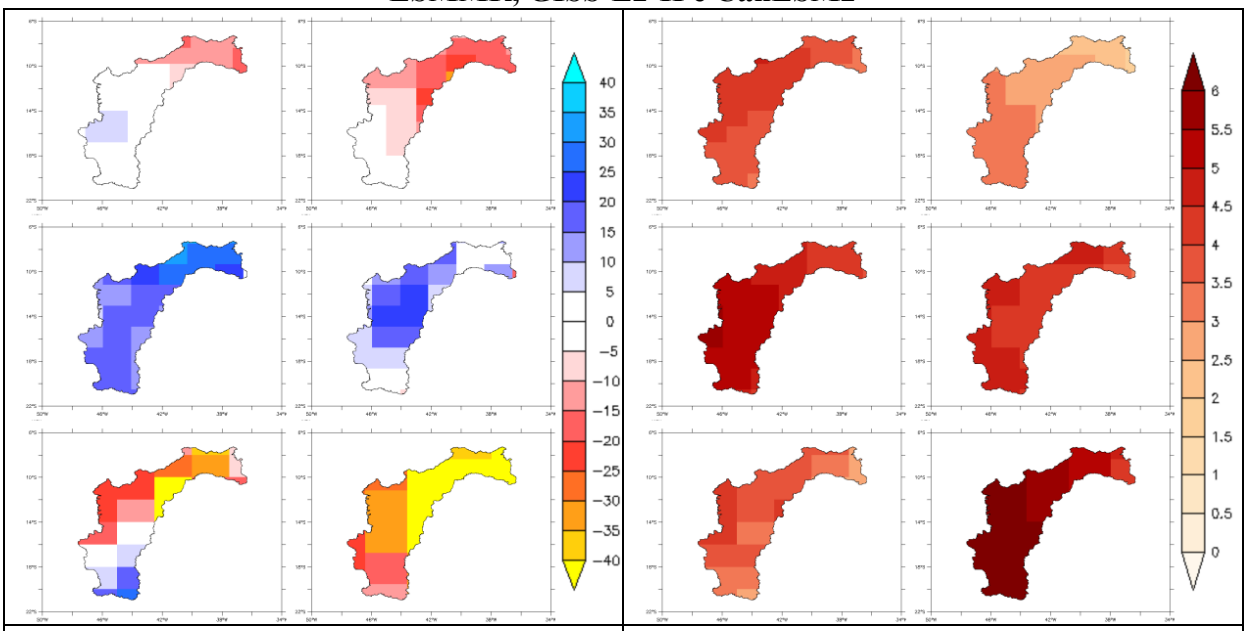
"As **Figuras 2.41 e 2.42** indicam que além de haver uma discordância na magnitude das anomalias da média da variável na região, existem também divergências espaciais. Todos os modelos indicam que a temperatura deve aumentar na bacia para ambos os cenários no período de 2071 a 2100, principalmente na porção mais ao sul, onde ocorre o aproveitamento hidroelétrico da bacia. Para o cenário RCP 4.5, os modelos sugerem um aumento entre 2°C e 2,5°C na porção norte da bacia, discordando na porção mais ao sul. Quanto à precipitação, os modelos divergem em todas as regiões da bacia. O modelo HadGEM2-AO mostra reduções na porção norte da bacia de até 20% associado a aumento no extremo sul de aproximadamente 15%. Já o cenário RCP8.5 mostra maior divergência espacial entre as anomalias de temperatura e precipitação, sugerindo que, nesse cenário, há uma maior incerteza em relação ao comportamento dessas variáveis no futuro. O modelo CanESM2 mostra redução das precipitações em toda a bacia, principalmente na porção mais ao norte da bacia, correspondente ao Baixo São Francisco, para ambos os cenários. Esta diminuição é maior em módulo para o cenário RCP8.5, superior a 40% na porção semiarida da bacia do São Francisco, o que indica que esta poderá tornar-se ainda mais seca."

Figura 2.41 – (a) Anomalia espacial de precipitação(%) e (b) temperatura(°C) para os modelos do CMIP5 para o cenário RCP 4.5 para o período de 2071 a 2100. Na sequência de cima para baixo e da esquerda para direita: BNU-ESM, INMCM4, HadGEM2-AO, MPIESM- LR e CanESM2



a) b)

Figura 2.42 – (a) Anomalia espacial de precipitação (%) e (b) temperatura(°C) para os modelos do CMIP5 para o cenário RCP 8.5 para o período de 2071 a 2100. Na sequência de cima para baixo e da esquerda para direita: MIROC5,inmcm4,CMCC-CMS,MPI-ESMMR, GISS-E2-H e CanESM2



c) d)

f) Sumário das Conclusões

"Todos os modelos apresentaram tendência positiva para a temperatura no período de 2011 a 2100 e divergem quanto o futuro das precipitações. Apesar dessa divergência, o conjunto de modelos projetam anomalias entre -20% e 20% em cada período de 30 anos para essa variável. Os modelos do CMIP5 indicam que a temperatura na bacia do Rio São Francisco deve aumentar. Esta anomalia é substancialmente maior se considerado o cenário RCP 8.5: enquanto a maioria dos modelos indica anomalia positiva de 2°C ou mais nos últimos trinta anos do século XXI para o cenário RCP4.5, no cenário RCP 8.5, os modelos indicam anomalias superiores a 4,0°C. Os cenários RCP 8.5 e RCP 4.5 mostram-se semelhantes no período de 2011 a 2040, as divergências entre estes passa a ser mais significativa nos períodos de 2041 a 2070 e 2071 a 2100. No último período de 30 anos, a mediana das anomalias de temperatura entre os modelos tem diferença de quase 2°C. As divergências dos modelos do CMIP5 analisados quanto às projeções demonstram o alto nível de incerteza existente nessas projeções. Entretanto, estas informações definem uma margem dos possíveis cenários futuros de precipitação e temperatura da bacia do Rio São Francisco, podendo ser usadas para adoção de políticas e gestão. Artificializar a redução destas incertezas pode induzir estratégias que levem àquilo que, em gerenciamento de risco, se conhece como grandes arrependimentos. Estratégias robustas precisam considerar as incertezas no nível atual de conhecimento."

2.1.6.5 Abordagem do Documento: Avaliação de Mudanças Climáticas no Semiárido do Nordeste do Brasil

O Estudo foca na região Nordeste do Brasil, na qual se insere o EEstado da Paraíba, utilizando dados de uma estação do município de Arcoverde – PE, localizada quase na fronteira entre os Estados de Pernambuco e Paraíba, realizada por um pesquisador da FUNCEME/Ceará, e uma meteorologista da AESA.

a) Resumo/Transcrição

> "O objetivo deste trabalho foi detectar tendências no padrão das temperaturas máximas e mínimas e da precipitação, no período de 1974 a 2011, em Arcoverde-PE, por meio do software RClimdex (2.14.0), com o propósito de dar suporte aos estudos das incertezas relacionadas às mudanças climáticas visando a sua gestão. Foram utilizados dados diários de temperaturas (máximas e mínimas) e de precipitação, no período de 1974 a 2011. Os resultados evidenciaram aumento das temperaturas máximas e mínimas, com aumento de ondas de calor na região. Com base nesses resultados, é possível inferir que a área em estudo está ficando mais quente, o que indica que é cada vez mais forte a tendência de mudança e não de variabilidade. Apesar dessas alterações, não se pode afirmar que as tendências de aumento desses índices estão relacionadas apenas às mudanças climáticas globais, pois as contribuições de vários fatores em termos locais podem ter modificado o clima da região, como exemplo, a substituição de áreas vegetadas por asfaltos, indústrias, entre outros elementos, contribuindo para a formação de ilhas de calor e alteração do clima local."

b) Comentários Iniciais:

Nesse contexto específico, registramos a transcrição dos principais tópicos do trabalho com referências peculiares à a região Nordeste do Brasil.

– A região Nordeste do Brasil

O Nordeste do Brasil (NEB) atravessa, ao longo dos anos, uma variabilidade natural do clima, alternando anos de precipitações pluviométricas extremas a secas severas (Nobre et al. 1996; Moura & Shukla, 1991; Alves et al. 2003; Sun et al. 2005 e outros), as quais, associadas à ação antropogênica, podem mudar totalmente as características do clima de uma determinada região.

– Fenômenos influentes no clima do NEB(Nordeste do Brasil)

É importante ressaltar que o fenômeno ENOS e o dipolo de temperatura da superfície do mar (TSM), no Atlântico tropical, têm significativas influências na variabilidade climática interanual do NEB. Vários estudos na literatura têm mostrado que, em anos de El Niño (La Niña), o NEB apresenta mais (menos) precipitação anual do que a climatologia (Ropelewski & Halpert, 1996 e outros). Em geral, anos de El Niño (La Niña) estão associados às fases positivas (negativas) do padrão de dipolo de TSM. A fase positiva desse padrão caracteriza-se com anomalias de TSM positivas (negativas) de TSM, nos setores norte (sul) do Atlântico tropical, e também com ventos e pressão ao nível do mar com anomalias negativas (positivas) nessas duas áreas da bacia. Em anos da fase negativa do dipolo de TSM, essas características são contrárias (Moura & Shukla, 1981; Hastenrath, 1990; Nobre & Shukla, 1996). Nas fases positivas (negativas) do dipolo de TSM, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) se posiciona, em média, em latitudes mais ao norte (sul) do que a sua posição climatológica provocando menos (mais) precipitações pluviométricas do que a climatologia. Outro

fenômeno ligado ao ciclo ENOS é a PDO (Zhang et al. 1997). A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) é um modo de interação do oceano-atmosfera na bacia do oceano Pacífico dominante acima da escala interanual (Zhang et al. 1997; Mantua et al. 1997). A ODP influência na distribuição de precipitação pluviométrica do NEB, como mostrado no estudo de Kayano et al. (2009).

– Dados Históricos Diários

Um dos maiores problemas nos estudos de extremos climáticos é conseguir uma série histórica de dados diários, suficientemente consistente, para que haja uma real caracterização e confirmação, ou não, de tendências positivas ou negativas desses eventos. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou a detecção de um estudo para averiguar se existe uma tendência de mudanças climáticas com as temperaturas máximas e mínimas e a precipitação no período de 1974 a 2011, na cidade de Arcoverde.

– Metodologia

Para detectar tendências climáticas, utilizou-se o software RClimdex 2.14.0 para o processamento dos dados. O RClimdex é um programa usado no cálculo de índices de extremos climáticos, para monitorar e detectar mudanças climáticas. O RClimdex foi desenvolvido por Byron Gleason do National Climate Data Centre (NCDC) da NOAA e tem sido usado em oficinas CCI/CLIVAR (International Research Programme on Climate Variability and Predictability) sobre índices climáticos desde 2001. O pacote RClimdex 2.14.0 é de distribuição gratuita e está disponível para download no sítio http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/software.shtml. A **Tabela 2.18** mostra os índices climáticos anuais utilizando o software Rclimdex 2.14.0.

Tabela 2.18 – Descrição dos Índices Climáticos Anuais.

Índice	Nome do Indicador	Descrição	Unidade
DTR	Amplitude Diária de Temperatura	Diferença média mensal entre temperatura máxima e mínima.	**°C**
TXx	Máximo da Temperatura Máxima	Valor mensal máximo da temperatura máxima diária.	**°C**
TNx	Máximo da Temperatura Mínima	Valor mensal máximo da temperatura mínima diária.	**°C**
TX90p	Dias Quentes	Contador de dias com temperatura máxima acima do percentil 90.	**DIAS**
TN90p	Noites Quentes	Contador de dias com temperatura máxima acima do percentil 90.	**DIAS**
RX5day	Quantidade Máxima de Precipitação em 5 dias	Máximo anual de precipitação em 5 dias	**mm**
R90p	Dias Muito Úmidos	Precipitação anual total superior ao percentil 95.	**mm**
WSDI	Ondas de Calor	Número de dias do ano, com pelo menos seis dias consecutivos, quando a temperatura máxima é maior que o percentil90.	**DIAS**

– Resultados

Os valores das tendências temporais dos índices de extremos climáticos para a localidade de Arcoverde estão representados na **Tabela 2.19**. A maioria dos índices demonstrou tendências de aumento (valor da inclinação positiva) estatisticamente significativas. A propósito, a **Tabela 2.19** mostra os valores da inclinação linear dos índices analisados, do erro padrão de estimativa e da sua significância estatística (valor p). Os índices com alta significância estatística apresentaram valor de $p<0,05$ (marcado em negrito), com boa significância estatística, valores entre $0,05<p<0,1$. Os valores com $p > 0,1$ não apresentam significância estatística. O índice dos máximos valores das temperaturas máximas diárias (TXx) apresentou grande variabilidade interanual, com pequena tendência de aumento das temperaturas máximas, em torno de 0,3 ºC por ano, no período de 1974 a 2011 (**Figura 2.43**). A **Figura 2.44** representa o índice dos máximos valores das temperaturas mínimas diária (Tnx). Esses índices apresentaram uma tendência com um aumento anual de 2,0 ºC no período estudado. O comportamento temporal do índice TX90p (dias quentes) é observado na **Figura 2.45**. O comportamento temporal do índice TN90p (noites quentes) é observado na **Figura 2.46**. A década de 90 foi considerada a mais quente do período estudado, com uma média anual das temperaturas máxima de 29,8 ºC e mínima de 18,3 ºC. A década mais fria foi a de 1970, com uma média anual das temperaturas máximas de 28,9 ºC e mínima de 18,3 ºC. As variações das temperaturas máxima e mínima foram de 0,9 ºC e 0,6 ºC, respectivamente. A **Figura 2.47** mostra o índice do maior valor de precipitação acumulada em 5 dias (RX5day), apresentando, também, uma tendência de aumento anual de 24,68mm no período estudado. Concordando com Hastenrath e Greischar (1993), onde encontraram tendências de aumento de precipitação pluviométrica no Nordeste do Brasil. A **Figura 2.48** representa o índice da amplitude diária de temperatura (DTR), mostrou uma tendência anual negativa de -0,12 ºC no período estudado. Essa figura explica as **Figuras 2.43** e **2.44**, mostrando que a tendência das temperaturas mínimas teve um aumento mais significativo do que a tendência das temperaturas máximas, em 1,7 ºC a mais ao ano.

Tabela 2.19 - Inclinação linear e erro padrão de estimativa e da significância estatística (valor *p*) dos índices de temperatura para Arcoverde-PE, de 1974 a 2011.

Índices	Inclinação	Erro Padrão	Valor-p de estimativa
TXx	0,0085	0,079	0,549
TNx	0,0569	0,183	0,002
TX90p	0,5202	3,559	ND
TN90p	0,3769	3,819	ND
RX5day	0,7259	1,173	0,221
DTR	- 0,0031	0,023	0,862

Figura 2.43 - Comportamento temporal do índice dos máximos das temperaturas máxima (p-value = 0,549).

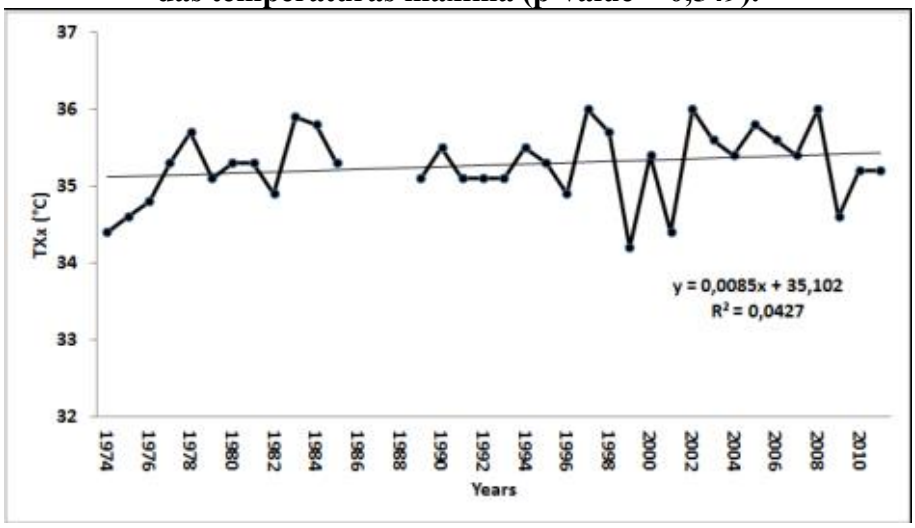


Figura 2.44 - Comportamento temporal do índice dos máximos das temperaturas mínima (p-value = 0,002).

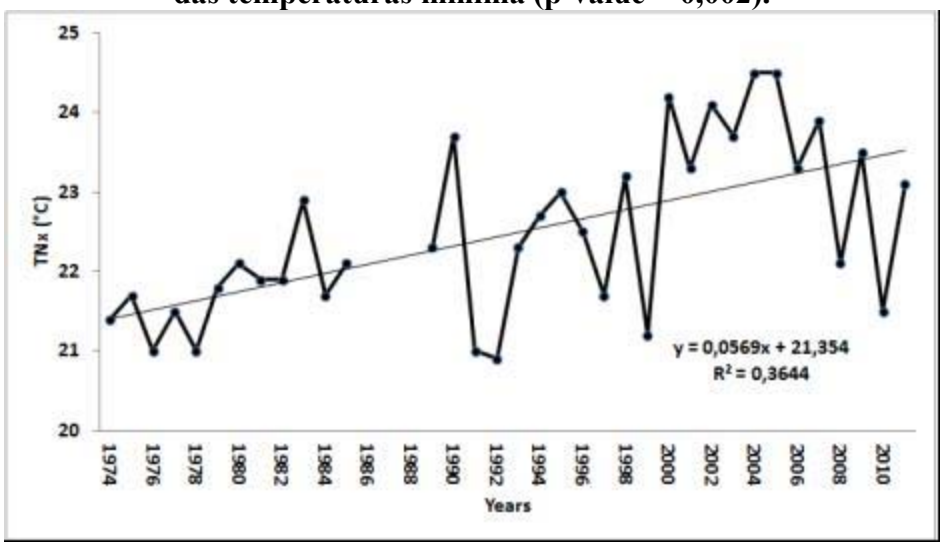


Figura 2.45 - Comportamento temporal do índice TX90p - dias quentes (valor-p = ND).

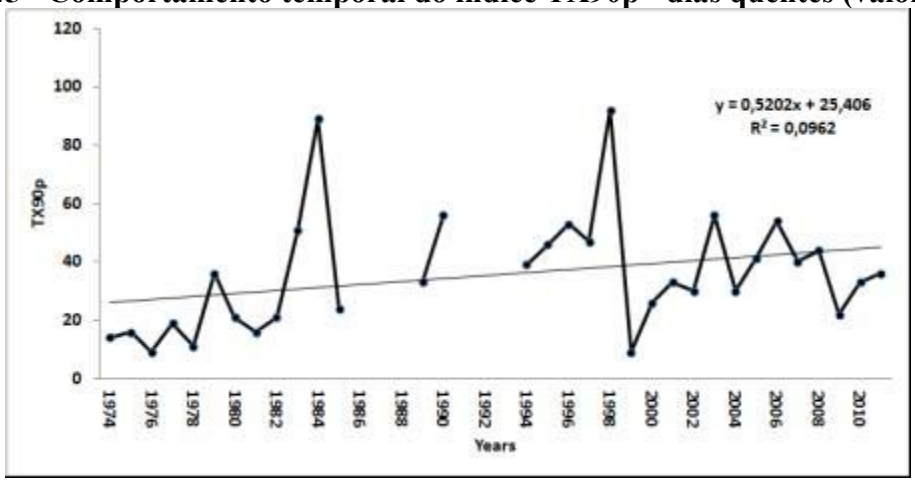


Figura 2.46 - Comportamento temporal do índice TN90p - noites quentes (valor-p = ND).

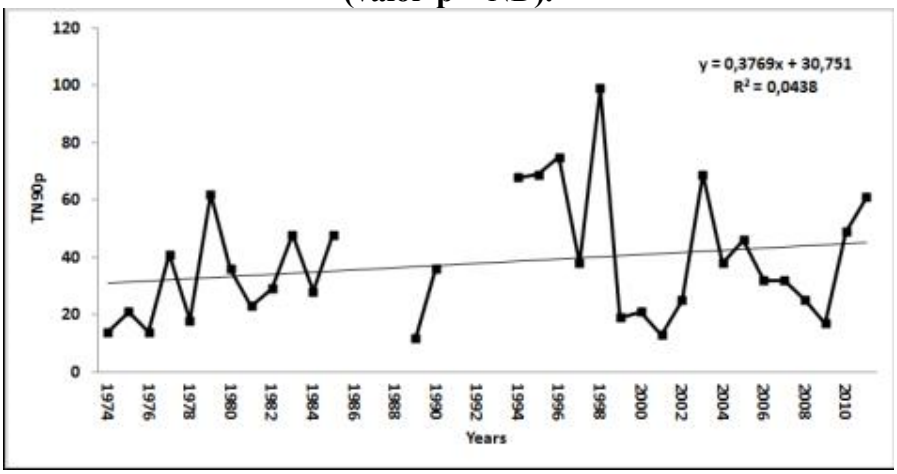


Figura 2.47 - Comportamento temporal do índice do maior valor de precipitação acumulada em 5 dias (valor-p = 0,221).

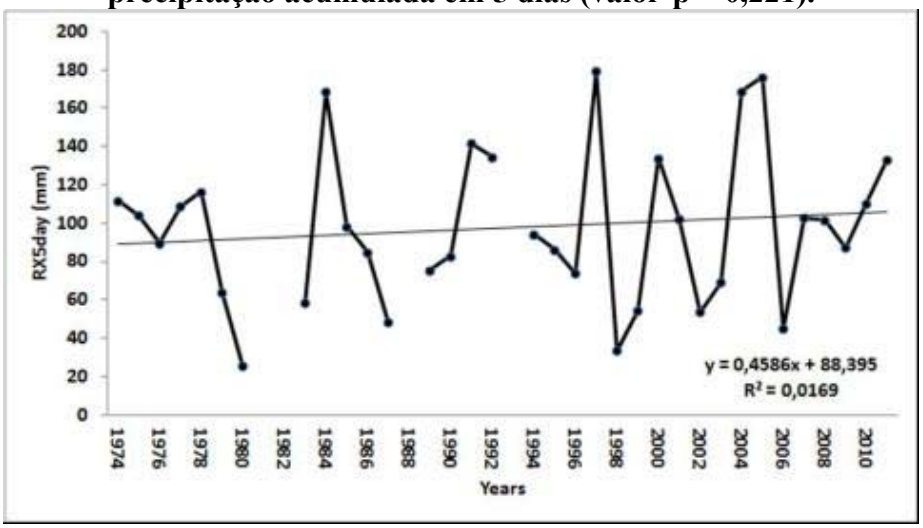
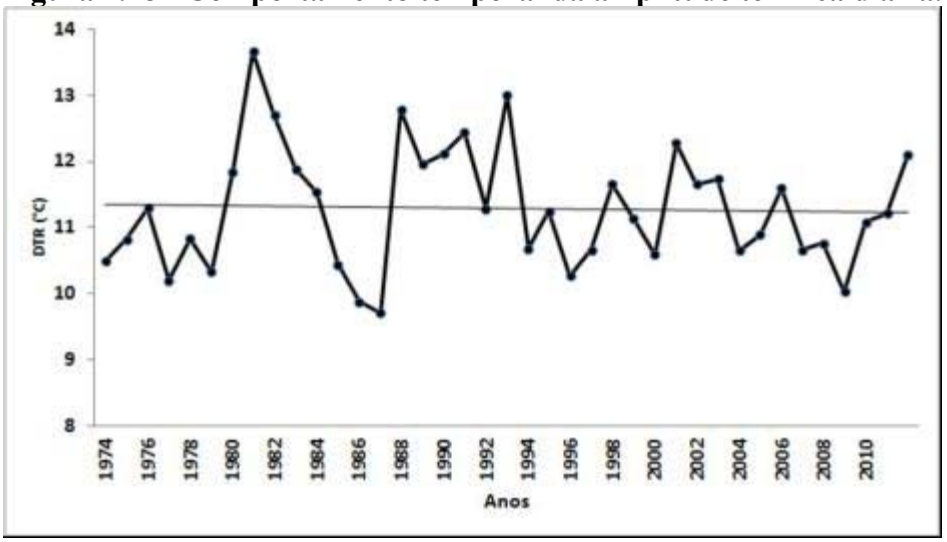


Figura 2.48 - Comportamento temporal da amplitude térmica diária.



– Conclusões

O ano de 1998 apresentou a maior quantidade de dias e de noites quentes do período estudado. Uma das explicações pode ser apresentada devido à presença do fenômeno El Niño, instalado no oceano Pacífico, entre os meses de março de 1997 a setembro de 1998. Mesmo assim, apenas essa explicação não justifica tal aumento nas temperaturas máxima e mínima, pois, entre os meses de julho de 1982 e novembro de 1983, ocorreu um evento de El Niño na mesma categoria do período analisado acima, e mesmo assim, o número de dias e noites quentes foi bem inferior a 1998, com 55,4% e 48,5% abaixo, respectivamente. Pode-se concluir, também, que, mesmo havendo uma tendência estatisticamente significativa de aumento do índice de precipitação acumulada de 5 dias, a cidade de Arcoverde mostra uma existência de anos em desarmonia com a série, ou parte dela está dentro dos aspectos naturais da dinâmica e variedade do clima. Isso mostra que não se pode afirmar se o comportamento climático da variável precipitação ocorreu devido ao efeito das mudanças climáticas globais, podendo ser uma consequência de vários fatores, que vão desde a urbanização acentuada (formação de ilhas de calor) até a ação de fenômenos naturais de grande escala como a Oscilação Decadal do Pacífico. Não podemos afirmar que essas alterações são devidas aos fatores climáticos alterados pela ação do homem ou devido aos ciclos sinodais que o planeta enfrenta. Nesse caso, é importante definir políticas de planejamento ambiental, assim como a implementação de políticas nacionais de avaliação de vulnerabilidade às mudanças de clima, além do estabelecimento das zonas de risco a eventos extremos de tempo e clima, com a finalidade de definir critérios de adaptação e políticas de mitigação.

2.1.6.6 Sumário das Conclusões

a) Bacias Hidrográficas do Piranhas-Açu na Paraíba e Rio Grande do Norte e Jaguaribe no Ceará

Com base nos modelos utilizados no estudo, os cenários futuros apontam para as seguintes tendências (2041-2070): dois apontam para uma intensificação das condições de aridez no centro desta região, ao mesmo tempo em que indica manutenção para o noroeste da região Nordeste; o terceiro modelo, revela uma atenuação das condições de aridez para toda a região.

Acompanhando a tendência revelada na precipitação, as vazões regularizadas pelos reservatórios da região apontaram um cenário futuro compatível com as condições de aridez.

b) Bacia do Rio São Francisco

Conforme exposto por Silveira (2016), “todos os modelos apresentaram tendência positiva para a temperatura no período de 2011 a 2100 e diverge quanto o futuro das precipitações. Apesar dessa divergência, o conjunto de modelos projetam anomalias entre -20% e 20% em cada período de 30 anos para essa variável”.

c) Mudanças Climáticas no Semiárido do Nordeste Brasileiro

Nesse estudo, o foco foi a temperatura de um ponto da região semiárida do Nordeste, mais especificamente a cidade de Arcoverde no Estado de Pernambuco, entre 1974 e 2010. Os resultados mostraram uma situação contraditória em relação à temperatura, pois o fenômeno de dias e noites quentes acontece de forma diferente para o período de El Niño na mesma categoria. Este fato indica maior complexidade no fator mudança climática e aponta para políticas de mitigação e adaptação da sociedade às variações do clima.

2.1.7 Comparações com o PERH/PB de 2006

No PERH-PB/2006, as estações do INMET possuíam dados dos anos de 1961 a 1990, contendo em seu registro dados de apenas quatro estações (Campina Grande, João Pessoa, Monteiro e São Gonçalo). Já para a atualização do item de climatologia do PERH/PB foi utilizado o novo período de dados das estações climáticas do INMET, compreendido entre 1981 e 2010, os quais foram liberados no ano de 2018. Nessa atualização dos registros foram incluídas mais duas estações (Areia e Patos).

Usando os dados atualizados do INMET, geraram-se novos gráficos e mapas com traçados das isolinhas das médias anuais dos seguintes elementos: precipitação, temperatura média, mínima e máxima, velocidade e direção do vento, radiação solar, evaporação e evapotranspiração potencial.

Para um maior detalhamento e descrição do clima do Estado da Paraíba, na atualização do PERH/PB, os dados do INMET foram processados e, por meio do método dos polígonos de Thiessen, foram definidos para cada uma das onze bacias hidrográficas (Abiaí, Camaratuba, Curimataú, Gramame, Guaju, Jacu, Mamanguape, Miriri, Paraíba, Piranhas e Trairi).

Em relação à classificação climática de Köeppen, o mapa climático foi atualizado usando os arquivos produzidos no trabalho de Alvares et al. (2013), que desenvolveu um estudo detalhado de classificação climática para o Brasil.

Em complemento ao trabalho desenvolvido no PERH-PB/2006, acrescentaram-se os dados de evaporação dos 123 açudes existentes no Estado, utilizando os dados disponibilizados pela ANA (2017) e pela AESA (2018).

Ainda como forma de complementação, incluiu-se o estudo mais recente, tendo como instituição de referência a FUNCEME, relacionado ao prognóstico e impacto das mudanças climáticas até o ano de 2100 na bacia do Rio São Francisco.

2.2 ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO

2.2.1 Fontes de Consultas Utilizadas

- SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste ;
- Climatologia do Estado da Paraíba – Boletim Técnico 01/99;
- Estudo da Qualidade dos Dados – SCIENTEC 1999;
- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA;
- Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC;
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME;
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET;
- Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN
- Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais – CEMADEN;

2.2.2 Metodologia

- Levantamento, Análise e Consolidação dos Dados;
- Mapeamento das Falhas, Análise, Preenchimento e Correção de Falhas pelo Método do Vetor Regional (HIEZ, 1978);
- Homogeneização dos Dados – Método da Dupla Massa;

- Isoietas da Precipitação Média Anual – Método do inverso da distância ao quadrado;
- Curvas de Intensidade/Duração/Frequência – IDF – Modelo Probabilístico de Gumbel e Isozonas de Torrico.

2.2.3 Introdução

O estudo da precipitação no Estado da Paraíba baseou-se em estações de monitoramento da precipitação não só desse Estado, mas também de estações do Ceará, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte. Esse estudo partiu do conhecimento gerado em relatórios e estudos anteriores, entre eles o Boletim técnico 01/99 – Climatologia no Estado da Paraíba – Estudo da Qualidade dos Dados, de 1999 (SCIENTEC, 1999). A partir desse documento, foram pré-selecionados os postos pluviométricos para o PERH-PB, uma vez que, no estudo de 1999, um conjunto de postos já foram apontados como de baixa qualidade, pois chegavam a ter até 25% de falhas anuais. Considerando a quantidade de anos com falhas, as necessárias correções não podem gerar dados confiáveis, não permitindo, assim, sua incorporação a este estudo. Sabe-se que a precipitação é monitorada nesse Estado desde o início da primeira década dos anos de 1900, tendoo primeiro posto entrado em operação em 1908, qual seja, o posto do Aç. Engenheiro Avidos (código da SUDENE: 3833908).

2.2.4 Definição da base de dados

A base de dados deste estudo foram os dados diários de precipitação monitorados nos quatro Estados (PB, CE, PE e RN). Para tanto, foram utilizados dados gerados pela SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), que operou a rede de monitoramento da precipitação até cerca de 1994, quando a rede foi repassada para os Estados. Também foram utilizados dados monitorados pelos então órgãos gestores de recursos hídricos, a AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas) do Estado da Paraíba, a APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima) do Estado de Pernambuco, FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) do Estado do Ceará e EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais).

Na Paraíba, existem atualmente 354 estações oficiais de monitoramento da precipitação, sendo 89 estações pluviográficas (14 da AESA, 6 do INMET e 69 do CEMADEN) e 265 estações pluviométricas do tipo Ville de Paris da AESA). Na região fronteiriça da Paraíba, foram consideradas 16 da APAC, 9 da FUNCEME e 26 da EMPARN, para melhor entendimento desSa variável, uma vez que sua ocorrência e distribuição espacial independe de limites estaduais. Em relação ao que foi levantado pelo PERH-PB de 2006, esse registrava a existência de 242 estações de monitoramento (sendo 235 postos pluviométricos e 7 pluviográficos), havendo assim acréscimo de 112 novas estações, representando cerca de 46 %. Vale salientar aqui que o maior ganho advém das instalações dos pluviógrafos do CEMADEN, que iniciou a instalação de sua rede em 2014, tendo a operação propriamente dita começado apenas em 2015. Atualmente, estão em operação 69 estações automáticas do CEMADEN, as quais registram a precipitação a cada 10 minutos, quando de sua ocorrência. Essas 69 estações não estão distribuídas homogeneamente na Paraíba.As maiores concentrações de estações estão na cidade de Campina Grande (8 no total) e na região da Grande João Pessoa (13 no total), integrada por João Pessoa, Bayeux e Cabedelo. Porém, o uso desses dados não foi possível pela curta extensão de sua série temporal, não chegando ainda a cinco anos de dados completos. Ainda assim, deve-se atentar para a operação e manutenção dessa rede complementar, que, embora objetivando prevenir as cidades dos

desastres naturais, poderá ser utilizada futuramente para diversas outras finalidades da área de recursos hídricos, entre elas, o traçado de curvas Intensidade-Duração-Frequência (IDF) com dados observados. A **Figura 2.49** apresenta o mapa com a localização de todas as estações em operação no ano de 2017, não significando que todas elas foram utilizadas no PERH-PB.

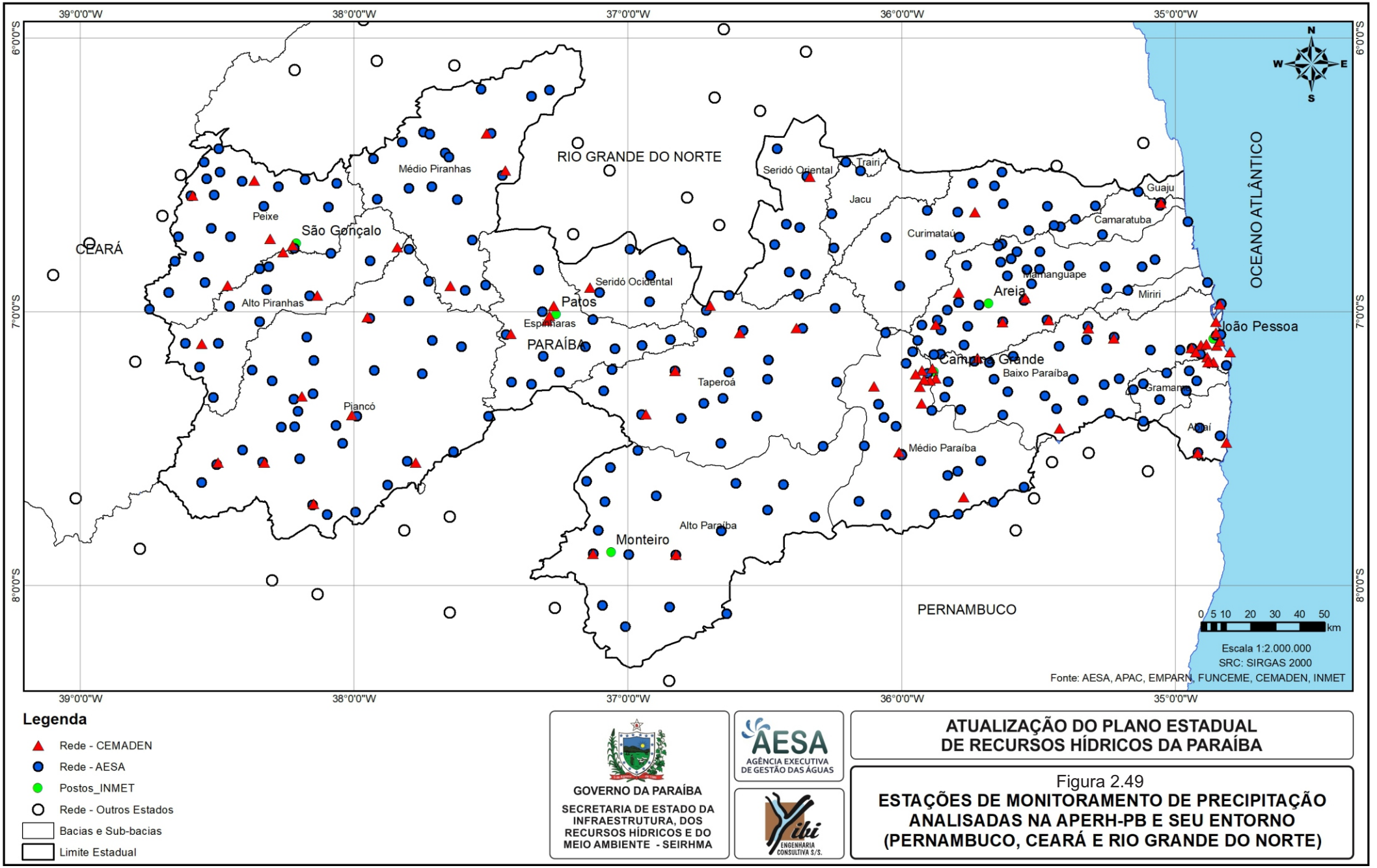
De acordo com o citado estudo de 1999, a instalação da rede de monitoramento da precipitação pode ser dividida, basicamente, em 3 períodos: 1910-1914, 1930-1935 e 1961-1962. Devem ainda ser considerados 3 períodos mais recentes: 1994-2000 (apenas postos da AESA), maior igual a 2001 (apenas postos da AESA) e maior igual a 2014 (apenas postos do CEMADEN). Dessa forma, a rede de monitoramento da precipitação na Paraíba tem postos instalados em 6 períodos.

A partir dessas fases de instalação de monitoramento, foram determinados os períodos de dados para cada estação. Esses períodos variam de 4 anos até 110 anos. A determinação dos períodos de dados para o estudo foi feita a partir da subtração do ano final menos o ano inicial, sem considerar, portanto, a quantidade de anos intermediários com falhas.

Embora tenham sido inventariadas 354 estações de monitoramento da precipitação, após a análise de qualidade dos dados realizada e dos períodos comuns, requisitos importantes para a análise da precipitação e posterior uso no modelo chuva-vazão, chegou-se a um total de 137 estações de monitoramento da precipitação para uso no PERH-PB, apresentadas na **Figura 2.50**. Antes da correção de falhas (mensais e diárias), foram considerados dois critérios para seleção das estações pluviométricas, os quaisseriam estudados, considerando a premissa inicial de que o ano final do estudo é 2017, e que o período deveria ser de, pelo menos, 50 anos, requisitado para a modelagem chuva-vazão:

- Estações com pelo menos 50 anos de dados. Para tanto, foram selecionados os postos com ano final de operação maior ou igual a 2014 e ano inicial menor ou igual a 1964. Esse primeiro critério implica que, por exemplo, há a possibilidade de correção de anos dos últimos 3 anos da série temporal (2015 a 2017);
- Para as estações selecionados no primeiro critério e agora usando o período de 1962 a 2017 (56 anos de dados), foram computados os totais de anos e meses com falhas. Foram, então, excluídos da seleção anterior aqueles postos de monitoramento com falha nos dados mensais maior ou igual a 25%, o que equivale a 14 anos (ou 168 meses), contínuos ou não.

Ainda sobre o período de dados das estações de monitoramento da precipitação utilizadas neste estudo, após a análise inicial, decidiu-se adotar o período compreendido entre Jan./1962 a Dez./2017, equivalente a 56 anos, sendo superior ao requerido no Termo de Referência deste Plano. A adoção desse período implicou no uso de 137 estações de monitoramento, resultando em uma densidade de 1 estação a cada 412 km². A adoção de estações com período de monitoramento iniciado em, aproximadamente, 1910 e 1930, implicaria na redução da densidade de estações de monitoramento para 1 estação a cada 1.710 km² e 1 estação a cada 925 km², respectivamente. Descartou-se, por completo, a análise com todos as estações em operação atualmente, a qual, embora resultasse em uma densidade menor que 1 estação a cada 200 km², não comtemplaria o período mínimo de 50 anos, requisitado pelo TDR.



Legenda

- Rede - CEMADEN
- Rede - AESA
- Postos_INMET
- Rede - Outros Estados
- Bacias e Sub-bacias
- Limite Estadual

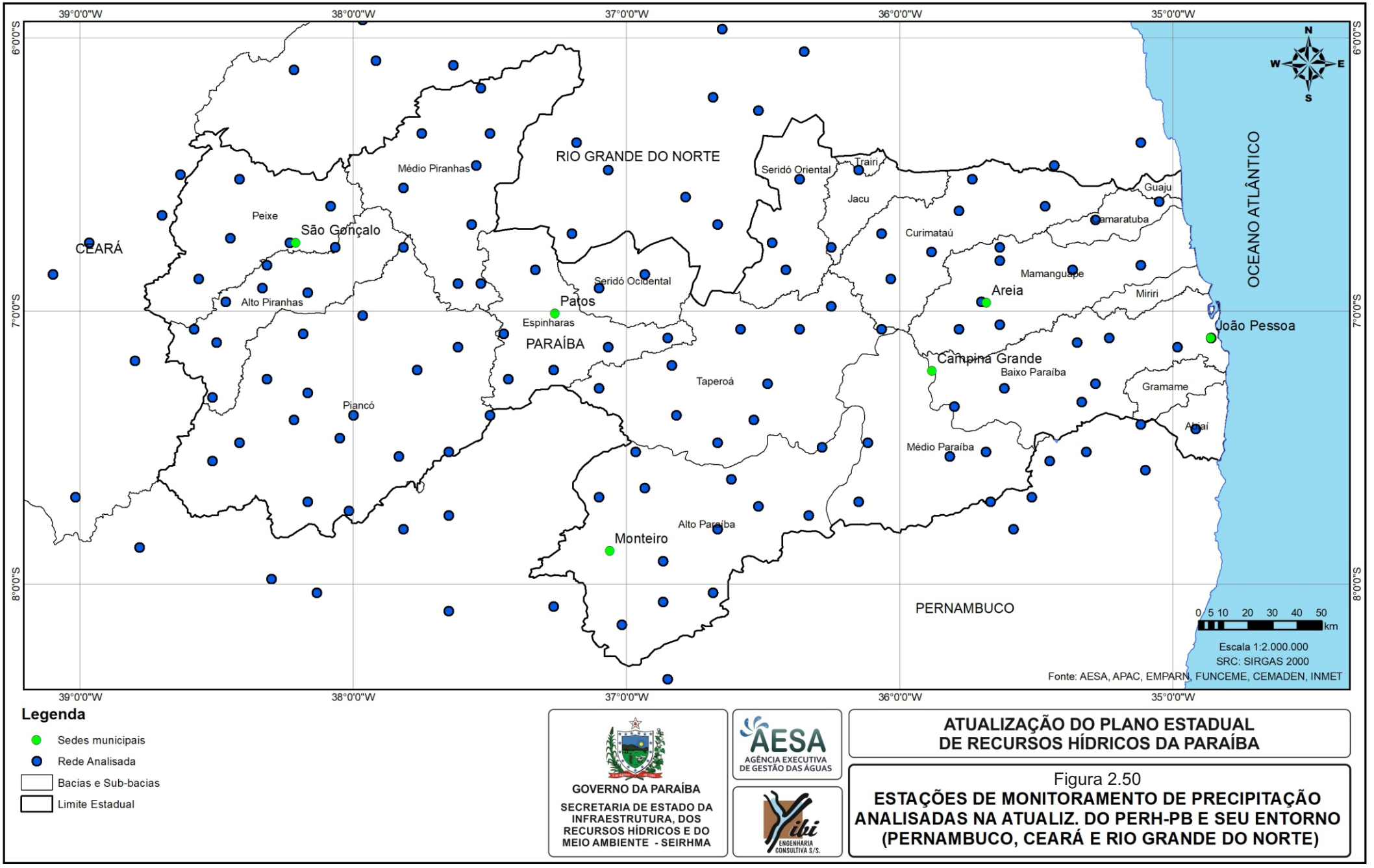
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.49
ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DE PRECIPITAÇÃO ANALISADAS NA APERH-PB E SEU ENTORNO (PERNAMBUCO, CEARÁ E RIO GRANDE DO NORTE)



Legenda

- Sedes municipais
- Rede Analisada
- 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
ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DE PRECIPITAÇÃO ANALISADAS NA ATUALIZ. DO PERH-PB E SEU ENTORNO (PERNAMBUCO, CEARÁ E RIO GRANDE DO NORTE)

Além disso, o período selecionado implica também em uma boa distribuição espacial da rede de monitoramento da precipitação utilizada, o que não foi verificado nos dois outros possíveis períodos.

Assim, para o período selecionado para o estudo (Jan./1962 – Dez./2017), foram mapeadas as falhas nos dados mensais dos anos analisados, resultando no mapa em anexo. Algumas conclusões foram extraídasdesse mapeamento e são importante na análise final dos dados:

- Há um aumento considerável de falhas nos dados mensais, entre os anos de 1990 a 1993, quando o número médio de falhas ficou acima de 5 meses. Essas falhas já tinham sido apontadas pelo relatório de 1999 epodem ser vistas na **Figura 2.51**;
- A quantidade média de falhas mensais tende a aumentar com o tempo, no período mais recente. A partir de 2000 até 2016, as falhas nos dados saem de média próxima a 1 mês para uma média pouco maior que 2 meses (**Figura 2.51**);
- O período de 1963 a 1975 foi o aquele em que menos falhas ocorreram nas medições, a média era em torno de 0,4 mês (**Figura 2.51**);
- O último ano da série analisada (2017) tem 4 meses de média de falhas, possivelmente porque os dados de 2017 ainda não foram completamente inseridos no banco de dados da AESA;
- Para os 137 postos analisados e período analisado (1962-2017), -foi contabilizada a porcentagem de meses com falhas. Na **Figura 2.52,** podem ser vistos esses valores: A média calculada foi de 8,6 % dos meses, significando que cada estação de monitoramento tem em média 57 meses com falhas, para um período de 56 anos de dados, ou seja, 672 meses. Como a distribuição dessas falhas não é homogênea (ver **Figura 2.52**), verifica-se ainda nessa figura que há situações distintas quanto às falhas, 52 postos apresentam menos de 5% dos meses com falhas, 36 postos apresentam de 5 a 10% de falhas mensais, 20 postos apresentam de 10 a 15% de falhas mensais, e 29 postos apresentam um percentual de falhas maior que 15%.

Figura 2.51 - Análise da quantidade da média de falhas mensais dos postos pluviométricos estudados por ano – estações pluviométricas da Paraíba.

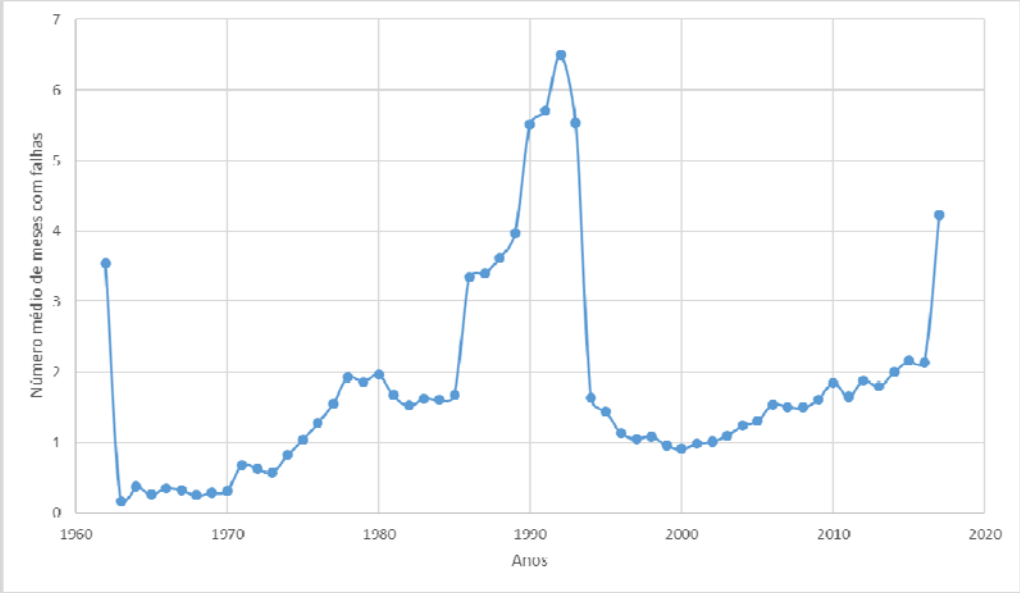
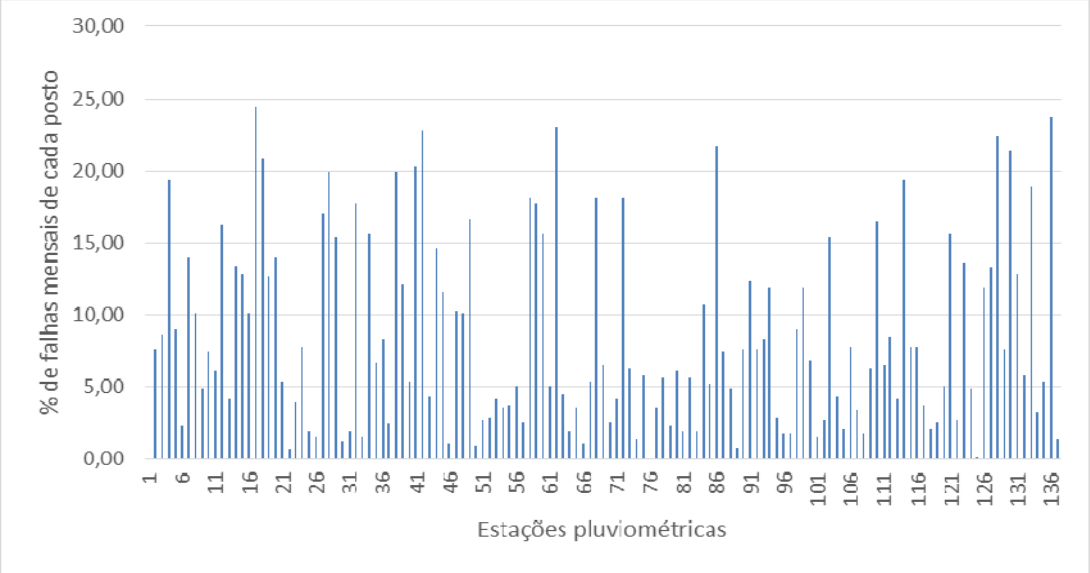


Figura 2.52 - Análise da quantidade da média de falhas mensais dos postos pluviométricos estudados por ano – 137 estações pluviométricas da Paraíba, utilizadas na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos.



Definidos o período e rede de estações de monitoramento para análise, passou-se para a correção das falhas mensais e diárias, uma vez que, na prática, dificilmente, são encontradas estações pluviométricas sem a ocorrência delas. Assim, procedeu-se à correção de falhas (mês sem registro de seu total precipitado) e erros (valor registrado, mas de forma incorreta). Para tanto, foi utilizado, na base mensal, o Método do Vetor Regional (HIEZ, 1978). De acordo com Tucci (1993), o Vetor Regional é definido com uma série cronológica, sintética, de índices pluviométricos anuais ou mensais, oriundos da extração por um método de máxima verossimilhança da informação mais provável, contida nos dados de um conjunto de estações pluviométricas, agrupadas regionalmente. O método baseia-se na geração de dois vetores ótimos, L e C, cujo produto resulta numa matriz com valores de precipitações sintéticas. O vetor L é um vetor coluna de dimensão n (n meses em estudo), o qualrecebe o nome de vetor regional, enquanto o vetor C é um vetor linha de dimensão m (m postos pluviométricos), o qual representa os coeficientes características de cada estação. A estimativa da lâmina precipitada de um certo mês i de um posto j é dada portanto pela seguinte equação:

$$p_{ij} = L_i x C_j$$

Para tanto, a região de estudo foi separada em dez regiões, as quais têm características similares do ponto de vista do total precipitado anualmente e do período chuvoso.

A verificação da homogeneização dos dados de precipitação foi realizada pelo conhecido método da Dupla Massa, na escala mensal. O método consiste em plotar em um gráfico a precipitação média acumulada da região contra a precipitação acumulada dos postos pluviométricos de cada região. Na ocorrência de modificações da inclinação da reta formada pelos dois conjuntos de dados plotados, o(s) menor(es) período(s) modificados eram então corrigidos pela seguinte equação:

$$P_c = P_a + (M_a/M_o)x\Delta P_o$$

Em que:
Pc – é a precipitação acumulada ajustada à tendência desejada;
Pa – valor da ordenada correspondente à interseção das duas tendências;
Ma – o coeficiente angular da tendência desejada;
Mo – o coeficiente angular da tendência a corrigir;

$\Delta P_o = Pa - Po$, sendo Po o valor acumulado a ser corrigido.

As dez regiões separadas para a aplicação do método do Vetor Regional foram também utilizadas para homogeneização. Essas regiões podem ser vistas na **Figura 2.53**.

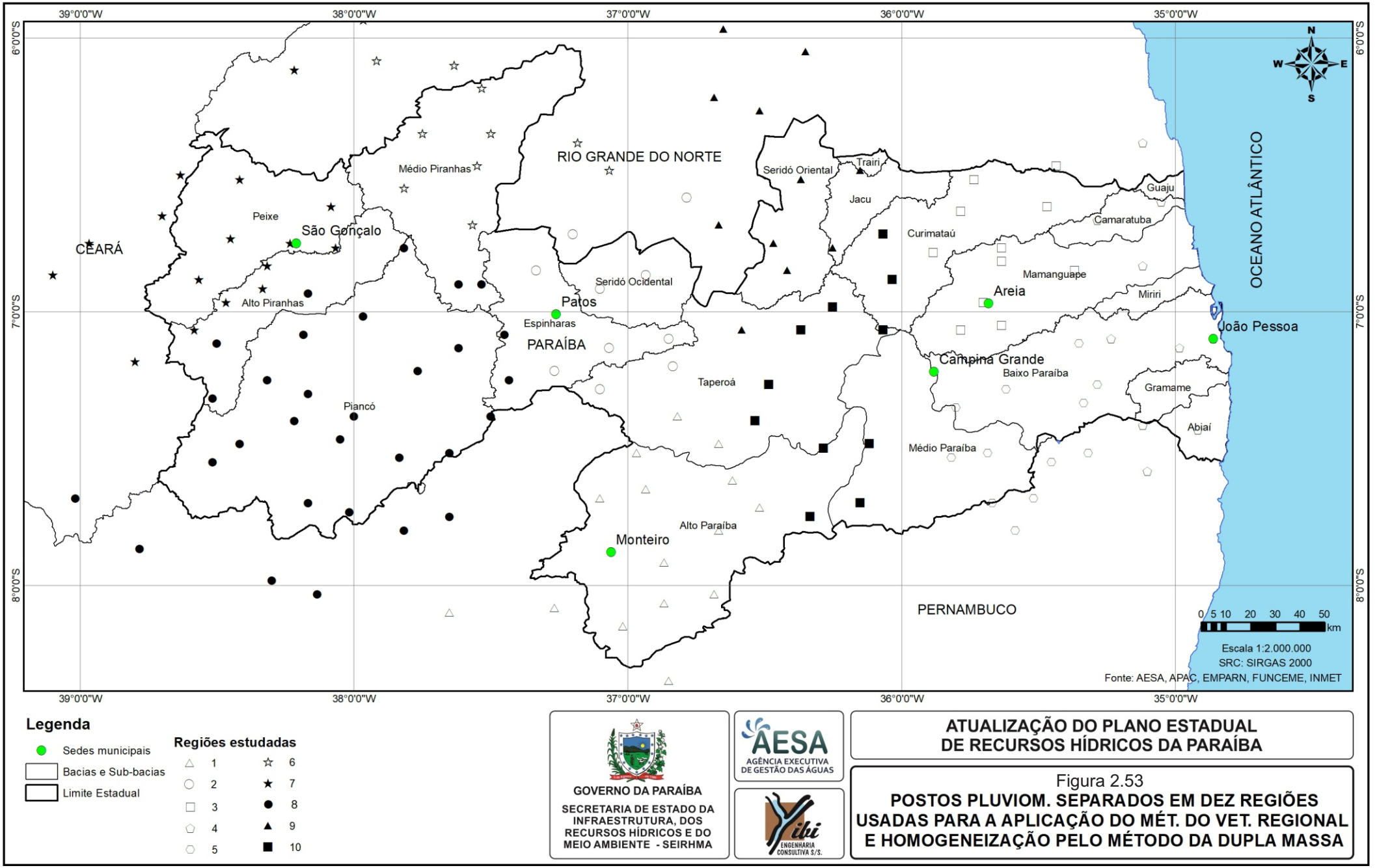
Corrigidas as falhas e erros, e feita a análise de homogeneidade dos dados mensais, passou-se para a correção e homogeneização dos dados diários. De forma simples, os coeficientes utilizados para a homogeneização mensal foram aplicados aos dados diários. Já a correção dos dados diários foi feita considerando a proporcionalidade da precipitação mensal gerada para um posto com falha e de um posto na sua vizinhança, com melhor correlação mensal, cujo dado não tenha sido corrigido, de forma a evitar a correção com um dado já corrigido.

Ao final, foi gerado um banco de dados com precipitações diárias corrigidas e homogeneizadas das 137 estações pluviométricas previamente selecionadas, para um período total de 56 anos (1962-2017). Esses dados encontram-se em uma planilha do Excel e será também utilizados para a segunda etapa do trabalho, ou seja: 1 – traçado das isoietas da precipitação média anual; 2 – seleção de postos pluviométricos representativos de cada sub-bacia hidrográfica, o que, consequentemente, é representativa da bacia hidrográfica, e análises estatísticas anuais, mensais e diárias; 3 – com esses mesmos postos foram traçadas as curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) para 10, 20, 50 e 100 de período de retorno. Essas etapas são apresentadas a seguir.

2.2.5 Isoietas da precipitação média anual

Para traçado das isoietas da precipitação média anual, foram utilizados os dados de precipitação corrigidos e homogeneizados, a partir do acúmulo das precipitações diárias de cada posto de cada ano. Para cada posto, determinou-se então a precipitação média anual, e, utilizando-se o método do inverso da distância ao quadrado, os dados de precipitação anual foram interpolados. Assim, do mapa interpolado foram traçadas as isoietas, apresentadas na **Figura 2.54**.

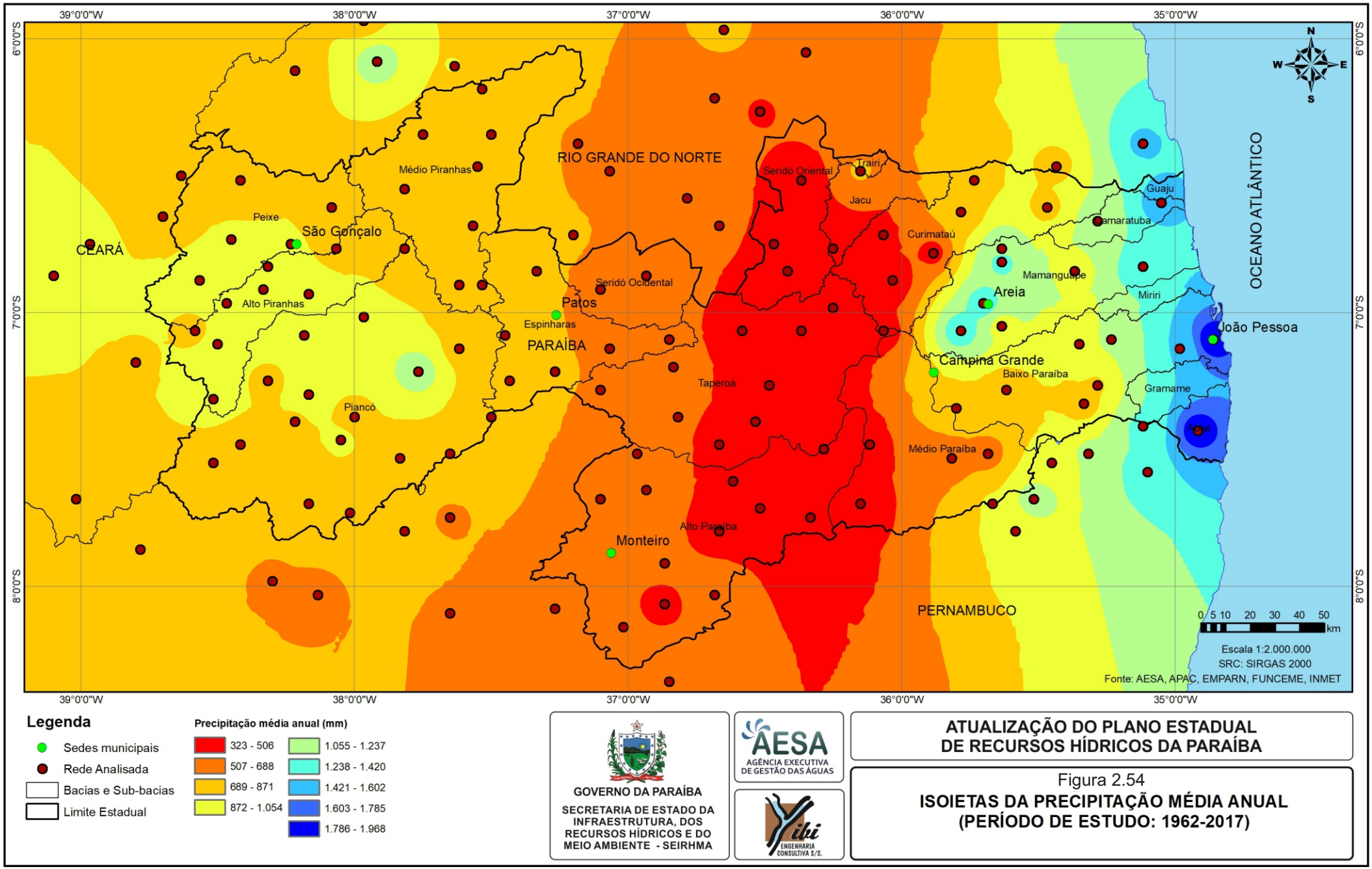
Analisando-se a última figura e a apresentada no Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) de 2006, observa-se que as isoietas apresentam comportamento semelhante ao da figura anterior, em grande parte do Estado da Paraíba, com exceção do litoral. Essa diferença pode ter como origem dois fatores: (i) método de interpolação; (ii) quantidade de postos pluviométricos utilizados no litoral nos dois momentos.



ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Figura 2.53

POSTOS PLUVIOM. SEPARADOS EM DEZ REGIÕES USADAS PARA A APLICAÇÃO DO MÉT. DO VET. REGIONAL E HOMOGENEIZAÇÃO PELO MÉTODO DA DUPLA MASSA



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 2.54

ISOIETAS DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (PERÍODO DE ESTUDO: 1962-2017)

2.2.6 Seleção dos Postos Pluviométricos Representativos e Análises Estatísticas Anual, Mensal e Diária

Para a seleção dos postos pluviométricos representativos de cada sub-bacia hidrográfica foram usados dois critérios, a saber: (1) seleção de pelo menos um posto pluviométrico por sub-bacia hidrográfica; (2) Postos pluviométricos com os menores valores de porcentagem de falhas nos dados mensais, os quais não passaram pelo processo de homogeneização. Dessa forma, 28 postos pluviométricos foram selecionados, os quais podem ser vistos nas **Tabelas 2.20** e **2.21** e na **Figura 2.55**.

Para cada um dos postos pluviométricos da tabela anterior, foram realizadas as análises estatísticas de modo a caracterizar melhor as precipitações anuais, mensais e diárias. Nas **Tabelas 2.22** a **2.49** são apresentados os resultados para as precipitações anuais e mensais por cada posto. Da **Tabela 2.21** (Análise anual), algumas conclusões são importantes de serem apontadas:

- O posto pluviométrico de Picuí e Cabaceiras são os postos comas menores precipitações médias anuais, iguais a 401,4 mm e 406,1 mm, respectivamente. Porém, há outros postos pluviométricos com precipitação média anual nessa mesma ordem de grandeza, são eles: Taperoá (576,2 mm), Soledade (429,3 mm), São João do Cariri (492,1 mm), Sumé (563,2 mm), São João do Tigre (457,6 mm), Sossego (422,1 mm) e Barra de Santa Rosa (472,7 mm), totalizando, assim, 9 postos pluviométricos nessa situação;
- Três postos pluviométricos têm precipitação média anual maior que 1.500 mm, são eles: João Pessoa (1.970,6 mm), Alhandra (1.958,6 mm) e Mataraca (1.544,0 mm).

Tabela 2.20 - Postos pluviométricos representativos de cada sub-bacia hidrográfica*.

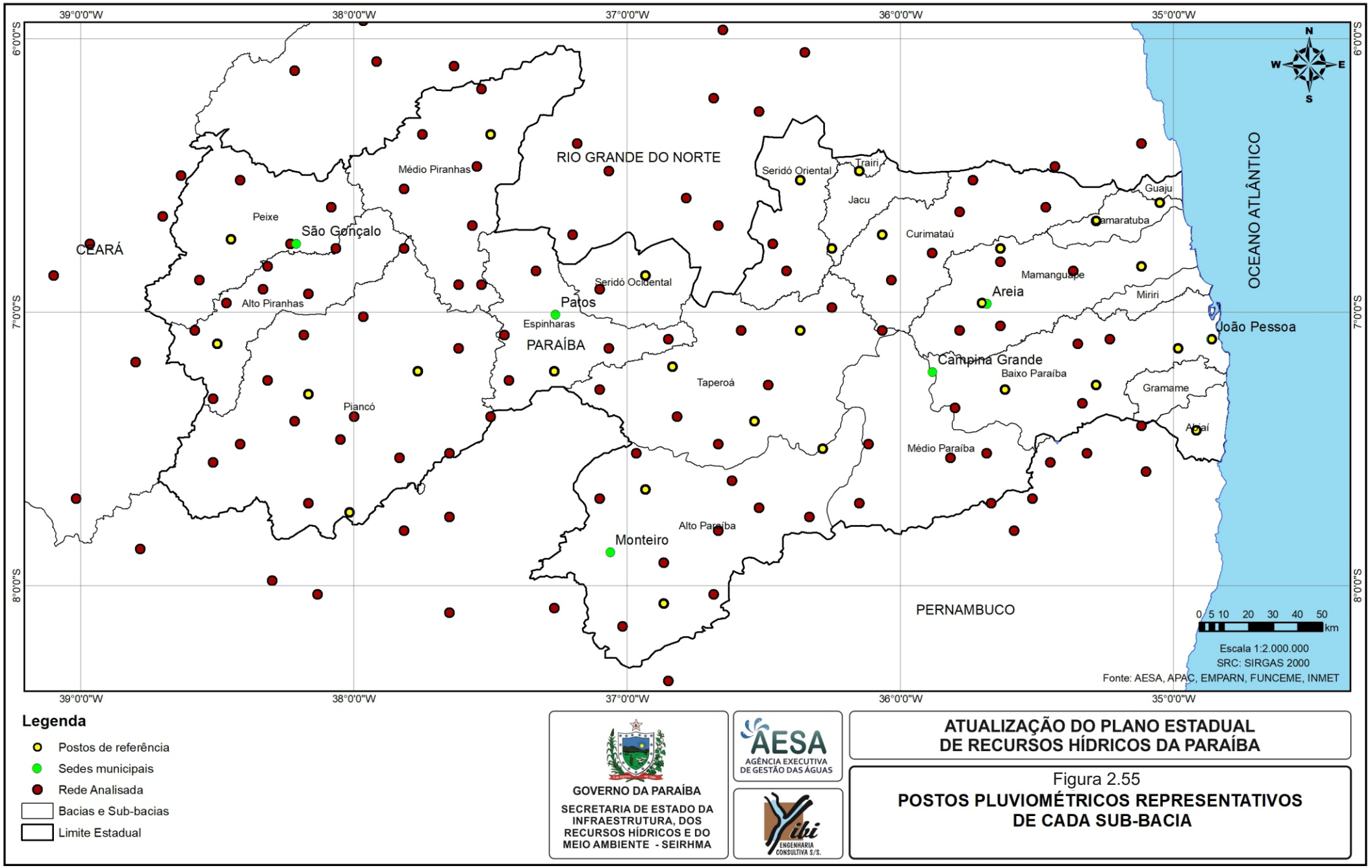
Sub-bacia hidrog.	Código da est. Pluv.	Nome da est. Pluv.	% de meses com falhas (%)	Prec. Média anual (mm)
Sub-bacia do Rio do Peixe	3833413	Antenor Navarro	1,49	889,4
Sub-bacia do Alto Piranhas	3843202	São José de Piranhas	1,04	993,5
Sub-bacia do Médio Piranhas	3825701	Brejo do Cruz	7,44	843
Sub-bacia do Rio Piancó	3843667	Itaporanga	18,15	962,1
Sub-bacia do Rio Piancó	3853499	Princesa Isabel	2,08	841,2
Sub-bacia do Rio Piancó	3844448	Olho d'Água	1,34	1.220,10
Sub-bacia do Rio Espinharas	3845448	Teixeira	5,65	780,9
Sub-bacia do Rio Seridó Ocidental	3836715	Santa Luzia	4,32	607,6
Sub-bacia do Rio Seridó Oriental	3837028	Picuí	14,58	401,4
Sub-bacia do RioTaperoá	3846434	Taperoá	10,71	576,2
Sub-bacia do Rio Taperoá	3847128	Soledade	4,91	429,3
Sub-bacia do Rio Taperoá	3846894	São João do Cariri	21,73	492,1
Sub-bacia do Alto Paraíba	3856314	Sumé	19,35	563,2
Sub-bacia do Alto Paraíba	3866128	São João do Tigre	3,27	457,6
Sub-bacia do Médio Paraíba	3857044	Cabaceiras	2,08	406,1
Sub-bacia do Baixo Paraíba	3848579	Ingá	11,9	715,1
Sub-bacia do Baixo Paraíba	3940206	Santa Rita**	23,66	1.424,00
Sub-bacia do Baixo Paraíba	82798	João Pessoa	19,35	1.970,60
Sub-bacia do Baixo Paraíba	3849545	Pilar	8,93	850,8
Gramame e Abaiaí-Papocas	3940819	Alhandra	1,34	1.958,30
Bacia do Rio Mamanguape	3839679	Mamanguape	15,62	1.374,00
Bacia do Rio Mamanguape	3838962	Areia	5,06	1.392,80
Bacia do Rio Mamanguape	3838575	Bananeiras	3,57	1.194,70
Bacia do Rio Camaratuba	3839291	Mataraca	18,15	1.544,00
Bacia do Rio Camaratuba	3839345	Jacaraú	17,71	1.145,00
Bacia do Rio Miriri	3839679	Mamanguape	15,62	1.374,00
Bacia do Rio Jacú	3827973	Cuité	10,12	716,3
Bacia do Rio Jacú	3837552	Sossego	10,27	422,1
Bacia do Rio Curimataú	3837488	Barra de Santa Rosa	11,61	472,7

*Obs.: Algumas sub-bacias hidrográficas têm mais de um posto representativo, pois a precipitação anual tem variações significativas dentro da mesma sub-bacia.

**Posto que pode ser utilizado para a bacia hidrográfica do Rio Gramame.

Tabela 2.21 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise anual.

Sub-bacia hidrog.	Código da Est. Pluv.	Nome da est. Pluv.	Prec. Média anual (mm)	Desvio padrão (mm)	Coeficiente de variação (%)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Sub-bacia do Rio do Peixe	3833413	Antenor Navarro	889,4	267,8	30,1	459,4	1.519,3
Sub-bacia do Alto Piranhas	3843202	São José de Piranhas	993,5	316,9	31,9	531,9	2.249,5
Sub-bacia do Médio Piranhas	3825701	Brejo do Cruz	802,0	306,0	38,2	158,0	1.608,0
Sub-bacia do Rio Piancó	3843667	Itaporanga	962,1	358,8	37,3	388,7	2.001,4
Sub-bacia do Rio Piancó	3853499	Princesa Isabel	841,2	327,9	39,0	202,9	2.395,9
Sub-bacia do Rio Piancó	3844448	Olho d'Água	1.220,1	522,0	42,8	250,3	2.726,9
Sub-bacia do Rio Espinharas	3845448	Teixeira	780,9	290,8	37,2	177,6	1.532,7
Sub-bacia do Rio Seridó Ocidental	3836715	Santa Luzia	607,6	278,9	45,9	123,4	1.372,4
Sub-bacia do Rio Seridó Oriental	3837028	Picuí	401,4	184,6	46,0	63,8	915,5
Sub-bacia do Rio Taperoá	3846434	Taperoá	576,2	272,6	47,3	128,2	1.423,8
Sub-bacia do Rio Taperoá	3847128	Soledade	429,3	191,6	44,6	89,0	873,9
Sub-bacia do Rio Taperoá	3846894	São João do Cariri	492,1	234,2	47,6	100,5	1.191,2
Sub-bacia do Alto Paraíba	3856314	Sumé	563,2	255,7	45,4	27,0	1.210,1
Sub-bacia do Alto Paraíba	3866128	São João do Tigre	457,6	218,9	47,8	82,0	1.134,9
Sub-bacia do Médio Paraíba	3857044	Cabaceiras	406,1	169,4	41,7	62,9	775,5
Sub-bacia do Baixo Paraíba	3848579	Ingá	715,1	217,0	30,4	294,2	1.404,7
Sub-bacia do Baixo Paraíba	3940206	Santa Rita**	1.424,0	376,8	26,5	693,9	2.350,6
Sub-bacia do Baixo Paraíba	82798	João Pessoa	1.970,6	498,5	25,3	1.017,3	3.475,7
Sub-bacia do Baixo Paraíba	3849545	Pilar	850,8	280,4	33,0	371,4	1.887,0
Bacia do Rio Gramame e Abaiaí-Papocas	3940819	Alhandra	1.958,3	490,1	25,0	1.087,2	3.088,8
Bacia do Rio Mamanguape e Miriri	3839679	Mamanguape	1.374,0	428,0	31,1	591,6	2.597,1
Bacia do Rio Mamanguape	3838962	Areia	1.392,8	325,6	23,4	558,4	2.188,9
Bacia do Rio Mamanguape	3838575	Bananeiras	1.194,7	341,9	28,6	498,9	1.997,0
Bacia do Rio Camaratuba	3839291	Mataraca	1.544,0	407,4	26,4	747,5	2.614,8
Bacia do Rio Camaratuba	3839345	Jacaraú	1.145,0	332,8	29,1	623,7	1.944,8
Bacia do Rio Jacú	3827973	Cuité	716,3	279,4	39,0	263,5	1.543,9
Bacia do Rio Jacú	3837552	Sossego	422,1	218,0	51,6	97,8	1.057,7
Bacia do Rio Curimataú	3837488	Barra de Santa Rosa	472,7	238,5	50,5	116,9	1.203,9



Legenda

- Postos de referência
- Sedes municipais
- Rede Analisada
- 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 2.55

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS REPRESENTATIVOS DE CADA SUB-BACIA

Tabela 2.22 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Antenor Navarro.

Média (mm)	121,4	159,1	216,1	179,7	86,3	36,2	21,1	8,1	4,6	10,9	11,3	34,5
Desv. Pad	90,0	93,7	107,4	119,2	71,8	39,3	20,7	11,7	11,9	19,4	17,6	48,7
CV	74,1	58,9	49,7	66,4	83,2	108,6	97,7	144,8	258,5	178,0	154,9	141,0
Mínimo	4,2	2,2	52,5	20,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	335,2	427,1	677,1	482,9	294,4	238,4	80,6	39,4	67,6	101,1	78,0	233,3

Tabela 2.23 – Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – São José de Piranhas.

Média (mm)	154,0	183,7	237,2	186,7	75,9	32,9	19,0	5,4	8,4	16,1	20,1	54,0
Desv. Pad	100,5	110,5	129,2	125,7	60,0	28,6	21,6	10,6	21,6	24,2	36,6	58,6
CV	65,3	60,1	54,5	67,3	79,1	87,1	113,7	196,3	257,5	150,1	182,1	108,5
Mínimo	17,7	23,0	40,1	20,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	448,8	471,3	686,3	613,9	248,7	102,4	101,8	63,2	135,3	96,3	225,0	206,1

Tabela 2.24 – Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Brejo do Cruz.

Média (mm)	76,4	126,9	203,7	186,5	96,6	42,4	23,5	7,4	2,7	3,8	7,8	24,3
Desv. Pad	70,0	90,4	107,0	119,9	85,7	44,5	29,7	23,6	8,1	11,6	18,3	36,6
CV	91,6	71,3	52,5	64,3	88,7	104,9	126,4	316,9	297,8	307,0	234,0	151,0
Mínimo	0,0	0,8	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	278,7	381,0	599,6	502,0	347,7	194,2	150,0	112,9	48,0	67,4	87,0	163,3

Tabela 2.25 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Itaporanga.

Média (mm)	134,6	164,0	223,6	200,1	88,8	36,9	18,2	5,4	9,9	13,1	20,0	47,4
Desv. Pad	90,3	106,2	113,7	135,0	64,3	34,7	21,5	7,6	26,4	19,4	33,1	52,7
CV	67,1	64,7	50,9	67,5	72,3	94,1	118,1	140,3	265,9	147,6	165,7	111,0
Mínimo	0,0	21,2	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	442,6	425,3	534,6	582,0	221,1	136,0	96,7	23,4	154,6	81,1	167,6	172,2

Tabela 2.26 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Princesa Isabel.

Média (mm)	105,7	135,0	182,4	158,0	84,1	41,6	31,5	9,6	9,0	12,4	18,3	53,6
Desv. Pad	92,8	105,3	104,2	108,6	63,8	36,6	26,6	13,0	15,2	17,7	25,3	55,2
CV	87,8	78,0	57,1	68,7	75,9	87,9	84,3	136,0	169,5	143,0	138,6	103,0
Mínimo	0,0	21,3	13,8	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	462,5	691,6	561,3	507,9	281,7	135,7	104,2	47,6	60,5	64,0	93,7	267,8

Tabela 2.27 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Olho d'Água.

Média (mm)	150,5	188,3	291,3	273,8	136,7	62,5	27,4	10,2	3,7	13,9	21,2	40,6
Desv. Pad	143,9	140,0	145,7	199,6	118,3	60,1	31,6	20,3	8,4	36,2	49,1	62,3
CV	95,6	74,4	50,0	72,9	86,5	96,1	115,4	199,7	228,5	260,8	231,7	153,3
Mínimo	0,0	6,3	58,3	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	721,8	517,5	763,6	891,2	494,3	234,0	126,6	98,9	40,3	177,3	272,0	364,0

Tabela 2.28 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Teixeira.

Média (mm)	93,7	134,7	209,6	164,0	68,9	27,2	18,6	6,3	4,7	5,0	11,5	36,8
Desv. Pad	98,6	106,9	128,8	120,3	71,8	31,0	17,4	9,0	12,9	13,7	15,5	50,8
CV	105,2	79,4	61,5	73,3	104,2	113,9	93,8	143,3	275,4	274,4	134,8	138,0
Mínimo	0,0	7,3	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	519,7	462,4	688,2	492,6	277,0	138,5	61,7	35,1	86,8	87,6	59,2	200,2

Tabela 2.29 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Santa Luzia.

Média (mm)	59,6	102,1	166,6	147,9	54,2	19,2	12,4	3,3	2,7	5,5	5,2	28,8
Desv. Pad	79,0	102,8	96,3	101,0	59,2	25,9	17,9	6,6	7,8	18,6	13,3	43,0
CV	132,6	100,6	57,8	68,3	109,2	134,9	143,7	196,3	290,0	339,4	257,6	149,2
Mínimo	0,0	4,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	464,1	490,7	442,2	364,3	252,4	151,7	77,9	38,1	41,5	93,4	78,0	199,4

Tabela 2.30 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Picuí.

Média (mm)	37,9	52,3	95,0	105,4	43,5	22,3	19,4	5,6	2,9	1,6	3,8	11,7
Desv. Pad	55,3	49,9	81,7	91,7	35,2	20,8	24,6	9,9	5,6	7,0	15,6	19,8
CV	145,8	95,5	86,1	87,0	81,0	93,2	126,6	176,6	191,4	431,0	414,7	169,1
Mínimo	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	279,4	212,1	338,4	408,1	151,3	94,5	106,4	51,0	23,3	43,1	115,0	94,3

Tabela 2.31 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Taperoá.

Média (mm)	59,2	83,6	142,5	119,0	58,3	31,1	24,7	9,7	5,4	4,1	4,6	34,0
Desv. Pad	82,6	76,6	108,4	96,8	57,2	29,4	26,0	12,9	13,3	12,8	8,4	83,6
CV	139,5	91,7	76,1	81,3	98,1	94,6	105,1	132,2	243,8	314,9	182,0	246,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	413,6	354,9	587,3	457,8	224,1	109,9	107,1	52,6	87,0	82,4	31,4	592,5

Tabela 2.32 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Soledade.

Média (mm)	34,3	55,3	89,6	98,5	40,9	39,0	34,3	12,7	5,2	5,2	1,7	12,4
Desv. Pad	54,4	61,7	81,4	81,2	33,6	31,0	30,0	14,2	8,0	17,7	4,0	20,3
CV	158,3	111,6	90,8	82,5	82,2	79,5	87,3	111,8	153,4	342,0	229,9	163,2
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	288,3	268,2	359,6	398,2	147,6	135,2	126,7	57,3	27,7	109,6	16,6	82,9

Tabela 2.33 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – São João do Cariri.

Média (mm)	39,9	63,5	101,3	106,1	56,1	41,7	38,5	15,6	5,5	6,6	4,0	13,4
Desv. Pad	61,2	62,3	87,7	94,3	46,6	37,2	30,0	22,3	9,5	23,5	12,0	27,0
CV	153,6	98,1	86,6	89,0	83,1	89,2	78,0	142,8	171,9	358,8	302,5	202,2
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	280,8	247,2	468,9	483,3	204,6	188,1	119,2	99,4	54,3	152,0	73,0	155,2

Tabela 2.34 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Sumé.

Média (mm)	60,1	78,2	121,2	116,2	61,0	41,1	31,0	11,5	6,4	6,1	6,6	23,5
Desv. Pad	77,4	72,0	88,4	103,8	56,6	37,5	28,9	12,0	10,6	13,6	9,8	35,9
CV	128,8	92,0	72,9	89,4	92,8	91,3	93,0	103,6	164,4	222,5	147,4	152,4
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	390,1	327,1	373,4	428,0	267,8	170,5	123,5	55,4	47,6	70,0	40,0	127,2

Tabela 2.35 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – São João do Tigre.

Média (mm)	39,9	63,5	101,3	106,1	56,1	41,7	38,5	15,6	5,5	6,6	4,0	13,4
Desv. Pad	61,2	62,3	87,7	94,3	46,6	37,2	30,0	22,3	9,5	23,5	12,0	27,0
CV	153,6	98,1	86,6	89,0	83,1	89,2	78,0	142,8	171,9	358,8	302,5	202,2
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	280,8	247,2	468,9	483,3	204,6	188,1	119,2	99,4	54,3	152,0	73,0	155,2

Tabela 2.36 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Cabaceiras.

Média (mm)	29,1	48,4	65,5	74,2	48,3	49,0	44,6	18,7	7,1	3,4	4,2	13,7
Desv. Pad	46,8	47,0	67,7	64,3	40,1	35,6	27,8	18,2	11,5	9,2	9,5	27,0
CV	160,8	97,1	103,3	86,7	83,1	72,7	62,4	97,6	161,6	269,0	227,7	197,2
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	279,2	183,8	386,0	271,2	184,8	176,0	110,4	71,0	50,0	44,9	45,0	157,0

Tabela 2.37 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Ingá.

Média (mm)	41,1	47,3	90,3	93,9	87,8	111,3	110,6	54,6	29,7	13,4	12,4	22,5
Desv. Pad	57,9	50,0	61,0	53,7	52,1	50,6	57,6	35,3	25,7	17,7	18,6	23,7
CV	140,8	105,7	67,5	57,1	59,3	45,5	52,1	64,7	86,7	132,0	150,3	105,6
Mínimo	0,0	0,0	0,0	1,4	10,0	20,8	5,8	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	370,0	242,1	270,4	218,5	299,6	255,6	324,9	127,0	89,5	103,2	105,3	79,2

Tabela 2.38 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Santa Rita.

Média (mm)	76,0	91,9	146,2	188,1	202,0	245,5	204,4	110,8	64,0	29,2	27,0	38,7
Desv. Pad	57,5	64,7	89,0	107,5	91,2	102,7	114,7	67,4	56,1	25,7	26,9	37,8
CV	75,6	70,4	60,9	57,1	45,1	41,8	56,1	60,8	87,5	88,0	99,5	97,9
Mínimo	5,6	9,6	28,0	10,5	26,3	69,4	24,5	27,1	4,6	0,0	0,0	0,3
Máximo	214,4	312,6	441,0	444,9	496,1	513,4	537,7	369,3	298,8	124,9	156,7	209,0

Tabela 2.39 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – João Pessoa.

Média (mm)	86,8	112,2	202,1	269,0	294,5	349,3	302,0	157,2	91,4	33,7	31,2	41,1
Desv. Pad	68,4	77,7	124,6	148,7	133,5	149,2	136,9	94,9	60,5	25,6	36,1	40,6
CV	78,7	69,3	61,6	55,3	45,3	42,7	45,3	60,4	66,2	76,1	115,9	98,8
Mínimo	5,5	4,5	17,5	37,9	47,8	85,6	45,8	24,1	9,4	1,0	0,0	1,5
Máximo	303,2	331,2	654,7	680,8	620,5	731,0	675,8	536,4	287,5	121,5	215,1	204,4

Tabela 2.40 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Pilar.

Média (mm)	45,3	56,0	97,7	121,8	116,9	139,9	126,3	55,9	37,3	16,4	16,2	21,1
Desv. Pad	47,9	54,6	78,9	74,9	73,6	76,2	72,2	44,0	34,5	21,6	20,7	26,3
CV	105,7	97,5	80,8	61,5	63,0	54,5	57,1	78,7	92,4	131,3	128,1	124,4
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	217,9	297,0	361,5	319,4	401,2	396,6	392,0	219,7	131,6	94,9	99,0	130,8

Tabela 2.41 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Alhandra.

Média (mm)	88,8	127,7	200,4	236,7	286,4	329,4	281,6	166,8	100,3	46,5	42,3	51,1
Desv. Pad	62,2	76,3	108,8	139,2	147,6	142,0	124,2	83,4	71,8	31,6	45,2	46,9
CV	70,1	59,8	54,3	58,8	51,5	43,1	44,1	50,0	71,5	68,0	106,8	91,9
Mínimo	0,0	7,0	45,8	41,1	26,9	102,3	83,5	26,8	5,1	5,8	0,6	0,0
Máximo	289,3	329,7	492,5	621,4	863,7	775,9	554,4	425,1	325,6	134,5	270,7	179,0

Tabela 2.42 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Mamanguape.

Média (mm)	78,6	84,9	139,6	176,4	192,6	241,2	200,0	106,9	60,7	26,9	28,2	38,1
Desv. Pad	68,5	58,5	88,9	114,0	95,4	136,6	121,9	101,9	62,4	22,5	30,4	39,8
CV	87,2	68,9	63,7	64,6	49,5	56,6	60,9	95,4	102,9	83,5	107,8	104,7
Mínimo	1,1	3,9	10,2	5,6	26,2	49,1	17,6	7,2	0,8	2,4	0,0	0,0
Máximo	436,8	273,6	440,2	517,1	451,9	734,7	482,7	550,4	323,0	106,3	147,5	263,7

Tabela 2.43 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Areia.

Média (mm)	76,6	98,6	159,3	177,1	168,4	199,2	210,5	124,9	71,5	29,8	30,5	46,5
Desv. Pad	71,5	75,2	85,6	83,6	71,0	71,0	106,5	61,7	54,5	27,6	32,9	42,4
CV	93,4	76,3	53,7	47,2	42,2	35,6	50,6	49,4	76,3	92,7	108,2	91,2
Mínimo	0,0	0,0	25,7	28,7	10,5	77,6	0,0	24,1	5,5	0,0	0,0	0,0
Máximo	457,9	385,6	347,8	400,3	462,1	399,1	522,1	308,1	219,9	134,1	157,6	221,1

Tabela 2.44 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Bananeiras.

Média (mm)	73,2	92,5	155,1	177,1	155,5	170,7	158,8	89,9	51,9	16,6	19,8	33,6
Desv. Pad	70,0	67,6	90,2	96,0	79,5	91,0	96,3	61,2	55,7	17,2	23,8	32,3
CV	95,6	73,0	58,1	54,2	51,1	53,3	60,6	68,1	107,2	103,6	119,9	96,1
Mínimo	0,0	3,8	4,8	16,7	15,1	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	393,7	364,6	390,1	452,8	350,9	482,1	375,4	289,1	273,9	73,8	105,5	147,0

Tabela 2.45 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Jacaraú.

Média (mm)	64,0	73,4	120,4	157,5	152,3	187,0	170,0	99,5	49,1	19,6	24,0	28,1
Desv. Pad	63,2	54,4	77,7	101,7	78,6	93,0	94,9	80,9	44,2	17,7	34,3	27,9
CV	98,8	74,0	64,5	64,6	51,6	49,7	55,8	81,3	90,1	90,5	143,2	99,2
Mínimo	0,0	0,0	11,6	13,5	10,2	30,5	25,1	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	368,5	211,5	330,0	431,6	411,1	488,0	464,8	491,3	214,9	66,0	197,3	111,4

Tabela 2.46 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Mataraca.

Média (mm)	87,0	109,1	171,4	209,8	217,4	248,6	222,2	112,4	73,0	29,0	28,0	36,2
Desv. Pad	74,3	72,0	97,9	110,5	111,4	91,4	117,8	66,2	67,4	29,3	31,2	36,0
CV	85,5	65,9	57,1	52,7	51,3	36,8	53,0	58,9	92,3	101,1	111,4	99,5
Mínimo	0,0	0,0	14,8	45,1	28,9	82,4	28,0	17,7	0,9	0,0	0,0	0,0
Máximo	352,1	375,8	499,0	500,0	540,6	522,4	540,4	334,0	285,4	146,8	167,7	139,4

Tabela 2.47 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Cuité.

Média (mm)	68,9	75,2	141,3	138,0	84,4	66,1	64,4	29,3	12,6	6,8	9,9	19,4
Desv. Pad	86,7	62,0	108,8	102,8	55,4	47,4	53,4	30,2	19,0	15,7	16,6	26,8
CV	125,8	82,5	77,0	74,5	65,7	71,7	82,9	102,9	150,3	231,3	167,5	138,2
Mínimo	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	498,7	310,1	615,0	437,2	243,6	181,9	224,7	120,2	70,4	74,1	97,4	128,4

Tabela 2.48 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Sossego.

Média (mm)	32,1	50,6	82,2	99,2	53,1	33,5	36,7	12,1	5,8	2,4	1,7	12,8
Desv. Pad	45,2	61,7	90,3	95,0	46,8	26,6	37,8	16,6	11,8	9,7	3,5	22,0
CV	141,1	122,0	109,8	95,7	88,2	79,5	103,0	136,9	202,7	404,0	211,5	171,9
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	279,9	309,0	466,3	404,9	220,5	119,8	149,2	79,1	55,1	54,8	15,3	104,6

Tabela 2.49 - Principais parâmetros estatísticos dos postos pluviométricos de referência – Análise mensal – Barra de Santa Rosa.

Média (mm)	33,4	52,4	77,9	103,6	53,5	51,4	51,3	20,5	10,2	4,3	4,4	9,7
Desv. Pad	68,2	68,0	87,0	86,3	39,2	34,8	45,3	21,5	14,1	10,2	8,1	18,0
CV	203,8	129,9	111,6	83,3	73,4	67,6	88,3	104,6	138,2	237,4	182,7	185,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	473,9	310,9	508,6	461,4	195,8	172,6	230,3	98,5	57,5	63,7	35,8	101,4

Foram ainda traçados gráficos mostrando o comportamento da precipitação anual de cada um dos postos pluviométricos de referência para o período de estudo, os quais são apresentados a seguir.

Figura 2.56 - Comportamento da precipitação anual – postos Antenor Navarro e São José de Piranhas.

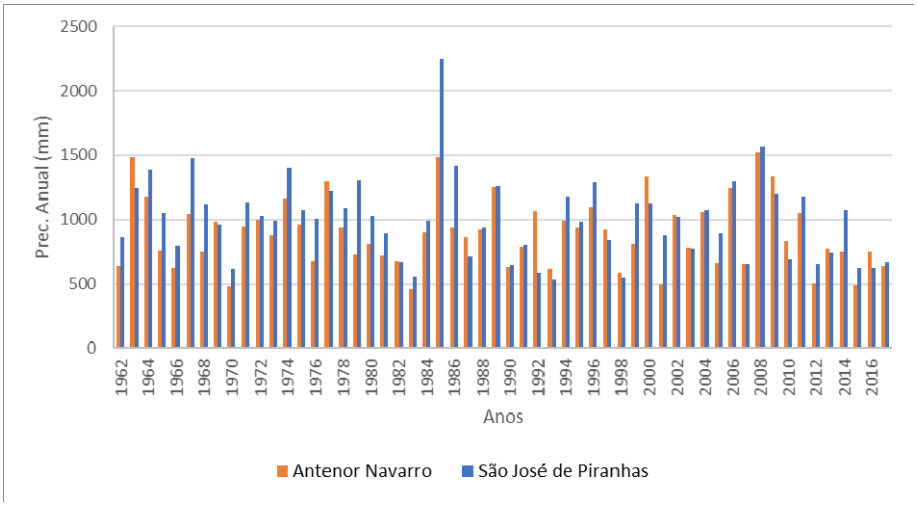


Figura 2.57 - Comportamento da precipitação anual – postos Itaporanga e Brejo do Cruz

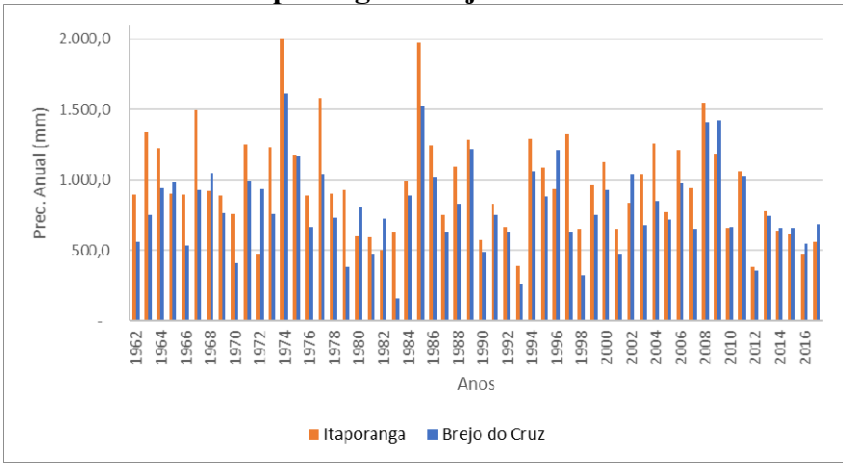


Figura 2.58 - Comportamento da precipitação anual – postos Princesa Isabel e Olho d'Água.

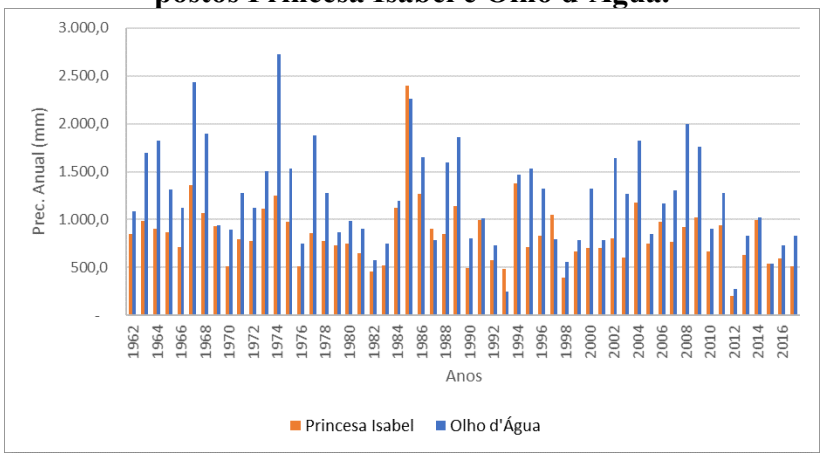


Figura 2.59 - Comportamento da precipitação anual – postos Teixeira e Santa Luzia.

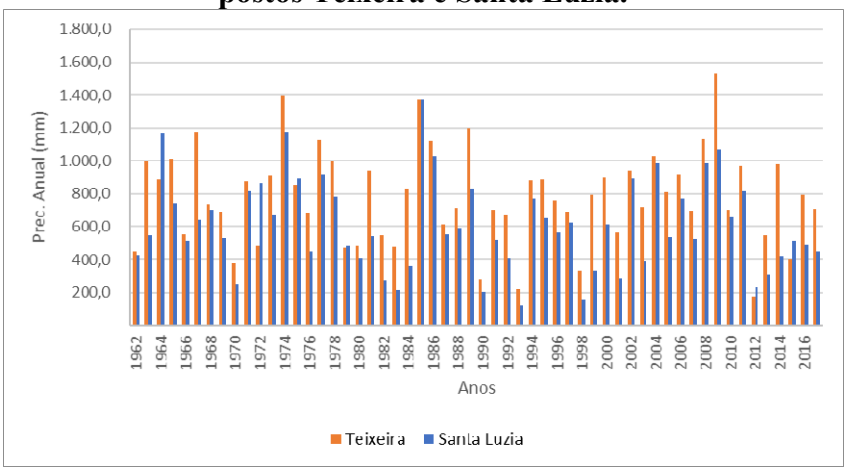


Figura 2.60 - Comportamento da precipitação anual – postos Picuí e Taperoá.

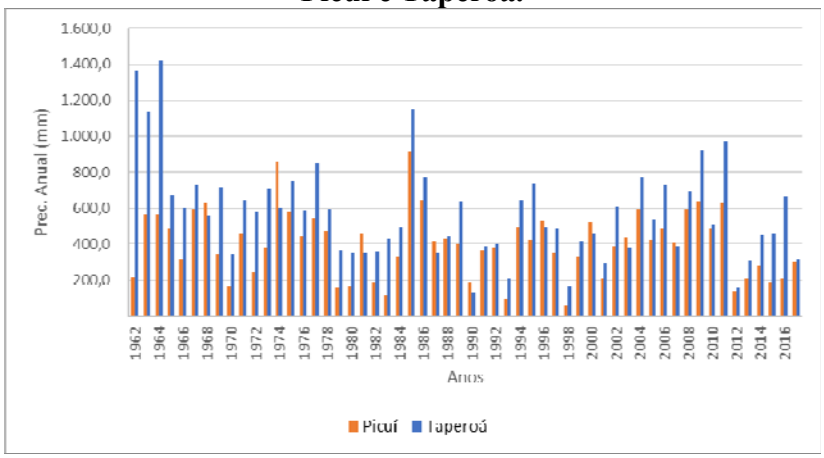


Figura 2.61 - Comportamento da precipitação anual – postos Soledade e São João do Cariri.

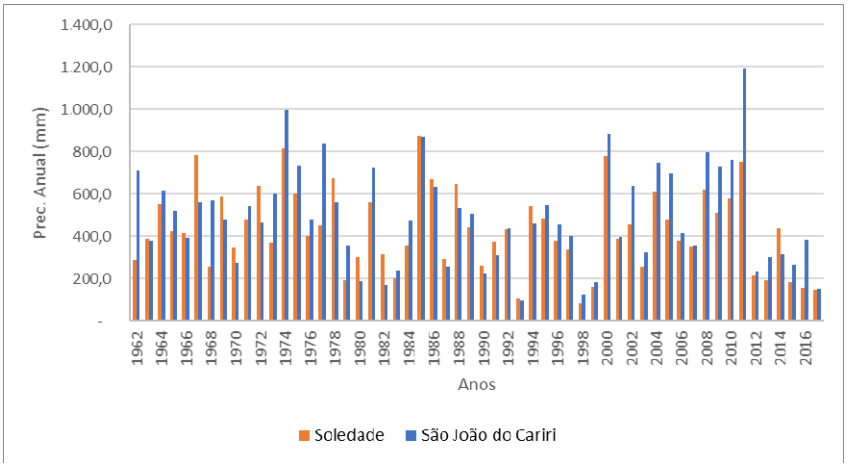


Figura 2.62 - Comportamento da precipitação anual – postos Sumé e São João do Tigre.

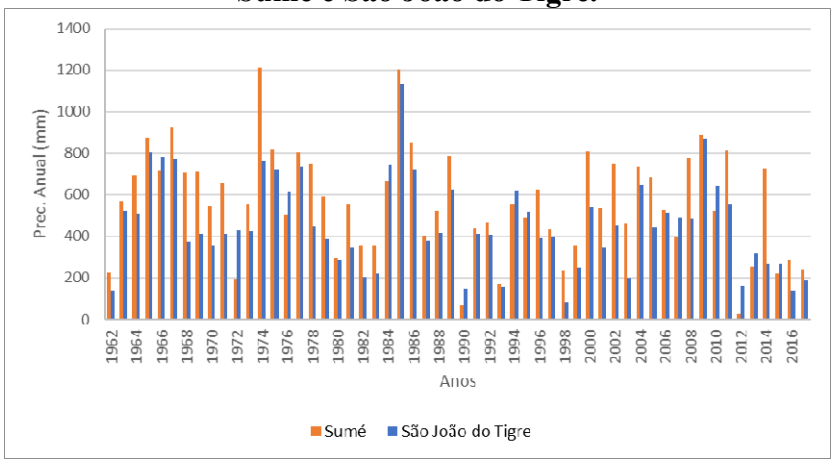


Figura 2.63 - Comportamento da precipitação anual – postos Cabaceiras e Ingá.

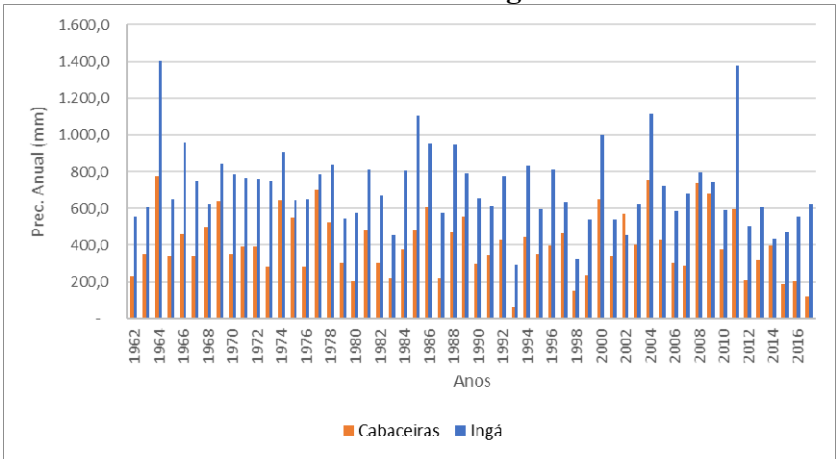


Figura 2.64 - Comportamento da precipitação anual – postos João Pessoa e Santa Rita.

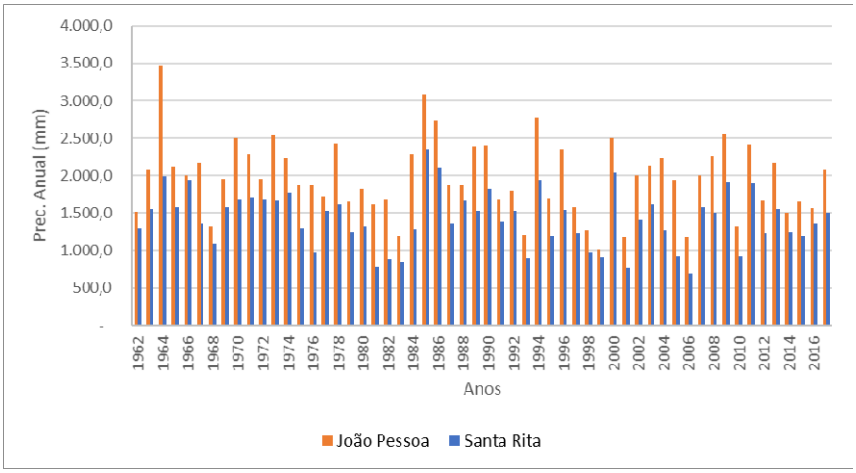


Figura 2.65 - Comportamento da precipitação anual – postos Pilar e Alhandra.

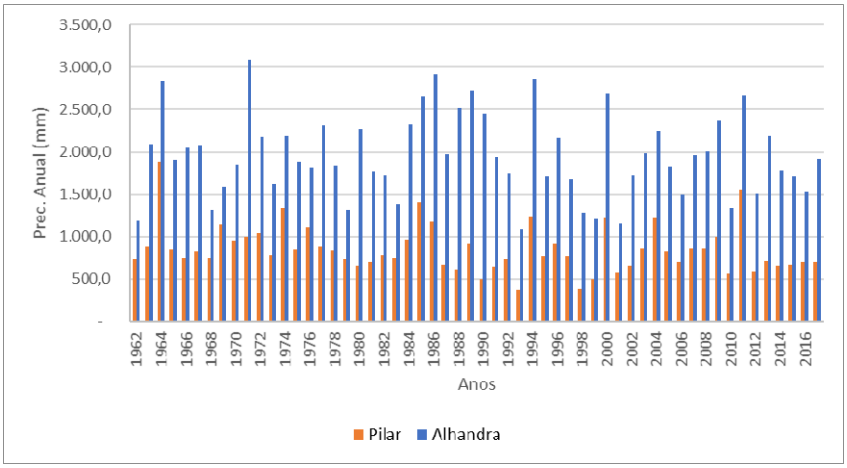


Figura 2.66 - Comportamento da precipitação anual – postos Mamanguape e Areia.

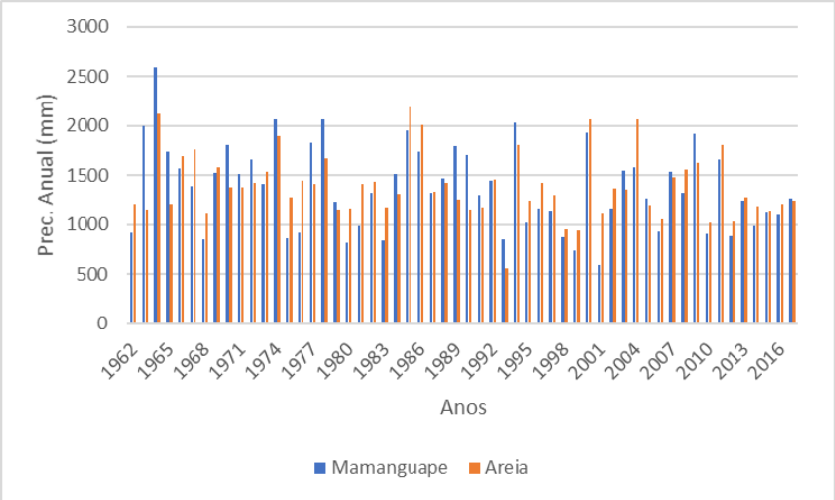


Figura 2.67 - Comportamento da precipitação anual – postos Bananeiras e Mataraca.

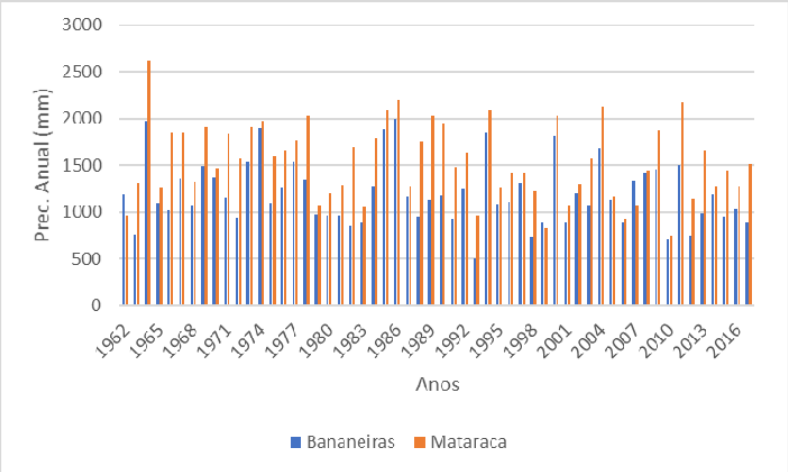


Figura 2.68 - Comportamento da precipitação anual – postos Jacaraú e Cuité.

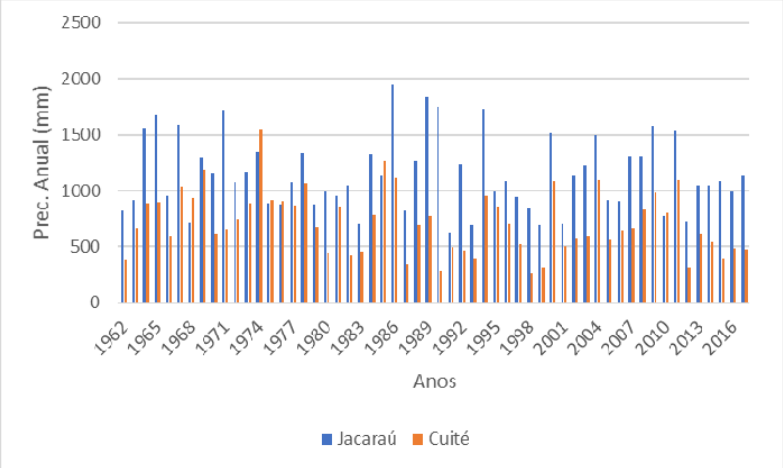
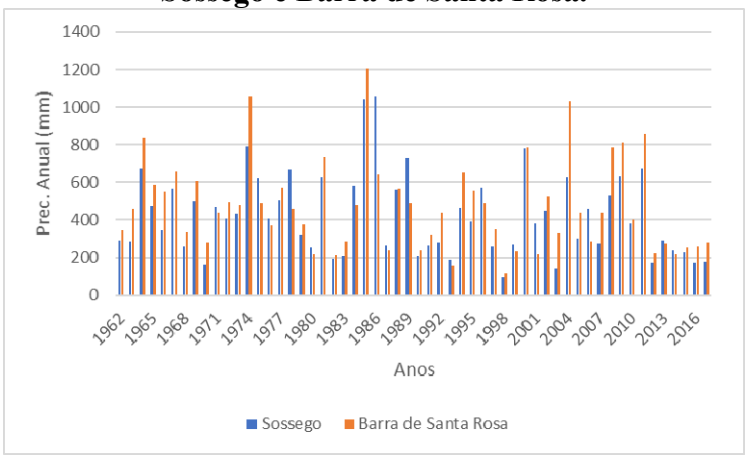


Figura 2.69 - Comportamento da precipitação anual – postos Sossego e Barra de Santa Rosa.



Foram também traçados gráficos mostrando o comportamento da precipitação média mensal de cada um dos postos pluviométricos de referência para o período de estudo, os quais são apresentados a seguir.

Figura 2.70 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Antenor Navarro, São José de Piranhas e Brejo do Cruz.

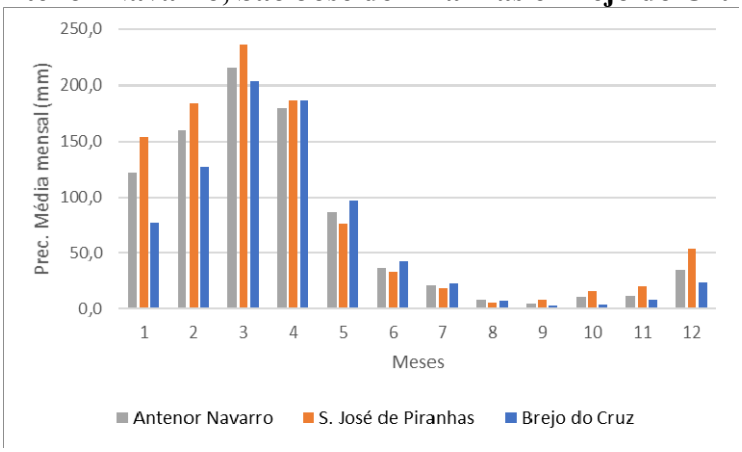


Figura 2.71 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Olho d'Água, Princesa Isabel e Itaporanga.

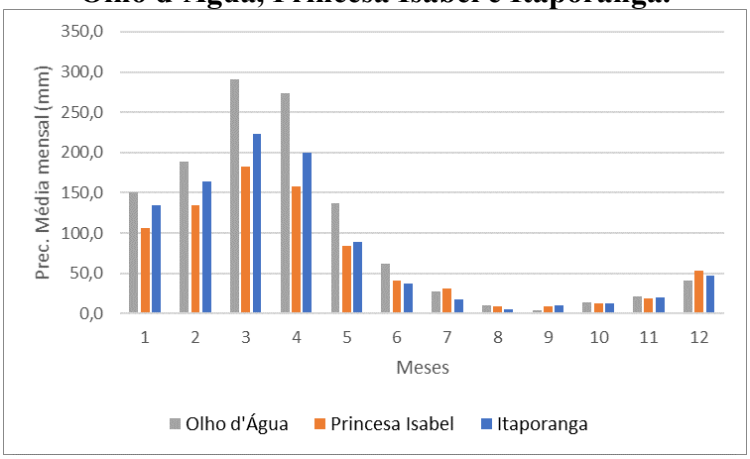


Figura 2.72 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Teixeira, Santa Luzia e Picuí.

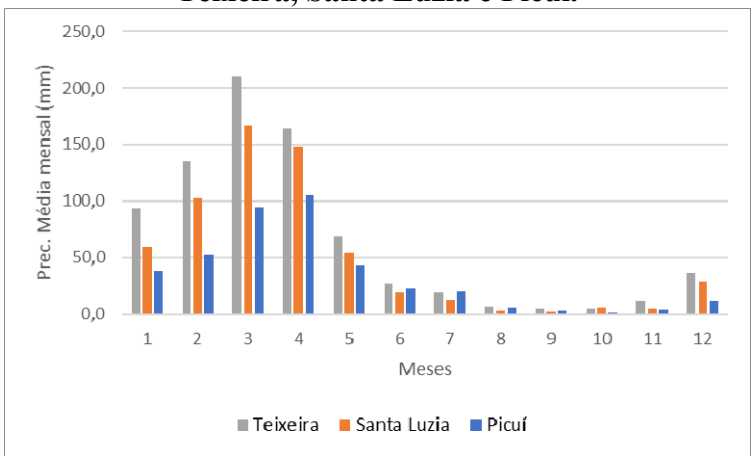


Figura 2.73 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Taperoá, Soledade e São João do Cariri.

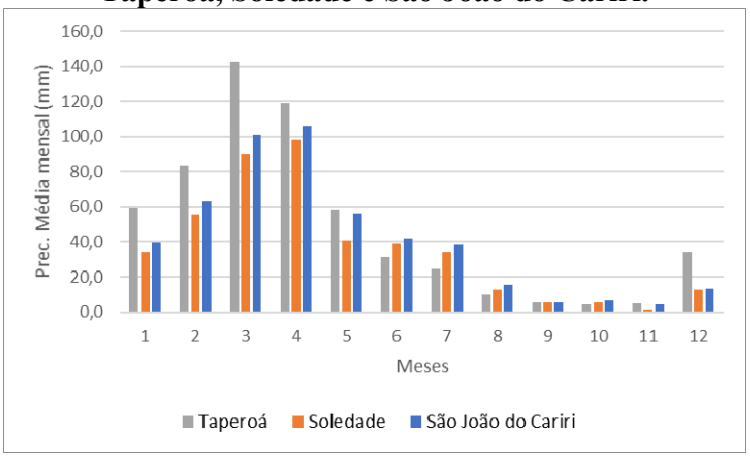


Figura 2.74 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Sumé, São João do Tigre e Cabaceiras.

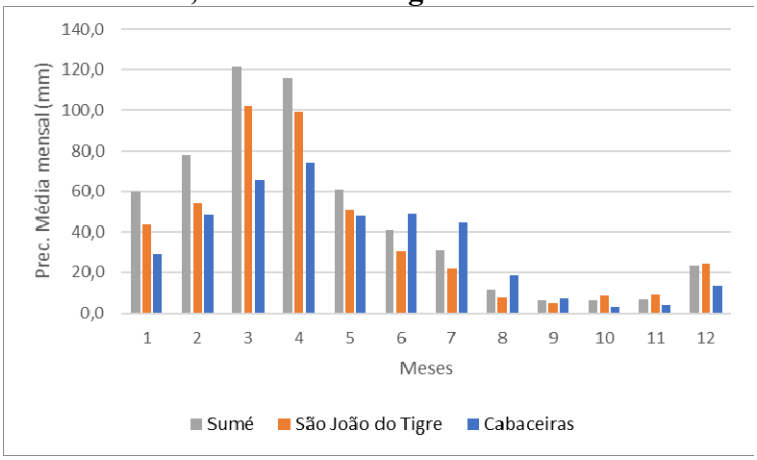


Figura 2.75 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Ingá, Santa Rita, João Pessoa e Pilar.

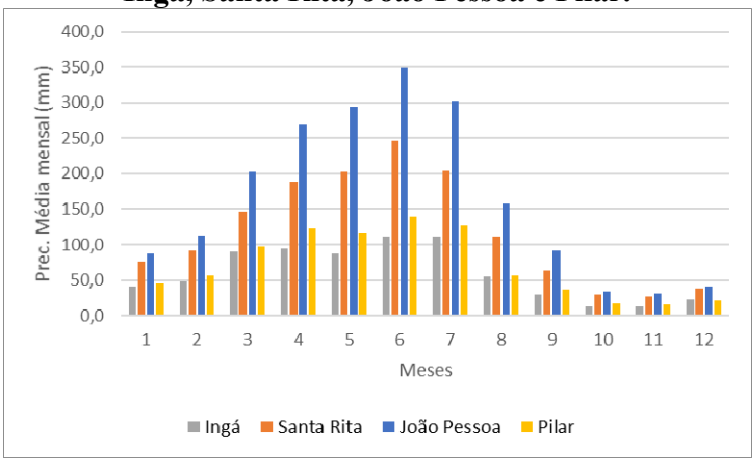


Figura 2.76 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Alhandra, Mamanguape, Areia e Bananeiras.

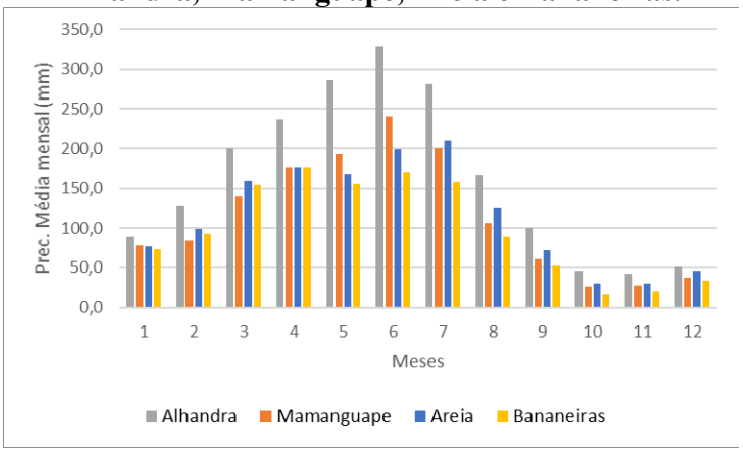


Figura 2.77 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Jacaraú e Mataraca.

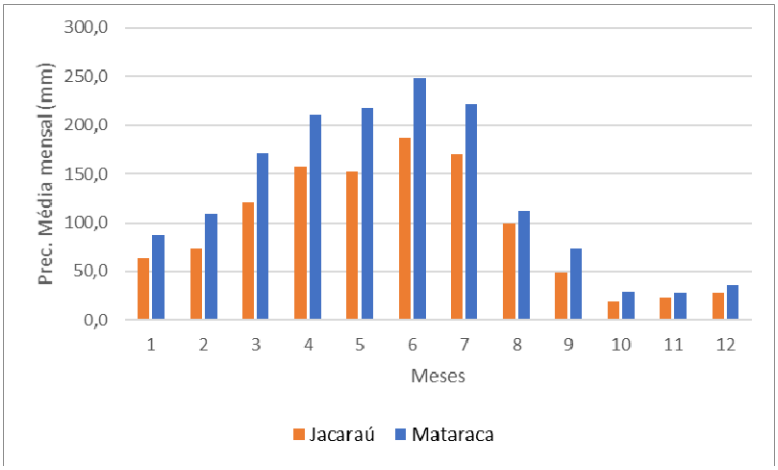
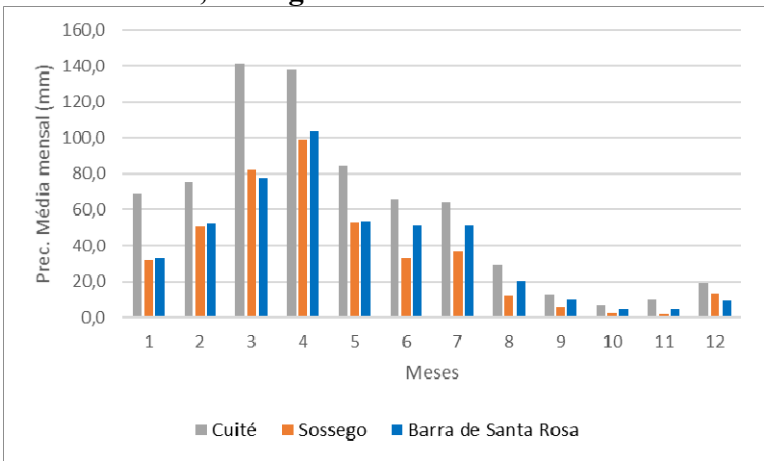


Figura 2.78 - Comportamento da precipitação média mensal – postos Cuité, Sossego e Barra de Santa Rosa.



2.2.7 Traçados das curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência)

O traçado das curvas IDF foi realizado para os postos pluviométricos selecionados na seção anterior. Inicialmente, foram tomados alguns cuidados na seleção dos postos para traçado dessas curvas, a saber:

- Estação da região que não sofreu homogeneização dos seus dados, porém, quando não era possível, foram escolhidas estações que possuíam homogeneização em apenas um pequeno trecho da sua série de dados;
- Estação que possui a menor porcentagem de falhas mensais ao longo da série de dados;
- Foram selecionadas mais de uma estação por região, a fim de comparar os resultados e verificar a necessidade de mais de uma estação para representar a região;
- O período considerado foi de 1962 até 2017 para todas as estações utilizadas;
- Para a construção das IDF's não foram utilizados dados diários máximos obtidos de séries diárias anuais que sofreram correções.

Para a construção das IDF's, seguiu-se a seguinte sequência de cálculo:

- Foram determinadas as precipitações máximas diárias anuais para cada estação, dos anos que não sofreram processo de correção e ordenadas em forma decrescente;
- Ajustaram-se os dados ao modelo probabilístico de Gumbel para cálculo das precipitações máximas diárias para diferentes períodos de retorno. Percebeu-se, sempre, um bom ajuste da distribuição com os dados observados.
- Obteve-se a precipitação observada para os determinados períodos de retorno, seguindo o termo de referência de 10, 20, 50 e 100 anos;
- Foram utilizadas as Isozonas de Torrico para determinaros coeficientes e desagregar os dados de precipitação máximos diários, para os máximos com duração de 24h e 1h.
- Plotaram-se os dados de precipitação de 24h e 1h em um gráfico monolog e com uma linha de tendência, ajustou-se uma equação e determinou-se a precipitação para demais durações entre 24 e 1h;
- Como se desejava ajustar uma equação na forma tradicionalmente conhecida, também se utilizou a desagregação para a duração de 6 min, ajustando a linha de tendência para essas 3 durações. Com isso, possibilitou-se a determinação de intensidades para pequenas durações.

- Tendo os dados das intensidades para várias durações e os períodos de retorno determinados, foi possível calibrar uma equação IDF que se ajuste aos dados.

A seguir, são apresentadas as fichas com as curvas IDF dos postos selecionados para cada sub-bacia hidrográfica.

Figura 2.79 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Antenor Navarro.

SUB-BACIA		PEIXE
Estação	**CÓDIGO**	
Antenor Navarro	3833413	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	18,226	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,864	
n	0,130	
k	2322,976	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	126,0 mm	427,1 mm	1335,0 mm
20%	115,4 mm	345,1 mm	1096,0 mm
50%	90,0 mm	282,2 mm	874,1 mm
80%	63,7 mm	230,6 mm	650,5 mm
90%	57,5 mm	205,6 mm	590,9 mm

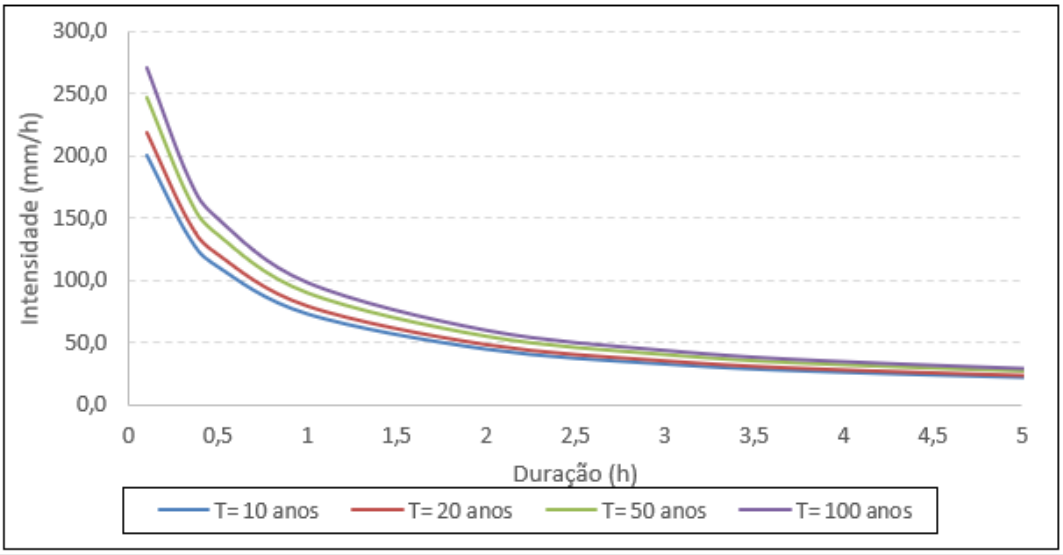


Figura 2.80 - Comportamento da precipitação média mensal – posto São José de Piranhas.

SUB-BACIA		ALTO PIRANHAS
Estação	**CÓDIGO**	
São José de Piranhas	3843202	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	20,107	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,858	
n	0,209	
k	1851,728	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	123,5 mm	458,4 mm	1398,1 mm
20%	109,0 mm	419,9 mm	1244,7 mm
50%	88,0 mm	303,2 mm	1004,4 mm
80%	69,0 mm	236,0 mm	661,5 mm
90%	61,4 mm	191,3 mm	617,1 mm

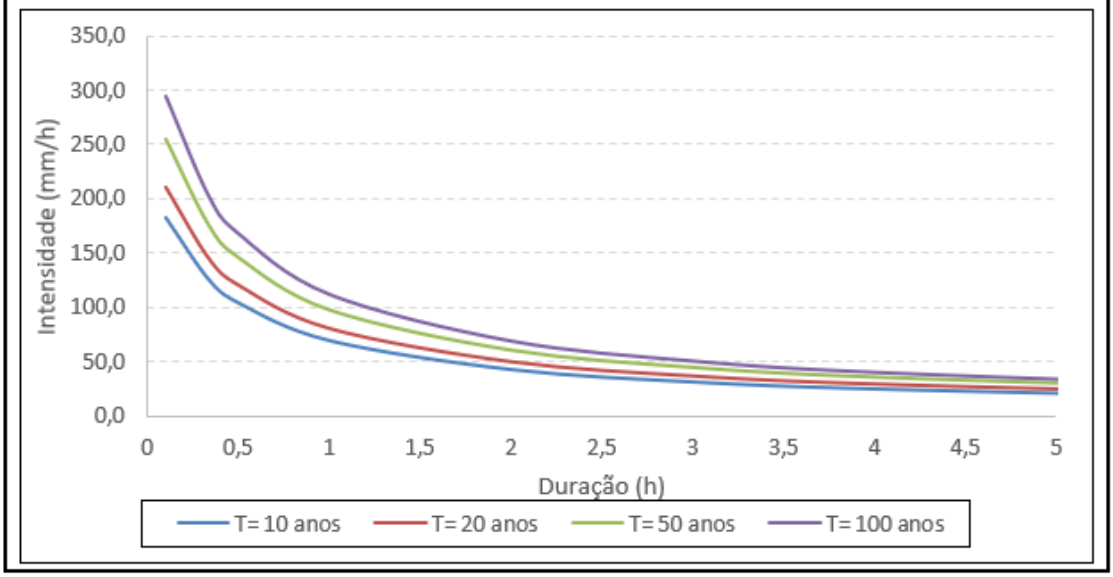


Figura 2.81 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Brejo do Cruz.

SUB-BACIA		MÉDIO PIRANHAS
Estação	**CÓDIGO**	
Brejo do Cruz	3825701	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	23,632	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,883	
n	0,144	
k	2272,873	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	132,0 mm	399,9 mm	1215,0 mm
20%	96,0 mm	340,0 mm	1037,1 mm
50%	72,1 mm	263,3 mm	753,5 mm
80%	52,0 mm	181,0 mm	558,8 mm
90%	44,3 mm	151,3 mm	411,8 mm

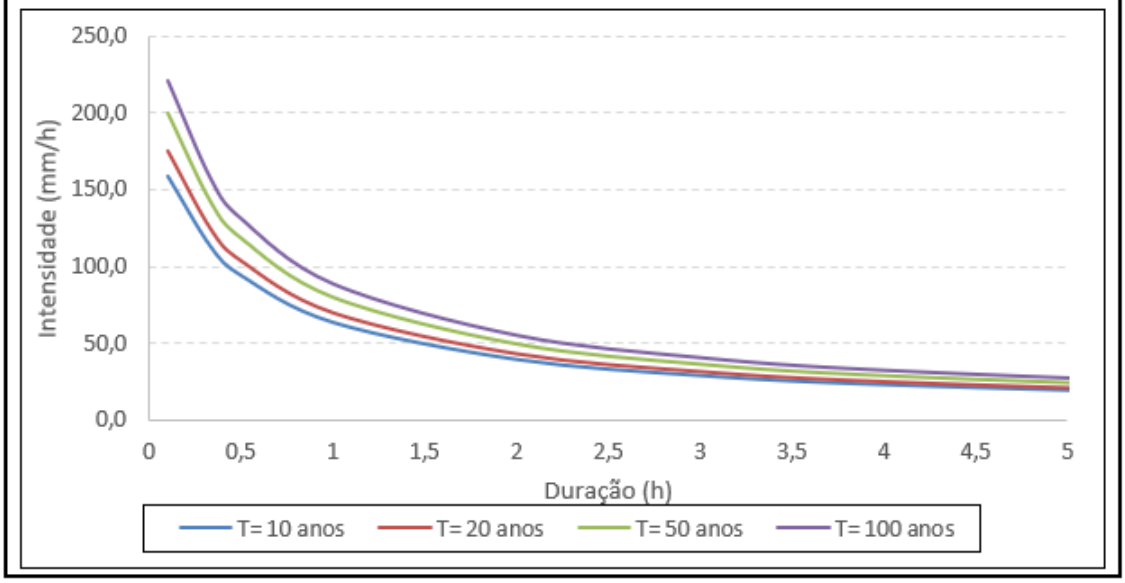


Figura 2.82 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Itaporanga.

SUB-BACIA		PIANCÓ		
Estação	**CÓDIGO**			
Itaporanga	3843667			
Período	1962-2017			
Parâmetros da IDF				
t	22,618	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$		
m	0,879			
n	0,122			
k	2602,740			
Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada				
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**	
10%	126,3 mm	447,3 mm	1492,9 mm	
20%	113,0 mm	400,2 mm	1250,3 mm	
50%	91,6 mm	296,4 mm	920,4 mm	
80%	60,3 mm	195,8 mm	632,9 mm	
90%	54,7 mm	171,4 mm	556,4 mm	

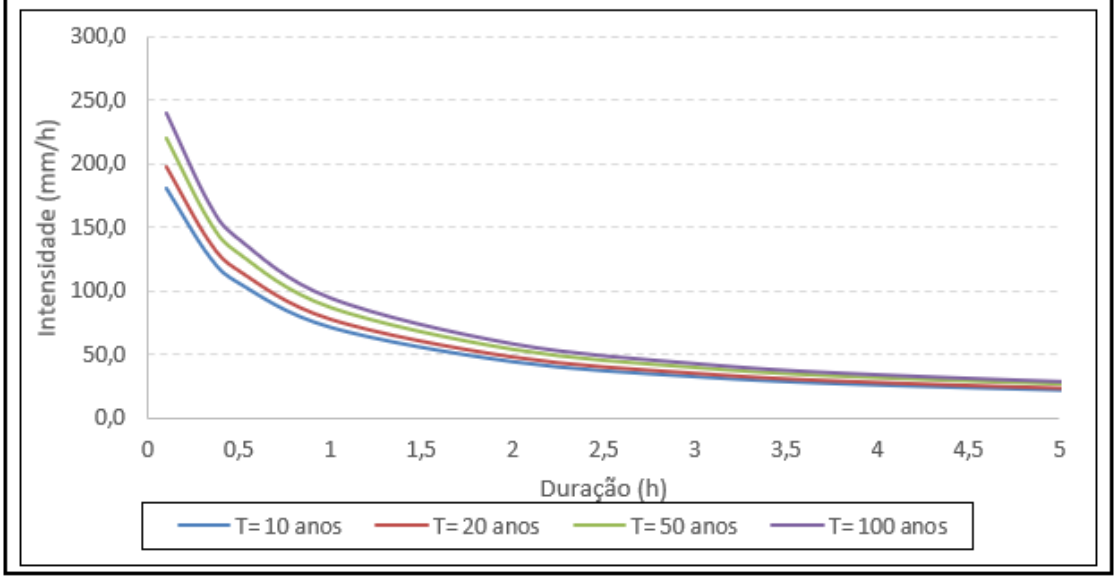


Figura 2.83 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Princesa Isabel.

SUB-BACIA		PIANCÓ
Estação	**CÓDIGO**	
Princesa Isabel	3853499	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	32,112	$i = \frac{kT_r^{\,m}}{(t+t_0)^n}$
m	0,911	
n	0,133	
k	2953,086	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	137,0 mm	413,3 mm	1253,7 mm
20%	104,5 mm	308,1 mm	1045,9 mm
50%	75,0 mm	221,9 mm	806,2 mm
80%	56,0 mm	158,4 mm	593,5 mm
90%	51,8 mm	142,1 mm	508,5 mm

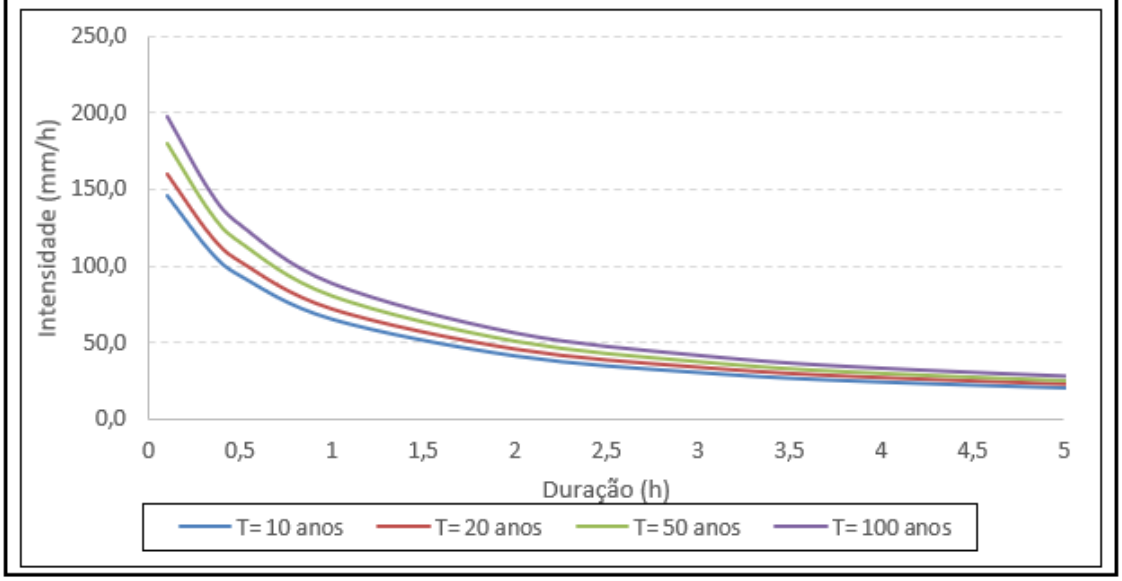


Figura 2.84 - Comportamento da precipitação média mensal – Olho d'Água.

SUB-BACIA		PIANCÓ		
Estação	**CÓDIGO**			
Olho-D'água	3844448			
Período	1962-2017			
Parâmetros da IDF				
t	23,546	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$		
m	0,882			
n	0,107			
k	2565,787			
Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada				
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**	
10%	117,6 mm	666,7 mm	1900,5 mm	
20%	110,7 mm	544,2 mm	1697,3 mm	
50%	85,8 mm	380,3 mm	1169,0 mm	
80%	70,8 mm	262,5 mm	786,2 mm	
90%	58,6 mm	195,1 mm	726,8 mm	

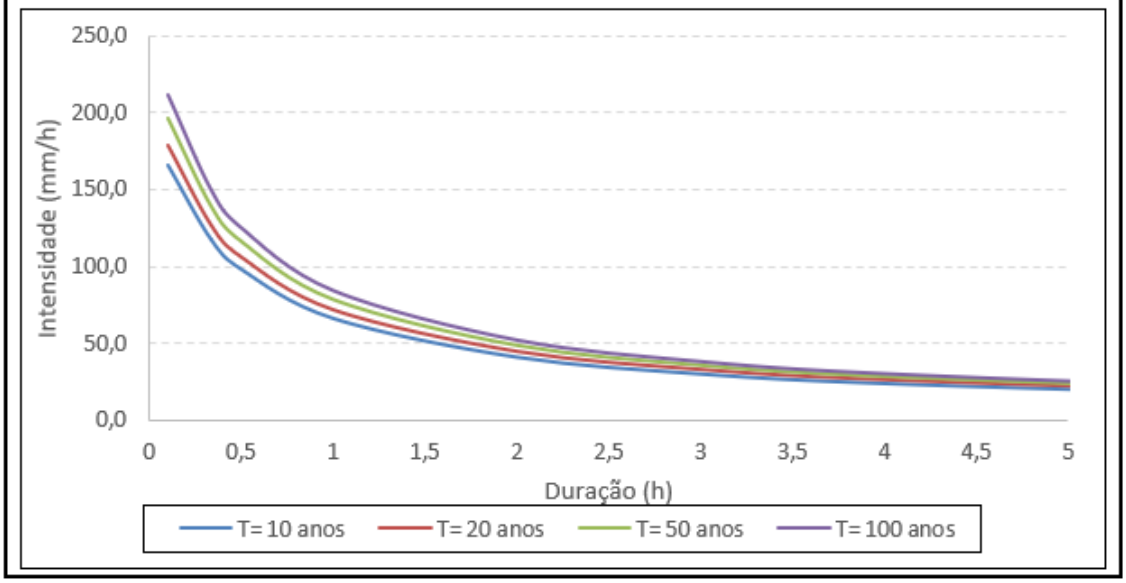


Figura 2.85 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Teixeira.

SUB-BACIA		ESPINHARAS
Estação	**CÓDIGO**	
Teixeira	3845448	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	32,177	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,912	
n	0,114	
k	3208,825	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	130,7 mm	462,4 mm	1177,2 mm
20%	119,0 mm	388,5 mm	1002,0 mm
50%	88,3 mm	279,0 mm	794,3 mm
80%	68,2 mm	186,5 mm	547,4 mm
90%	51,3 mm	139,8 mm	398,0 mm

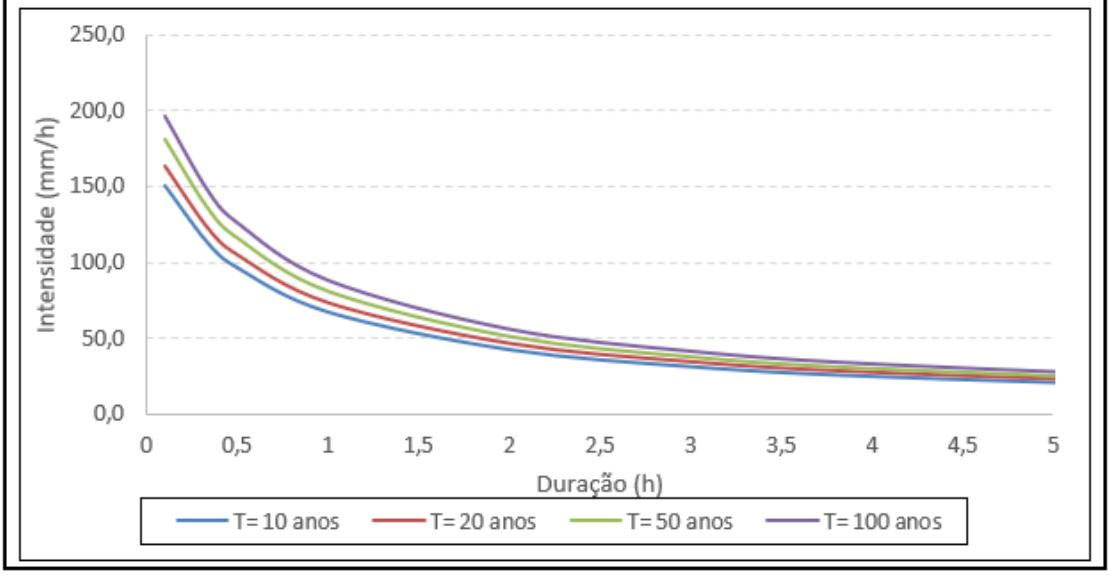


Figura 2.86 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Santa Luzia.

SUB-BACIA		SERIDÓ (OESTE)
Estação	**CÓDIGO**	
Santa Luzia	3836715	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	32,245	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,912	
n	0,146	
k	2599,001	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada			
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**
10%	111,0 mm	354,0 mm	1030,9 mm
20%	90,6 mm	306,2 mm	862,7 mm
50%	66,6 mm	233,1 mm	552,0 mm
80%	47,5 mm	151,7 mm	391,1 mm
90%	37,0 mm	115,4 mm	251,1 mm

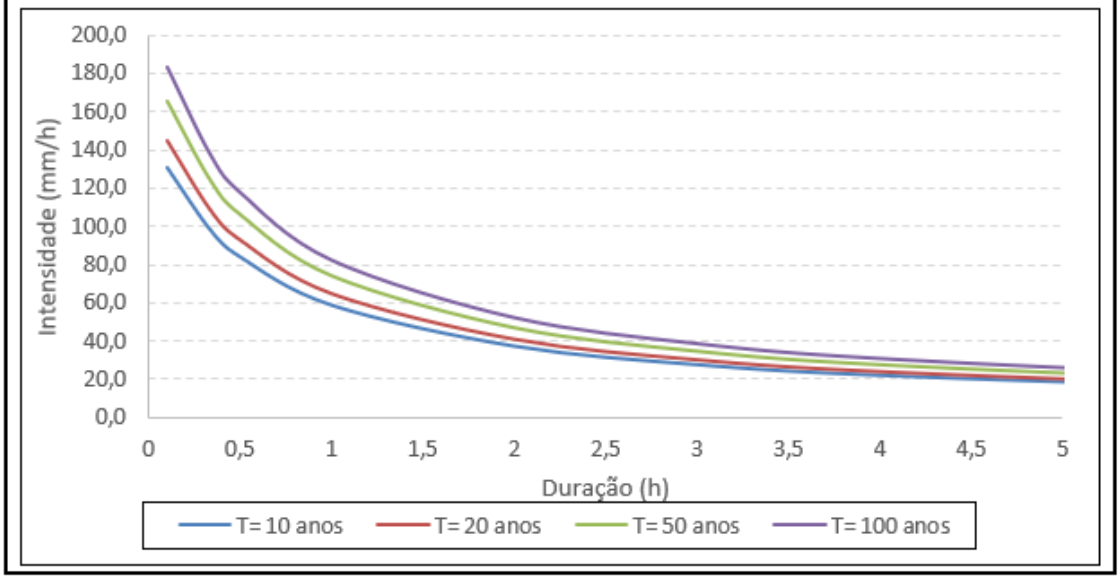


Figura 2.87 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Picuí.

SUB-BACIA		SERIDÓ (LESTE)
Estação	**CÓDIGO**	
Picuí	3837028	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	37,923	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,923	
n	0,122	
k	2383,570	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	103,3 mm	325,4 mm	625,4 mm
20%	79,0 mm	238,6 mm	567,4 mm
50%	60,3 mm	144,8 mm	414,5 mm
80%	43,2 mm	77,7 mm	208,8 mm
90%	30,2 mm	49,8 mm	169,0 mm

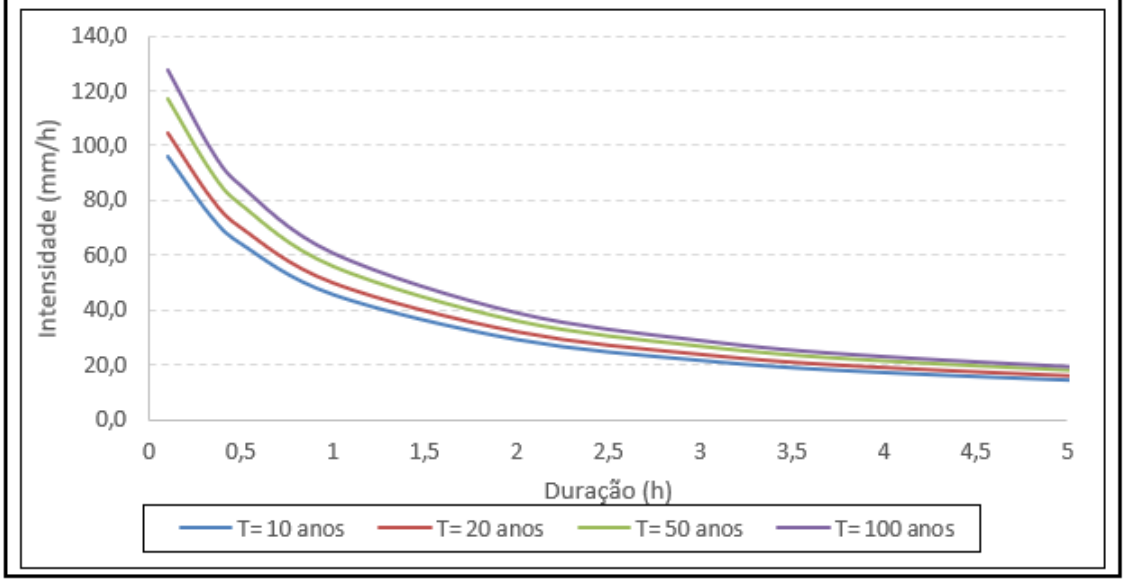


Figura 2.88 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Taperoá.

SUB-BACIA		TAPEROÁ
Estação	**CÓDIGO**	
Taperoá	3846434	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	46,537	$i = \frac{kT_r^{\,m}}{(t+t_0)^n}$
m	0,955	
n	0,134	
k	3850,557	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	120,3 mm	354,9 mm	970,8 mm
20%	110,0 mm	287,0 mm	739,0 mm
50%	78,8 mm	195,4 mm	556,4 mm
80%	46,5 mm	110,7 mm	356,0 mm
90%	41,5 mm	87,0 mm	303,3 mm

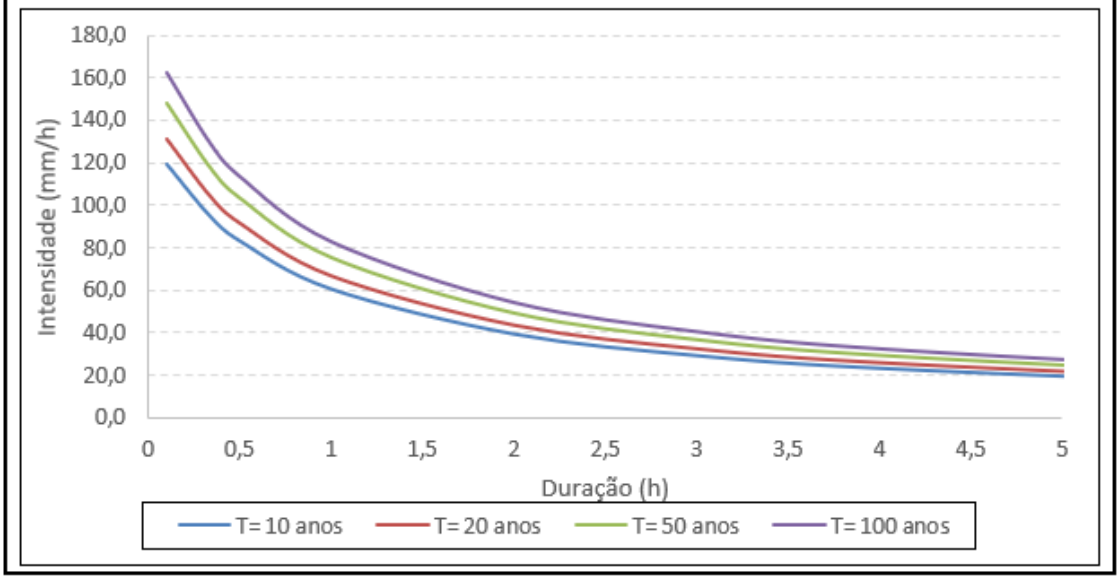


Figura 2.89 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Soledade.

SUB-BACIA		TAPEROÁ
Estação	**CÓDIGO**	
Soledade	3847128	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	61,725	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,992	
n	0,123	
k	4118,938	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	90,2 mm	282,5 mm	754,9 mm
20%	81,2 mm	234,2 mm	611,1 mm
50%	62,4 mm	135,2 mm	413,1 mm
80%	40,2 mm	89,1 mm	259,1 mm
90%	30,2 mm	59,6 mm	183,7 mm

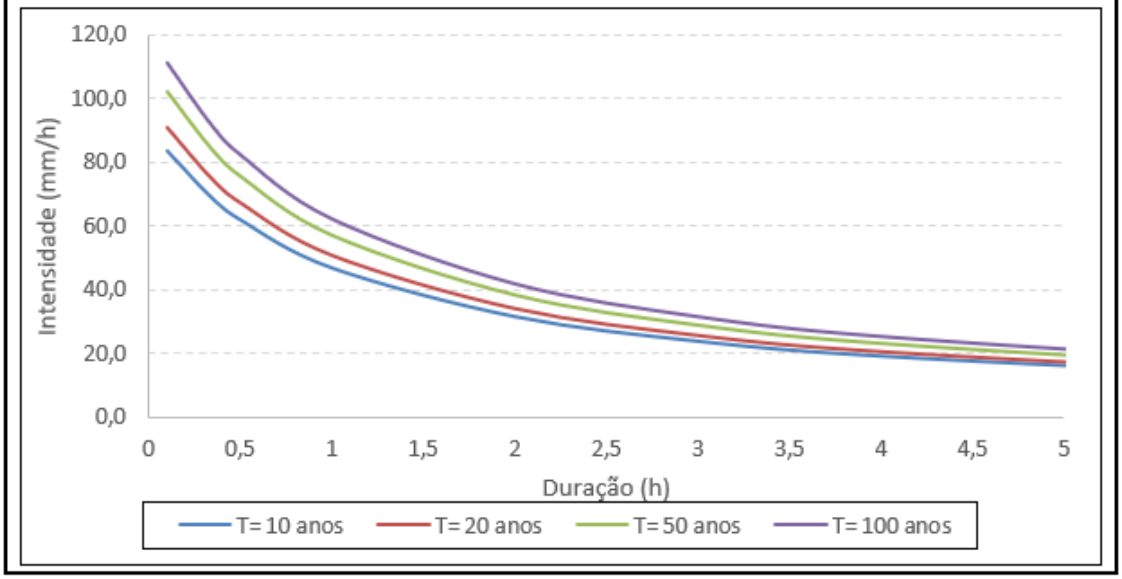


Figura 2.90 - Comportamento da precipitação média mensal – posto São João do Cariri.

SUB-BACIA		TAPEROÁ
Estação	**CÓDIGO**	
São João do Cariri	3846894	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	61,700	$i = \frac{kT_r^{\,m}}{(t+t_0)^n}$
m	0,992	
n	0,158	
k	4888,213	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	138,6 mm	280,8 mm	838,3 mm
20%	95,4 mm	218,8 mm	725,5 mm
50%	71,2 mm	142,8 mm	472,5 mm
80%	39,6 mm	99,4 mm	272,0 mm
90%	28,2 mm	65,9 mm	188,7 mm

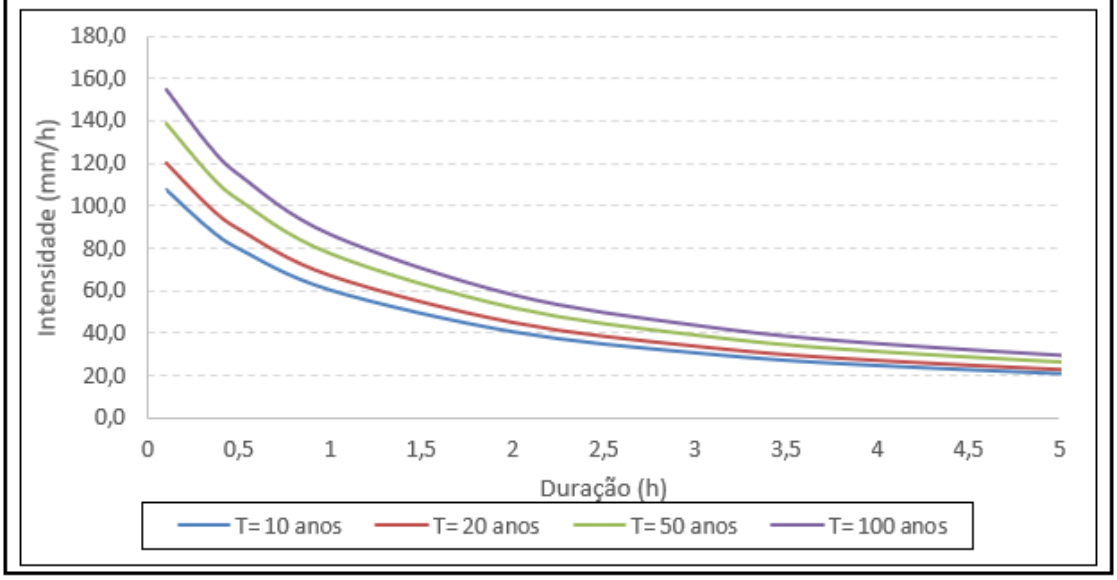


Figura 2.91 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Sumé.

SUB-BACIA		ALTO PARAÍBA
Estação	**CÓDIGO**	
Sumé	3856314	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	46,589	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,955	
n	0,141	
k	3731,818	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	111,2 mm	311,4 mm	876,5 mm
20%	100,3 mm	280,6 mm	786,4 mm
50%	79,3 mm	176,3 mm	551,9 mm
80%	51,8 mm	110,6 mm	356,9 mm
90%	38,5 mm	72,7 mm	226,1 mm

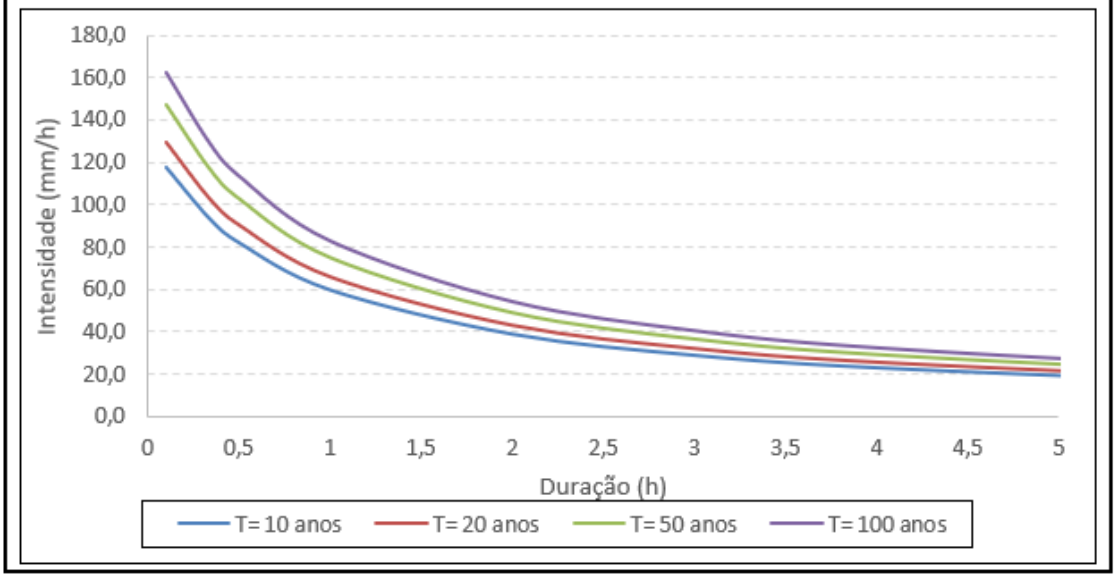


Figura 2.92 - Comportamento da precipitação média mensal – posto São João do Tigre.

SUB-BACIA		ALTO PARAÍBA
Estação	**CÓDIGO**	
São João do Tigre	3866128	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	61,859	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,992	
n	0,145	
k	4412,676	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	100,4 mm	288,2 mm	775,6 mm
20%	91,2 mm	218,3 mm	647,9 mm
50%	61,4 mm	152,3 mm	425,9 mm
80%	40,0 mm	80,2 mm	269,0 mm
90%	35,4 mm	68,2 mm	159,3 mm

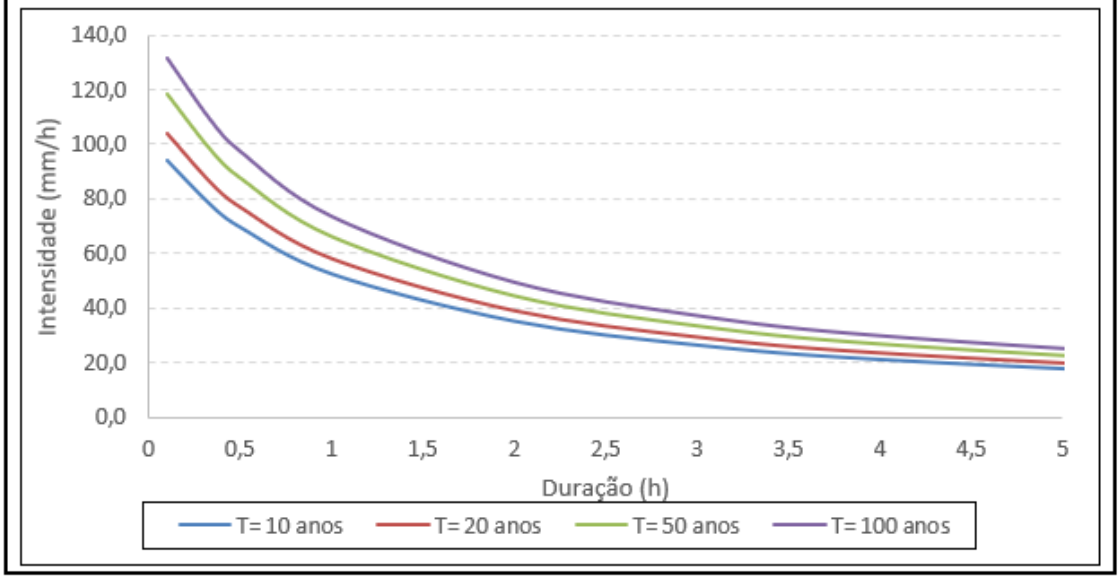


Figura 2.93 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Cabaceiras.

SUB-BACIA		MÉDIO PARAÍBA
Estação	**CÓDIGO**	
Cabaceiras	3857044	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	61,969849	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,9926358	
n	0,1639224	
k	4243,2932	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	85,0 mm	249,0 mm	677,8 mm
20%	80,0 mm	179,2 mm	574,3 mm
50%	55,0 mm	110,5 mm	390,0 mm
80%	37,4 mm	71,6 mm	278,8 mm
90%	26,1 mm	56,4 mm	203,6 mm

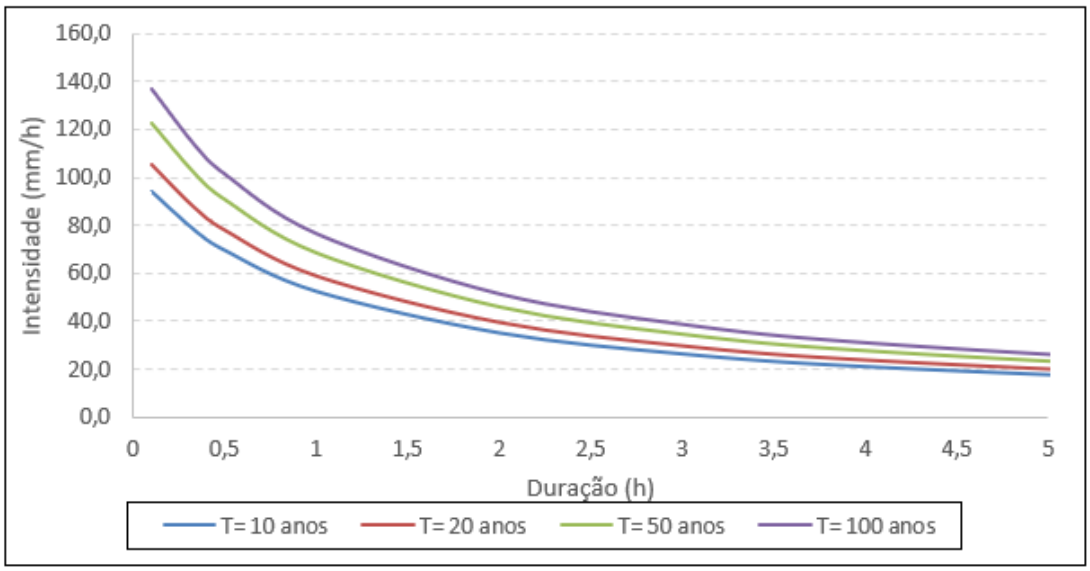


Figura 2.94 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Ingá.

SUB-BACIA		BAIXO PARAÍBA
Estação	**CÓDIGO**	
Ingá	3848579	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	61,708	$i = \frac{kT_r^{\,m}}{(t + t_0)^n}$
m	0,992	
n	0,119	
k	3553,814	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	78,5 mm	251,5 mm	999,4 mm
20%	68,7 mm	198,9 mm	837,8 mm
50%	50,0 mm	159,4 mm	666,8 mm
80%	40,0 mm	126,0 mm	556,4 mm
90%	34,0 mm	104,1 mm	472,2 mm

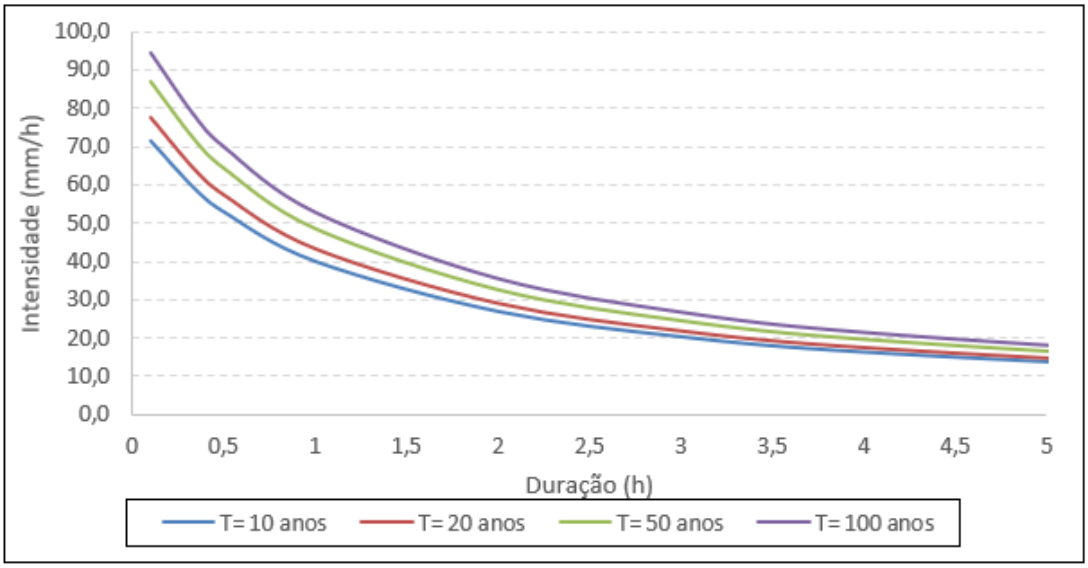


Figura 2.95 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Santa Rita.

SUB-BACIA		BAIXO PARAÍBA
Estação	**CÓDIGO**	
Santa Rita	3940206	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	81,052	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	1,020	
n	0,199	
k	10119,826	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	131,0 mm	496,1 mm	1947,6 mm
20%	115,4 mm	385,9 mm	1713,2 mm
50%	85,0 mm	306,3 mm	1502,7 mm
80%	51,0 mm	229,1 mm	1088,3 mm
90%	41,0 mm	196,4 mm	902,9 mm

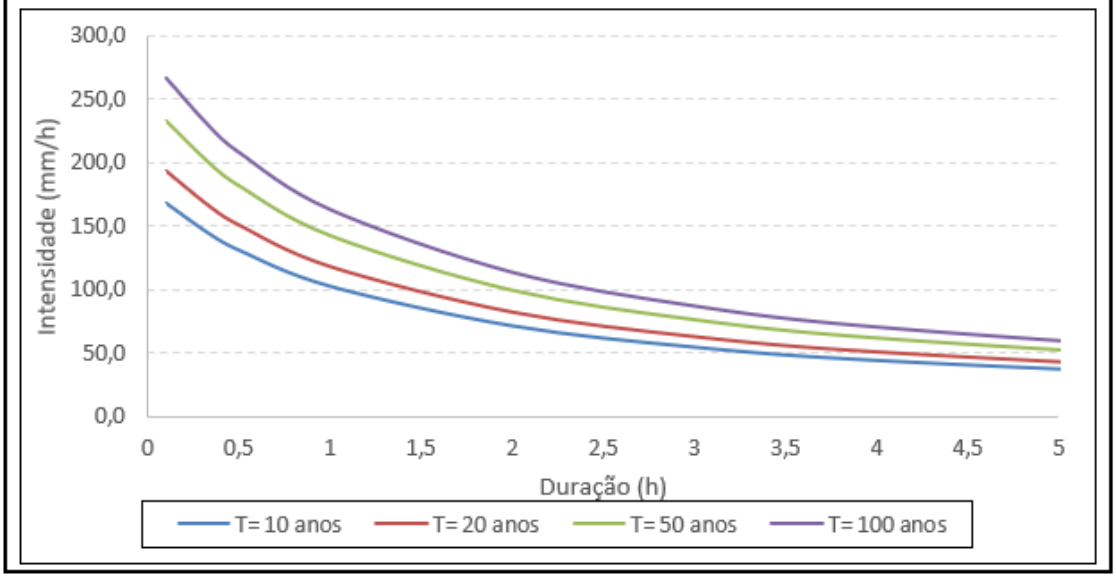


Figura 2.96 - Comportamento da precipitação média mensal – posto João Pessoa.

SUB-BACIA		BAIXO PARAÍBA
Estação	**CÓDIGO**	
João Pessoa	82798	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	80,443	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	1,018	
n	0,089	
k	9851,060	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	186,0 mm	626,2 mm	2544,5 mm
20%	151,6 mm	564,6 mm	2406,9 mm
50%	124,6 mm	434,0 mm	1952,8 mm
80%	89,4 mm	321,1 mm	1577,5 mm
90%	56,8 mm	271,2 mm	1270,1 mm

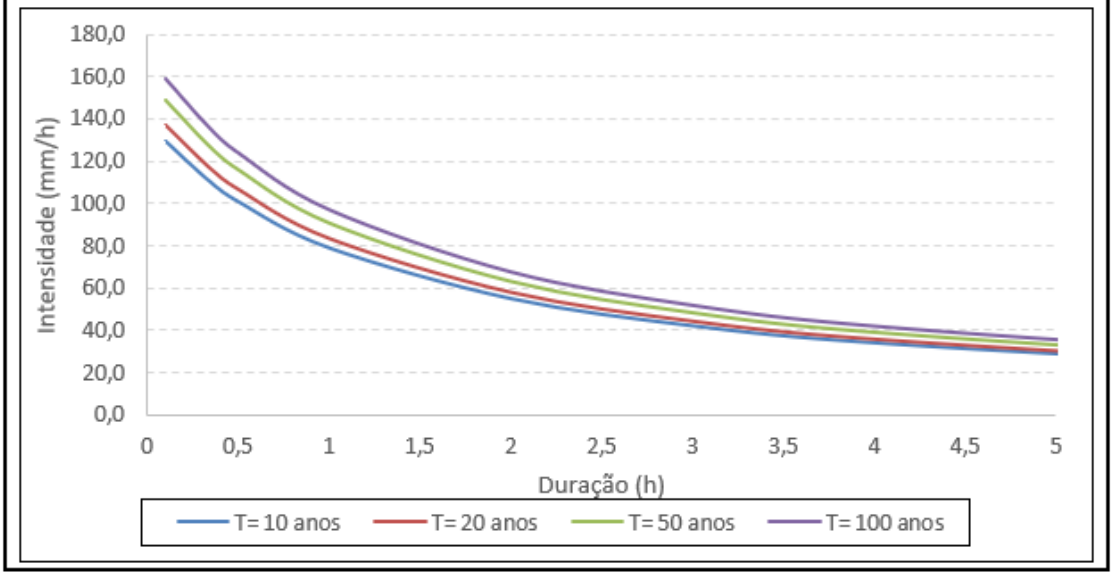


Figura 2.97 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Pilar.

SUB-BACIA		BAIXO PARAÍBA
Estação	**CÓDIGO**	
Pilar	3849545	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	71,750	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	0,983	
n	0,143	
k	4174,829	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	130,0 mm	343,2 mm	1237,7 mm
20%	80,6 mm	285,7 mm	1037,3 mm
50%	54,7 mm	194,0 mm	785,5 mm
80%	42,8 mm	157,0 mm	657,8 mm
90%	38,6 mm	142,0 mm	572,5 mm

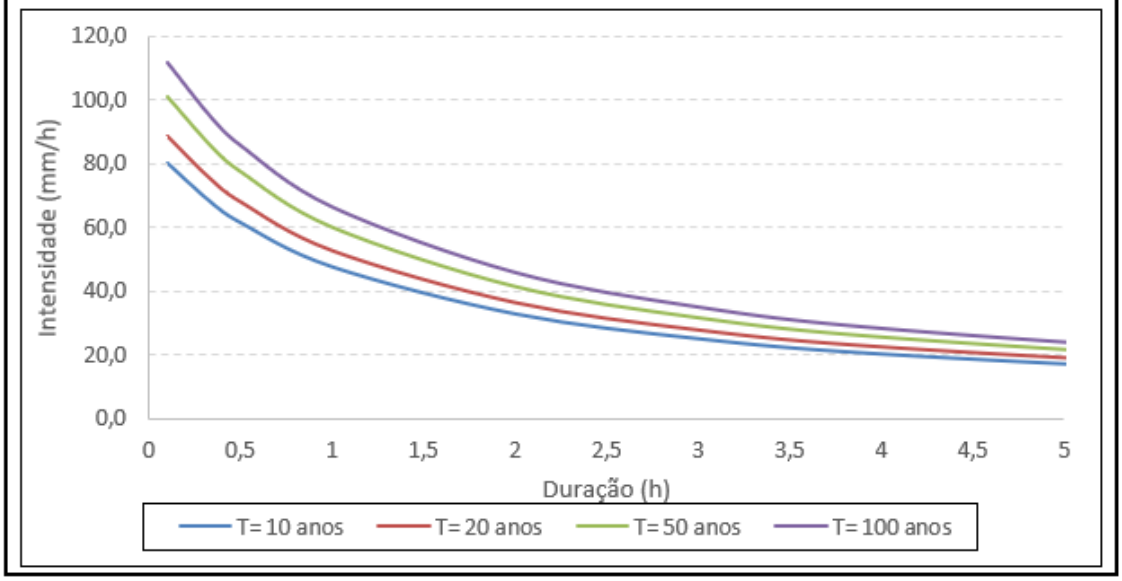


Figura 2.98 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Alhandra.

SUB-BACIA		GRAMAME
Estação	**CÓDIGO**	
Alhandra	3940819	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	80,927	$i = \frac{kT_r^m}{(t + t_o)^n}$
m	1,020	
n	0,097	
k	8877,787	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	173,0 mm	590,8 mm	2725,4 mm
20%	138,0 mm	520,5 mm	2375,9 mm
50%	101,7 mm	422,1 mm	1919,6 mm
80%	70,2 mm	304,6 mm	1530,2 mm
90%	60,4 mm	254,2 mm	1311,8 mm

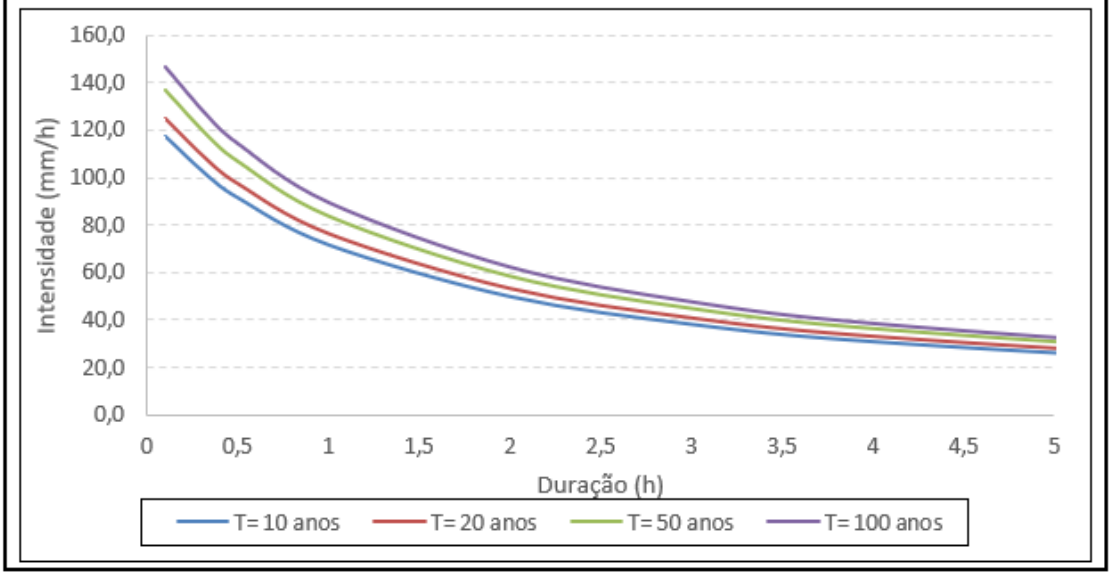


Figura 2.99 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Mamanguape.

SUB-BACIA		MAMANGUAPE
Estação	**CÓDIGO**	
Mamanguape	3839679	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	81,689	$i = \frac{kT_r^m}{(t + t_o)^n}$
m	1,023	
n	0,123	
k	7672,731	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada			
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**
10%	132,4 mm	517,1 mm	1999,7 mm
20%	115,3 mm	436,8 mm	1800,1 mm
50%	78,2 mm	312,0 mm	1326,8 mm
80%	53,4 mm	223,8 mm	919,4 mm
90%	42,5 mm	188,1 mm	854,9 mm

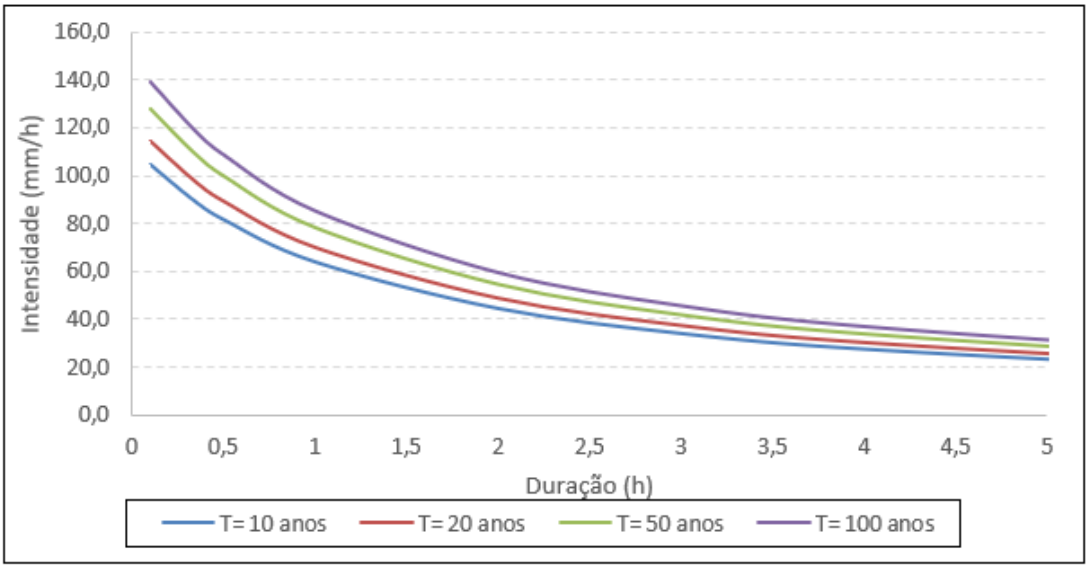


Figura 2.100 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Areia.

SUB-BACIA		MAMANGUAPE	
Estação	**CÓDIGO**		
Areia	3838962		
Período	1962-2017		
Parâmetros da IDF			
t	70,021	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$	
m	0,976		
n	0,051		
k	4794,188		

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	105,5 mm	296,4 mm	1052,5 mm
20%	88,0 mm	239,3 mm	929,0 mm
50%	66,8 mm	175,8 mm	711,0 mm
80%	47,2 mm	127,5 mm	550,3 mm
90%	34,0 mm	110,5 mm	458,2 mm

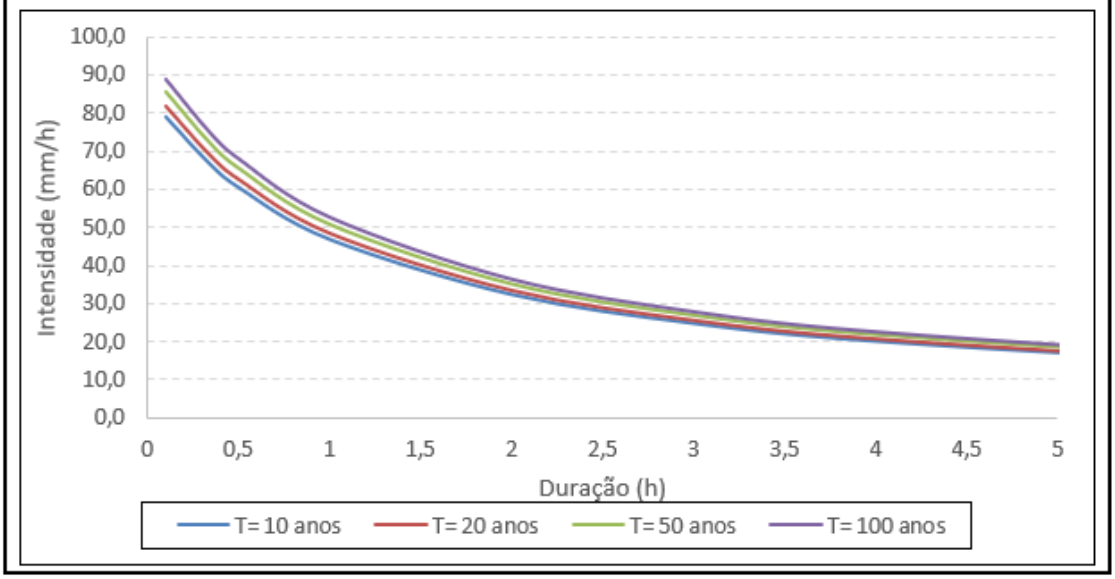


Figura 2.101 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Bananeiras.

SUB-BACIA		MAMANGUAPE
Estação	**CÓDIGO**	
Bananeiras	3838575	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	80,386	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$
m	1,017	
n	0,281	
k	4506,871	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	111,0 mm	393,7 mm	1849,1 mm
20%	96,0 mm	350,9 mm	1487,1 mm
50%	67,2 mm	262,7 mm	1136,1 mm
80%	50,0 mm	176,0 mm	927,5 mm
90%	41,0 mm	152,5 mm	855,5 mm

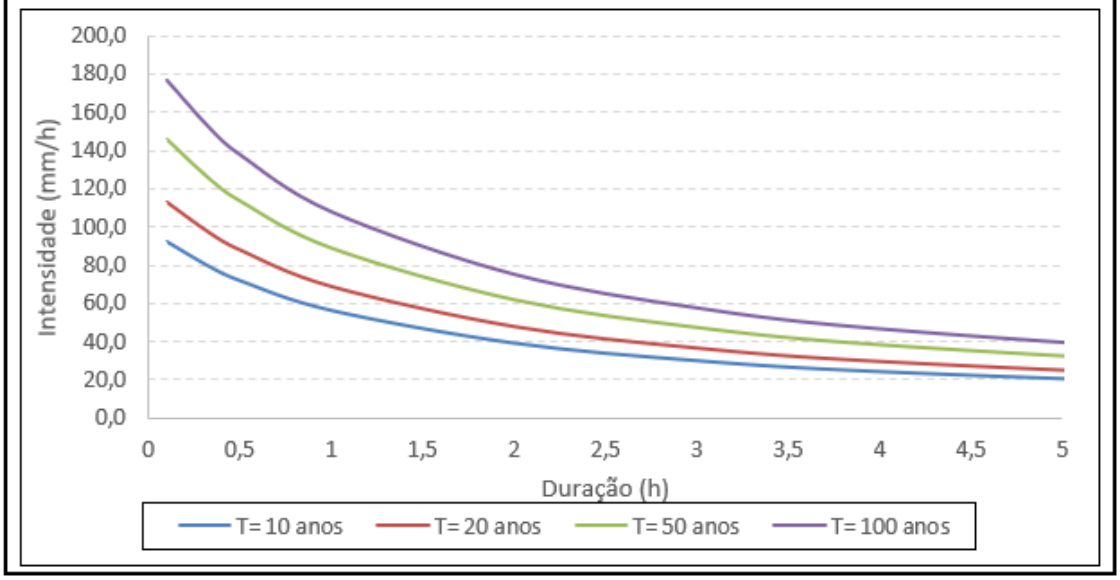


Figura 2.102 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Mataraca.

SUB-BACIA		MAMANGUAPE
Estação	**CÓDIGO**	
Mataraca	3839291	
Período	1962-2017	
Parâmetros da IDF		
t	81,658	$i = \frac{kT_r^m}{(t + t_o)^n}$
m	1,022	
n	0,073	
k	8753,442	

Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada

Probabilidade (%)	Diária	Mensal	Anual
10%	142,0 mm	500,0 mm	2086,6 mm
20%	127,5 mm	440,5 mm	1951,7 mm
50%	104,1 mm	320,3 mm	1514,3 mm
80%	77,2 mm	262,7 mm	1203,7 mm
90%	63,2 mm	221,9 mm	1050,9 mm

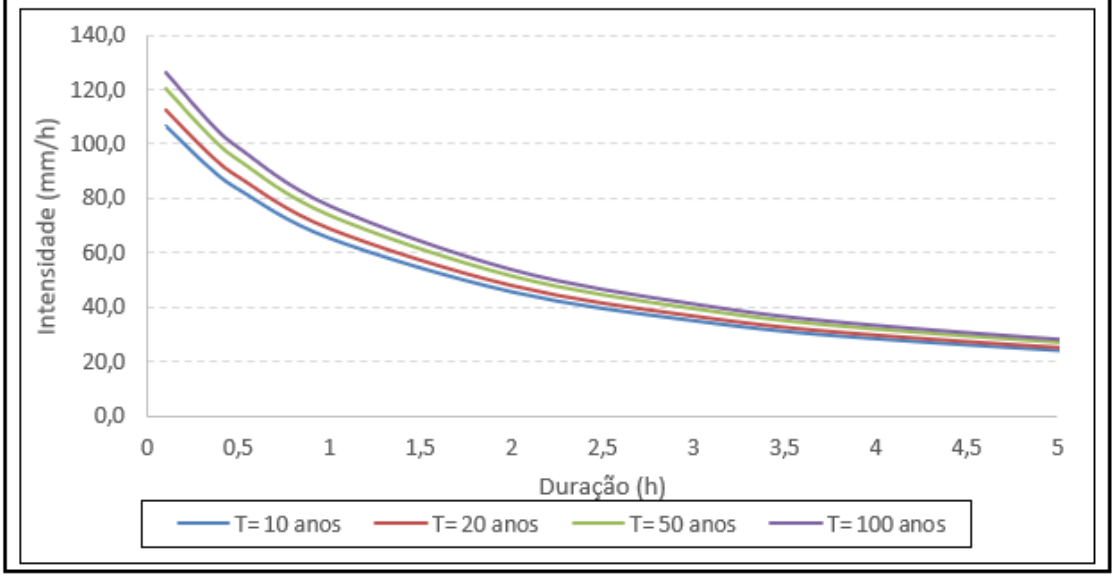


Figura 2.103 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Jacaraú.

SUB-BACIA		MAMANGUAPE	
Estação	**CÓDIGO**		
Jacaraú	3839345		
Período	1962-2017		
Parâmetros da IDF			
t	81,153	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_o)^n}$	
m	1,021		
n	0,072		
k	6515,907		
Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada			
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**
10%	100,8 mm	411,1 mm	1720,0 mm
20%	97,1 mm	342,9 mm	1515,5 mm
50%	76,4 mm	254,4 mm	1082,7 mm
80%	57,0 mm	197,3 mm	880,4 mm
90%	50,0 mm	173,5 mm	719,9 mm

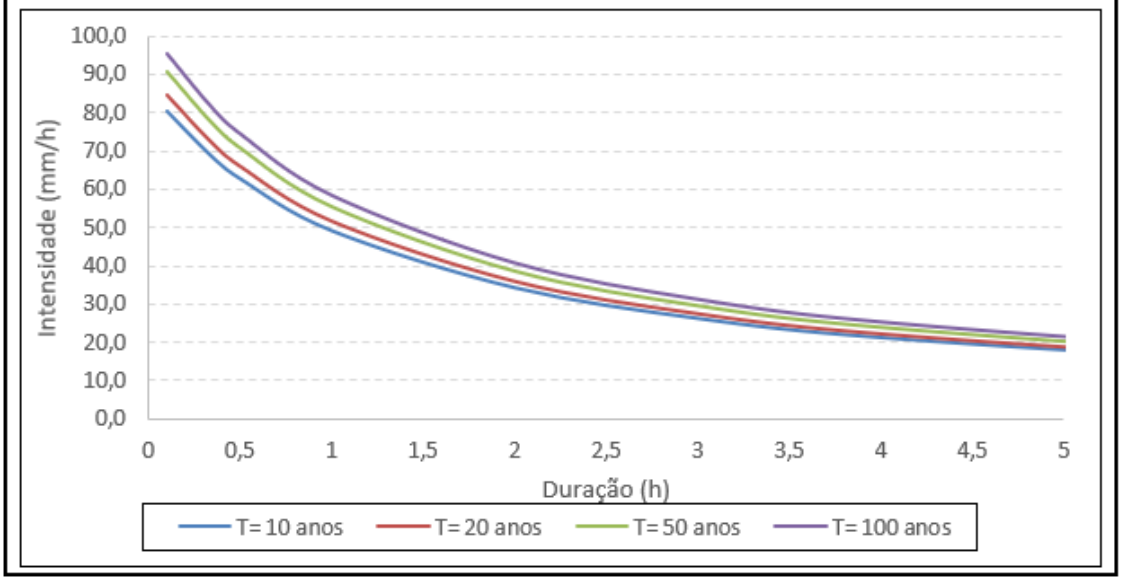


Figura 2.104 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Cuité.

SUB-BACIA		JACÚ		
Estação	**CÓDIGO**			
Cuité	3827973			
Período	1962-2017			
Parâmetros da IDF				
t	46,25247	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$		
m	0,954139			
n	0,146075			
k	3976,472			
Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada				
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**	
10%	138,0 mm	391,3 mm	1096,1 mm	
20%	112,1 mm	292,1 mm	953,7 mm	
50%	74,0 mm	202,4 mm	668,0 mm	
80%	51,0 mm	135,2 mm	469,4 mm	
90%	45,0 mm	113,6 mm	377,1 mm	

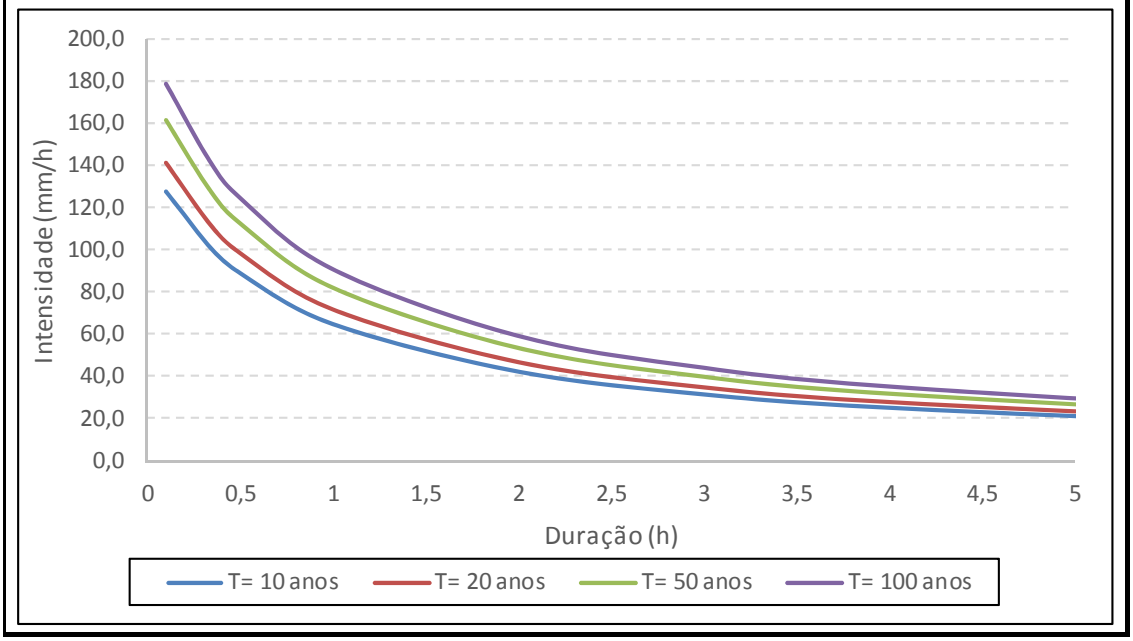


Figura 2.105 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Sossego.

SUB-BACIA		JACÚ		
Estação	**CÓDIGO**			
Sossego	3837552			
Período	1962-2017			
Parâmetros da IDF				
t	46,44048	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$		
m	0,954974			
n	0,139769			
k	3028,111			
Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada				
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**	
10%	97,6 mm	279,9 mm	728,4 mm	
20%	84,2 mm	233,3 mm	627,9 mm	
50%	60,0 mm	125,4 mm	393,4 mm	
80%	34,0 mm	73,6 mm	241,7 mm	
90%	30,0 mm	60,3 mm	176,8 mm	

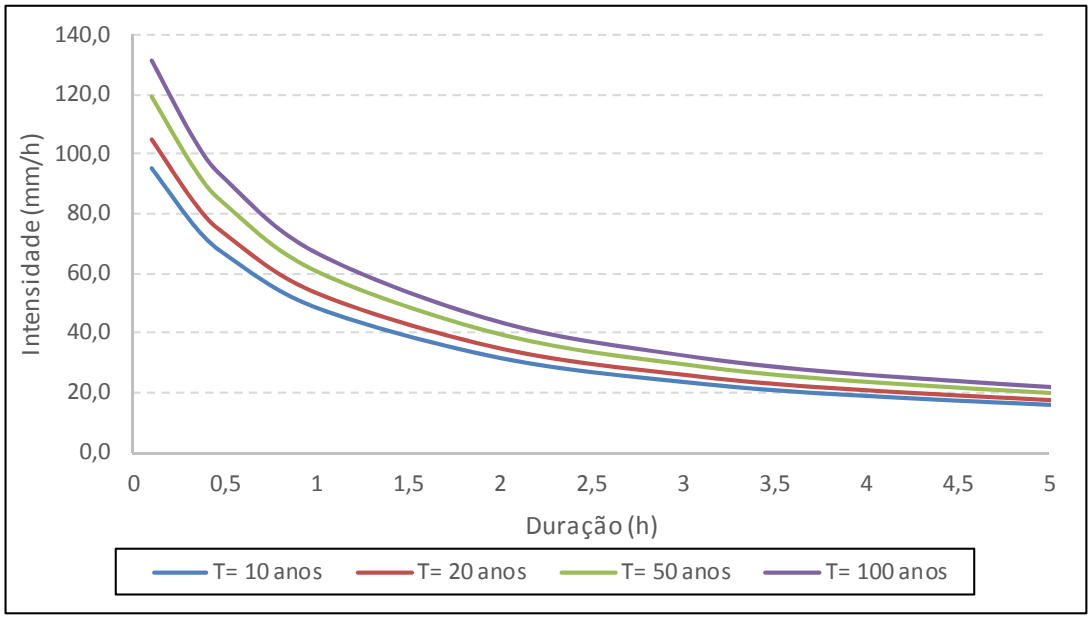
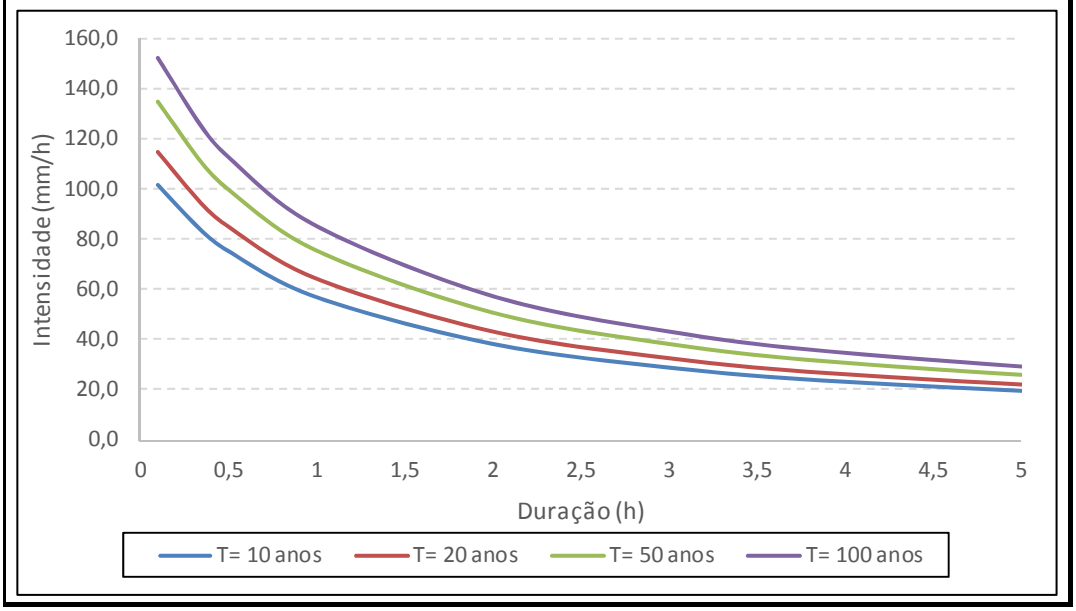


Figura 2.106 - Comportamento da precipitação média mensal – posto Barra de Santa Rosa.

SUB-BACIA		CURIMATAÚ		
Estação	**CÓDIGO**			
Barra de Santa Rosa	3837488			
Período	1962-2017			
Parâmetros da IDF				
t	62,14333	$i = \frac{kT_r^m}{(t+t_0)^n}$		
m	0,993216			
n	0,175579			
k	4494,487			
Probabilidade da precipitação ser igualada ou superada				
Probabilidade (%)	**Diária**	**Mensal**	**Anual**	
10%	112,3 mm	292,4 mm	835,8 mm	
20%	93,5 mm	203,2 mm	656,8 mm	
50%	58,0 mm	133,0 mm	440,4 mm	
80%	29,8 mm	77,2 mm	261,2 mm	
90%	27,0 mm	64,3 mm	218,2 mm	



2.2.8 Considerações finais para a fase de planejamento

A análise espaço-temporal da precipitação na Paraíba permitiu deixar algumas observações importantes, a serem consideradas na fase de planejamento da Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB), são elas:

- De uma maneira geral, a rede de monitoramento da precipitação no Estado da Paraíba está bem distribuída espacialmente, apresentando densidade de uma estação pluviométrica a cada 159 km², o que permite um bom entendimento da distribuição espacial da precipitação nesse Estado. Embora grande parte dessas estações não tenham sido utilizadas neste estudo, devido ao ainda curto período de observações, prevê-se que, com mais 10 anos, grande parte da rede de monitoramento poderá ser utilizada em um estudo dessa proporção. Porém, ressalta-se aqui a necessidade de melhoramento dos procedimentos de operação e manutenção da rede de monitoramento, a fim de reduzir as falhas nas medições que passaram de 0,4 mês para mais de 2 meses;
- Há ainda a necessidade de expansão das redes de pluviógrafos com envio de dados remotamente, para monitoramento da precipitação nas escalas subdiária ou mesmo sub-horária, para melhorar o entendimento da precipitação e suas propriedades (duração, intensidade, etc.) nessas escalas de tempo. Dessa forma, poder-se-á, por exemplo, traçar curvas IDF (Intensidade-Duração-Frequência) com dados observados no campo, sem a necessidade de desagregação do dado diáRio;
- A atual rede de monitoramento do CEMADEN pode ser utilizada, como ponto de partida, para expansão da rede de pluviógrafos. Recomenda-se também que seja firmada uma parceria entre o órgão gestor de recursos hídricos da Paraíba e o CEMADEN, para operação e manutenção conjunta da rede implantada e de sua expansão, caso ela venha a ocorrer;
- Recomenda-se ainda dar uma atenção especial aos postos com mais de 100 anos de registro de dados, talvez alguns desses postos pudessem contar com pluviógrafos e pluviômetros, para evitar: (i) a perda de dados; (ii) buscar o entendimento da precipitação em escala sub-horária. Esses postos de referências poderão ser utilizados para estudos futuros sobre as mudanças climáticas.

2.3 GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

2.3.1 Fontes de Consultas Utilizadas

Plano Estadual de Recursos Hídricos PERH/PB – 2006;

MinistéRio de Minas e Energia – Secretaria de Minas e Metalurgia;

Serviço Geológico do Brasil, CPRM – Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB);

CPRM/CDRM – PB, Geologia e Recursos Minerais da Paraíba, 2002;

https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem_muni.aspx?ano=2018&uf=RO – 5-7-2019

Companhia de Desenvolvimento da Paraíba – (CINEP,2019);

Departamento Nacional de Produção Mineral/Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios DNPM/DIPAR;

Recursos Minerais Não Metálicos/Arley Benedito Macedo 1998 São Paulo;

Anuário Mineral Brasileiro (DNPM 2006);

Principais Ocorrências de Minerais Industriais no Estado da Paraíba: Uma Revisão – Lucas A Medeiros et all, 2016 João Pessoa, 26-6-2019

www.cetem.gov.br/images/congressos2016 - em 05-07-2019

Potencialidades Minerais do Estado da Paraíba, Elen Monique Freitas de Jesus e all – 2016 Campina Grande – https.www.editorarealize.com.br, 26-6-2019

Paraíba é Rica em Recursos Minerais – Josélio Carneiro – 2012 em 5-7-2019

www.joseliocarneiro.blospot.com/2012

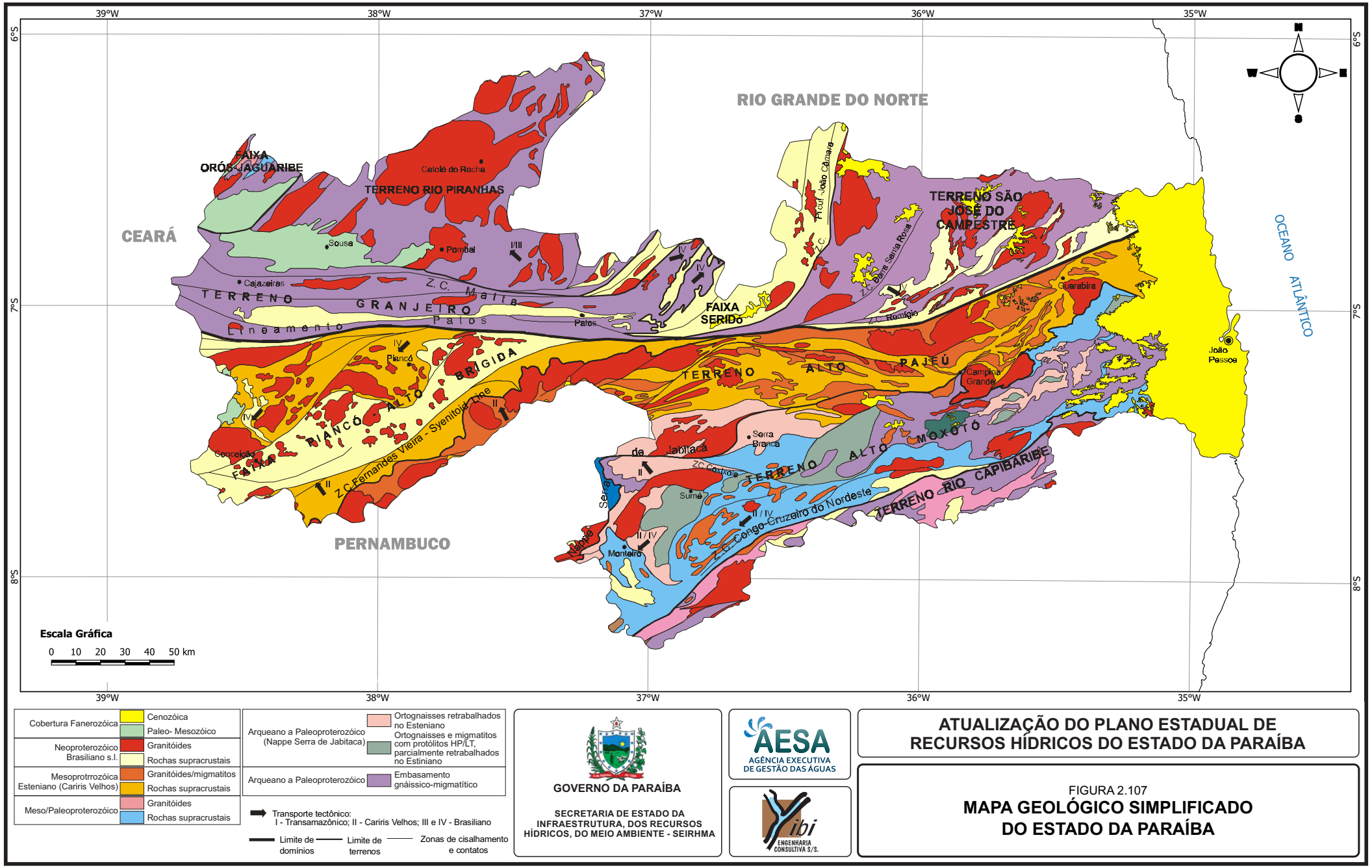
2.3.2 Metodologia e Considerações Gerais

A caracterização geológica do Estado da Paraíba para a Revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos, foi baseada nos estudos realizadas no âmbito do MinistéRio de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia, PERH/PB 2006 e CPRM – Serviço Geológico do Brasil, datados de 2002. Apresenta uma síntese da geologia e recursos minerais do Estado, elaborada de acordo com o documento decorrente do convênio firmado entre o Governo do Estado e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), dentro do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). O documento inclui os mapas geológico e de recursos minerais do Estado na escala 1:500.000 e um texto explicativo.

O subsolo paraibano é formado em sua maior parte por rochas precambrianas, as quais cobrem cerca de 80% da sua área. Esse substrato precambriano está presente na Província Borborema, de idade meso a neoproterozóica, representada no Estado pelos seguintes domínios geotectônicos: subprovíncia Rio Grande do Norte, que inclui os terrenos Granjeiro, Rio Piranhas e São José do Campestre e a faixa Seridó; subprovíncia Transversal, onde se reconhece a faixa Piancó-Alto da Brígida e os terrenos Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe; e uma pequena porção da faixa Orós-Jaguaribe. Zonas de cisalhamento, principalmente, de idade neoproterozóica separam esses domínios tectonoestratigráficos e constituem as principais feições geotectônicas do Estado. A subprovíncia Rio Grande do Norte e a faixa Orós Jaguaribe constituem a parte mais antiga da história precambriana, envolvendo um substrato de idade paleoproterozóica e uma faixa metassedimentar plataformal à turbidítica, de idade neoproterozóica. Os 20% restantes do Estado são representados por uma pequena fração da bacia do Araripe, pelas bacias do Rio do Peixe e Pernambuco-Paraíba, de idade cretácea e ligadas à evolução Atlantiana da plataforma sulamericana e por coberturas continentais paleógena-neógenas continentais. **Figura 2.107.**

2.3.3 Geologia/Estratigrafia

Os registros geológicos fanerozóicos do Estado da Paraíba são representados por raros remanescentes da Bacia do Araripe, por sedimentos cretácicos das formações Rio Piranhas, Sousa e Antenor Navarro (Bacia do Rio do Peixe), pela rocha vulcânica félsica Itapororoca, formações Gramame e Beberibe/Itamaracá (Bacia Pernambuco-Paraíba), sedimentos paleó-genos e paleoneógenos das formações Serra dos Martins, Campos Novos, rocha vulcânica máfica Boa Vista, Grupo Barreiras e por formações superficiais quaternárias restritas.



Cobertura Fanerozóica
Neoproterozóico Brasiliano s.l.
Mesoprotrrozóica Esteniano (Cariris Velhos)
Meso/Paleoproterozóico
Arqueano a Paleoproterozóico (Nappe Serra de Jabitaca)
Arqueano a Paleoproterozóico

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.107

MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DO ESTADO DA PARAÍBA

2.3.4 Unidades Litoestratigráficas

As unidades litoestratigráficas foram descritas segundo o mapa geológico do Estado da Paraíba (CPRM, 2002) na escala 1:500.000.

2.3.4.1 Pré-Cambriano/Província Borborema

- Faixa Orós-Jaguaribe (FOJ)

A Faixa Orós-Jaguaribe (FOJ) ocorre em uma pequena região a NW do Estado da Paraíba, limitando-se, à leste, com o Terreno Rio Piranhas pela Zona de Cisalhamento Portalegre, e a sul, com o Terreno Granjeiro pela Zona de Cisalhamento Malta (**Figura 2.108)**. Possui um embasamento paleoproterozóico e uma entidade tectônica intraplaca paleo/mesoproterozóica, que inclui granitóides anorogênicos e uma sequência metavulcano-sedimentar, que evoluiu de um estágio rifte para uma margem passiva. Todo o conjunto foi intensamente deformado pela orogênese Brasiliana, formando um cinturão de cisalhamento Brasiliano. O arcabouço atual é de uma série de blocos de embasamento alternados com faixas reliquiares de uma cobertura vulcano-sedimentar, originalmente, mais contínua, com o desenvolvimento de muscovita, clorita, sericita e epidoto.

Complexo Jaguaretama (Pj)

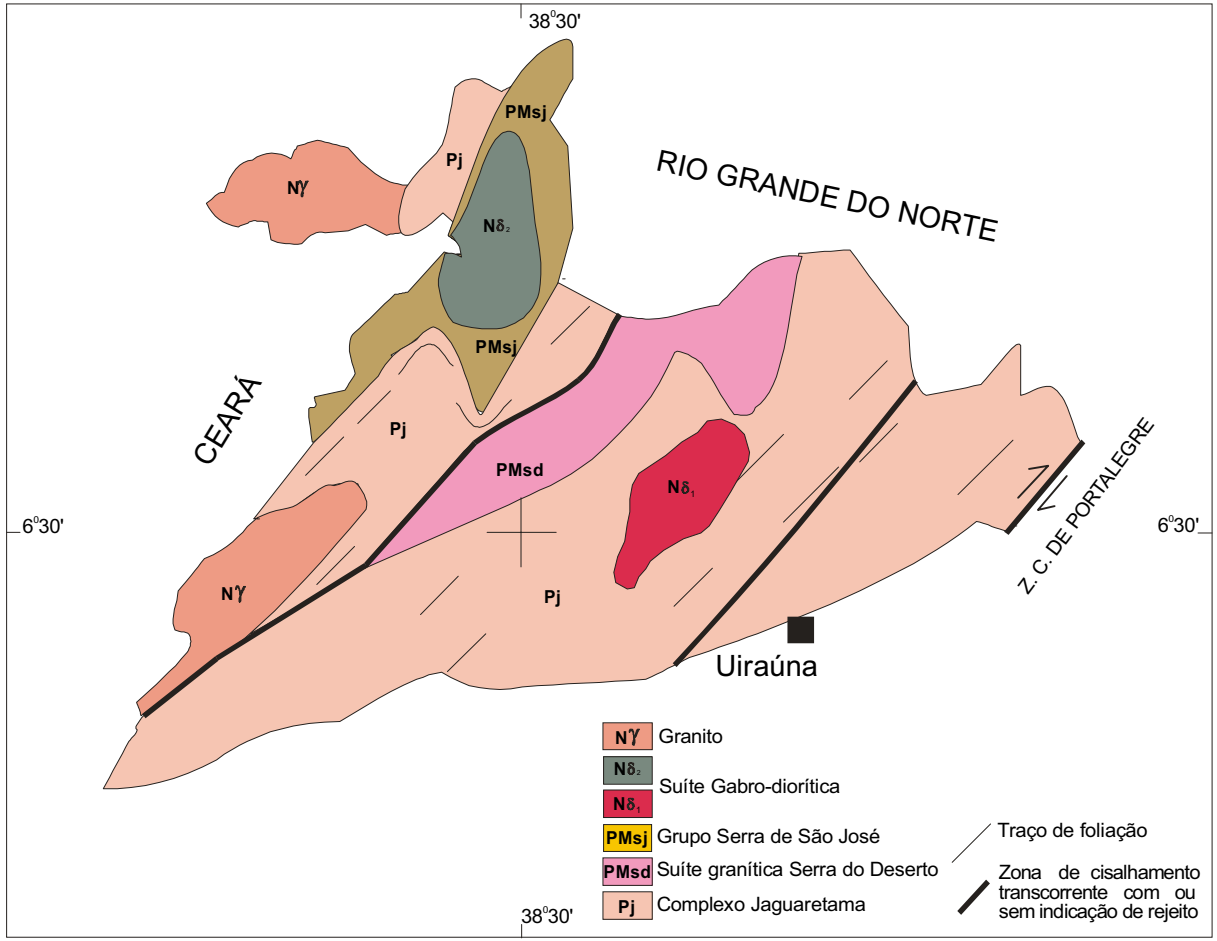
O Complexo Jaguaretama é composto por ortognaisses bandados e migmatitos de composição granodiorítica-tonalítica e granítica, no qual se intercalam bandas de gnaisses anfibolíticos, anfibólio xistos, augen gnaisses e, raramente, rochas calcissilicáticas.

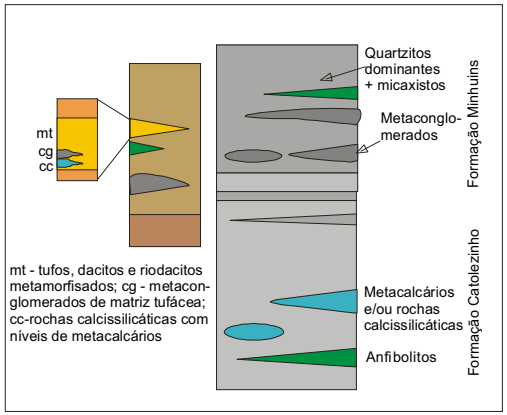
Suíte Magmática Serra do Deserto (PMsd)

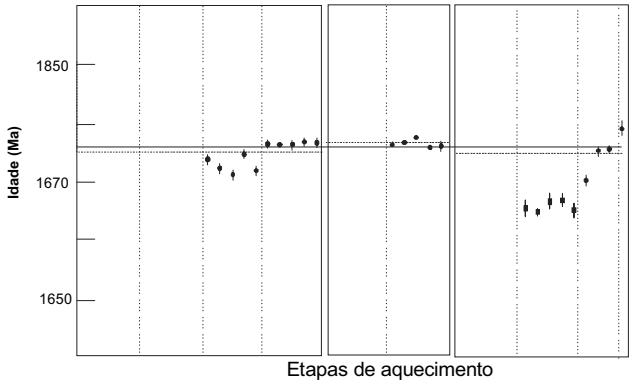
Segundo Cavalcante (1999), essa suíte é formada por rochas de composição essencialmente granítica, textura porfiroclástica (augen), com matriz de coloração cinza ou esverdeada, nos quais estão imersos porfiroblastos de microclima que alcançam alguns centímetros de comprimento. Trata-se de um magmatismo anorogênico dominantemente granítico, de tendência alcalina, o qual pode ser relacionado ao vulcanismo félsico do Grupo Orós.

Grupo Serra de São José (PMsj)

Trata-se de uma seqüência parametamórfica de natureza detrítica, com predominância de clásticos grossos, englobando quartzito com intercalações de metaconglomerado, o qual contém seixos de gnaisse em meio a uma matriz quartzosa com inclusões de pirita e cianita. Intercalam-se ainda gnaisse, xisto, calcário cristalino, anfibolito e rocha calcissilicática, envolvendo uma seqüência interpretada como de origem vulcanosedimentar por Jardim de Sá et al. (1981). Dados geocronológicos Pb-Pb (Cavalcante, 1999) confirmam sua idade paleo/mesoproterozóica, correlacionável ao Grupo Orós (Ceará).







IDADE: 1778 ± 7 Ma

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.108

MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA FAIXA ORÓS - JAGUARBE DO ESTADO DA PARAÍBA

Domínio Rio Grande do Norte

O Domínio Rio Grande do Norte (**Figura 2.109**) é formado pelos terrenos Rio Piranhas, Seridó (também denominado Faixa de Dobramentos Seridó), Granjeiro e São José do Campestre, sendo limitado a oeste pela Zona de Cisalhamento Portalegre e a sul pelo Lineamento Patos. O domínio Rio Piranhas e Seridó é caracterizado por um cinturão neoproterozóico central, a Faixa Seridó, ladeado por blocos de rochas paleoproterozóicas, os quais representam remanescentes de antigas faixas móveis transamazônicas envolvendo núcleos arqueanos, ainda preservados em alguns desses blocos. Os terrenos Rio Piranhas e Seridó fazem parte de um único terreno; a faixa Seridó, considerando as relações de não conformidade estratigráfica normais entre cobertura e embasamento, preservadas entre as supracrustais Seridó e os complexos gnáissicos do terreno Rio Piranhas.

O Terreno São José do Campestre inclui a mais antiga crosta da plataforma sul-americana, o núcleo arqueano de Bom Jesus (RN) (Dantas et al., 1998; Dantas, 1997). O cinturão de cisalhamento principal do domínio é constituído pelo feixe de cisalhamento Patos Malta, com mais de 55 km de largura na parte central do Estado da Paraíba. O limite entre os terrenos Rio Piranhas e Granjeiro é a Zona de Cisalhamento Malta, bem marcada geofisicamente, pelo contraste de padrões magnéticos. O limite entre a Faixa Seridó e o Terreno Rio Piranhas é a Zona de Cisalhamento (contracional) São Vicente, a qual envolve parte do embasamento paleoproterozóico. O limite entre a Faixa Seridó e o Terreno Granjeiro é supostamente uma zona de cisalhamento contracional cedo Brasiliana. O limite entre a Faixa Seridó e o Terreno São José do Campestre é a Zona de Cisalhamento Picuí-João Câmara, de cinemática transcorrente dextral.

Terrenos Granjeiro e São José do Campestre

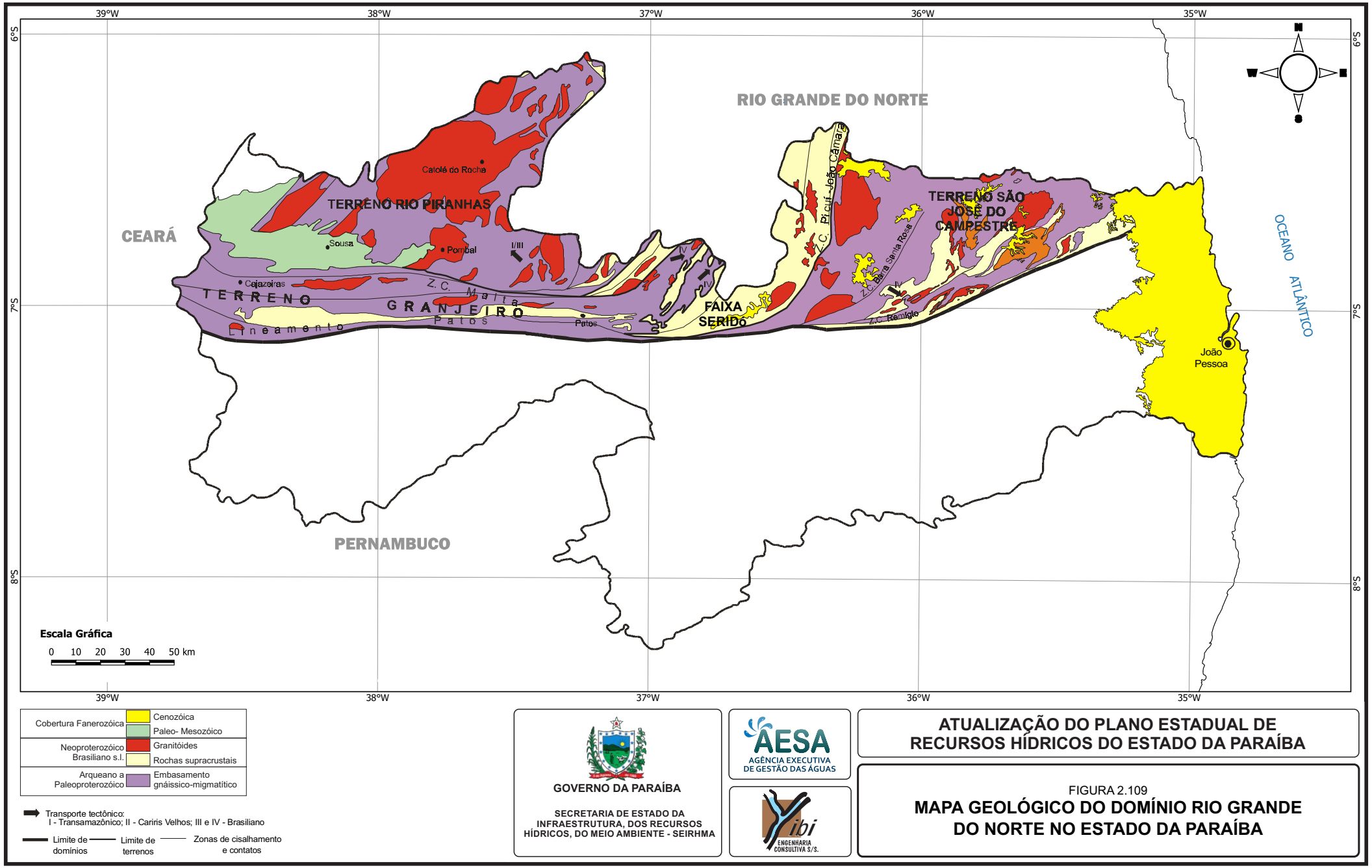
Os terrenos Granjeiro e São José do Campestre são formados principalmente por rochas de idade arqueana e paleoproterozóica, com uma pequena relíquia neoproterozóica. Uma extensão da Faixa Seridó está preservada sobre este terreno, aqui denominado de Faixa Curimataú. Alguns segmentos paleoproterozóicos apresentam características de orógenos acrescionários (complexos Serrinha-Pedro Velho e Caicó e colisionais (granitóides retrabalhados do Terreno Santa Cruz).

Ortognaisses TTG (Aγ)

Os ortognaisses TTG são típicos gnaisses cinza de composição tonalítica-trondhjemítica-granodiorítica, com biotita e hornblenda. São freqüentemente gnaisses bandados, com bandas máficas ricas em hornblenda e/ou biotita. Em alguns locais, esses ortognaisses apresentam xenólitos de metamáficas e metaultramáficas pertencentes ao Complexo Granjeiro. De acordo com Silva et al. (1997).

Ortognaisses Granodiorítico-graníticos (APγ)

Essa unidade é formada por ortognaisses de composição granodiorítica-granítica, subordinadamente tonalítica e migmatitos com mesossoma metamáfico. Devido ao seu posicionamento em zona de alto strain, entre os lineamentos Patos e Malta, tem-se com freqüência a ocorrência de faixas miloníticas, e as rochas são bastante estiradas e transpostas. Associados a essas litologias ocorrem corpos anfibolíticos de pequena espessura os quais, por vezes, mostram pequena discordância com relação às metaplutônicas encaixantes, além de enclaves de calcários cristalinos.



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.109

MAPA GEOLÓGICO DO DOMÍNIO RIO GRANDE DO NORTE NO ESTADO DA PARAÍBA

Complexo Serrinha-Pedro Velho (Psp)

Esse terreno possui um padrão litológico distinto dentre os complexos litoestratigráficos paleoproterozóicos do Terreno São José do Campestre, embora sem um claro contraste geocronológico. De acordo com as descrições do autor Dantas (1977), distinguem-se nesse complexo três associações litológicas. A primeira é formada por biotita gnaisse granítico migmatizado (Psp3); a segunda, por biotita-hornblenda migmatito com mesossoma de ortognaisse tonalíticogranítico com diques de anfibolito (Psp2), e a terceira por biotita gnaisse trondhjemítico, incluindo leucogranito, granito félsico, ortognaisse tonalítico com granada e rocha calcissilicática (Psp1).

Complexo Santa Cruz (Psc)

Esse complexo ocorre em duas pequenas áreas, a leste da cidade de Picuí, e corresponde a uma unidade litoestratigráfica circunscrita ao Terreno Santa Cruz, de Dantas (1997), melhor representada no Estado do Rio Grande do Norte. Compreende ortognaisses, desde tipos básicos até félsicos, formando uma típica suíte calcialcalina de arcos magmáticos maduros. Geoquimicamente, são semelhantes aos granitóides dos complexos São Vicente e Caicó.

Faixa Seridó e Terreno Rio Piranhas

O Terreno Rio Piranhas constitui uma vasta área paleoproterozóica, retrabalhada no ciclo Brasiliano, a qual serviu de embasamento da Faixa Seridó, como demonstram as relações estratigráficas do Grupo Seridó com o Complexo Caicó. Esse terreno é constituído dominantemente por rochas ortoderivadas na fácies anfibolito alto, cuja idade (concórdia U-Pb em zircão), definida para os ortognaisses do Complexo Caicó e da Suíte Magmática São Vicente (Hackspacher et al., 1990). Dantas (1992) e Ferreira (1997), consideram os complexos São Vicente e Caicó como um arco magmático transamazônico. Segundo Hackspacher et al. (1986) e Dantas (1992), esse terreno foi alvo de três fases de deformação progressiva durante o Transamazônico. O Terreno Rio Piranhas é caracterizado geofisicamente pela presença de rochas magnéticas, as quais refletem o substrato de ortognaisses tonalíticos e freqüência de rochas máficas. Na porção centro-leste, observa-se a presença de uma ampla área de rochas não magnéticas, as quais corresponde a maior ocorrência de granitóides da Suíte Granítica Poço da Cruz. Isso pode representar um episódio de espessamento crustal importante nessa área, por meio da colocação de crosta não magnética, seja por via anorogênica, por meio da intrusão de grandes corpos graníticos tabulares, seja por meio de um empilhamento tectônico.

Complexo Caicó (Pca)

O Complexo Caicó é composto por ortognaisses bandados félsico-máficos, ortognaisses maciços e migmatitos, com intercalações de rochas máficas e supracrustais metassedimentares. Constitui a unidade dominante no Terreno Rio Piranhas, tendo sido usualmente referida, em outros trabalhos, como um complexo gnáissico-migmatítico. A presença de supracrustais no Complexo Caicó e o alto grau metamórfico dessas rochas tornam complexa uma distinção entre essas supracrustais e aquelas do Grupo Seridó. Entretanto, algumas estreitas faixas de biotita paragnaisses, as quais ocorrem na zona oeste do terreno, foram individualizadas como supracrustais do Complexo Caicó, sendo discriminadas pela sigla Pca1. A área dominante, formada principalmente por ortognaisses migmatizados, incluindo calcário cristalino e anfibolito, está indicada na carta geológica como Pca2. A área dominante, formada principalmente por ortognaisses migmatizados e anfibolito, está indicada

na carta geológica como Pca_2. As metaplutônicas do Complexo Caicó constituem produtos de magmas juvenis extraídos de cunhas do manto, metassomatizado e enriquecido acima de zonas de subducção, os quais promoveram a sucessiva aglutinação destes arcos.

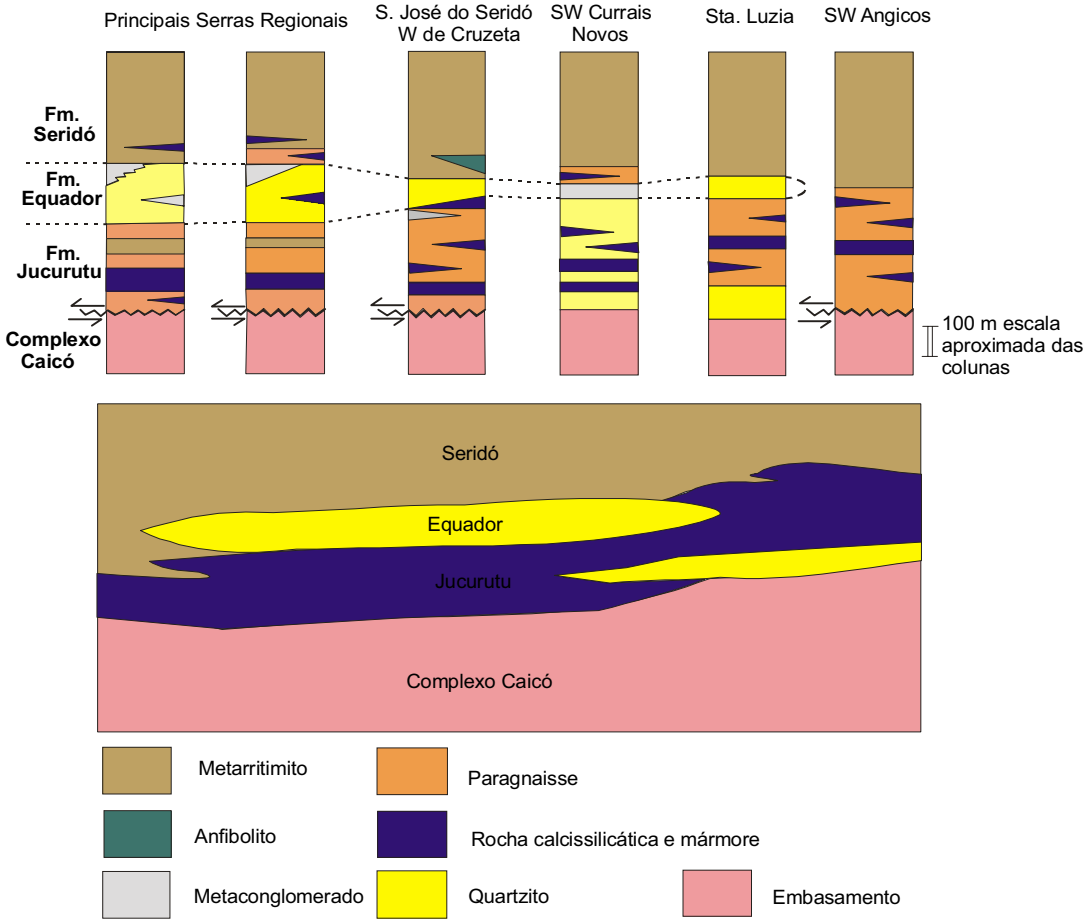
Suíte Granítica Poço da Cruz (Ppc)

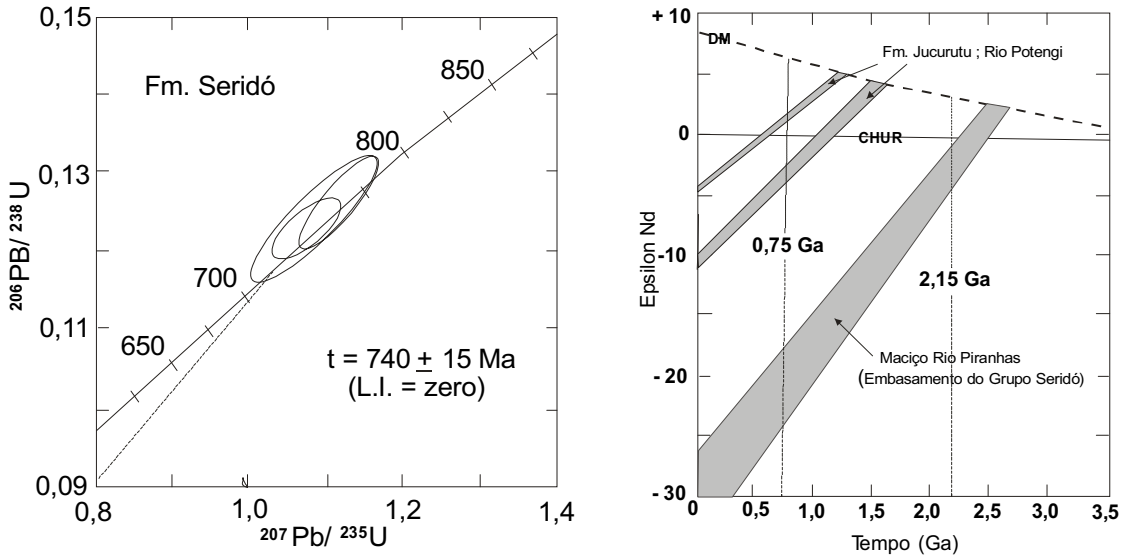
Essa suíte foi referida originalmente como granitos G2 por Jardim de Sá et al. (1981) e posteriormente mapeada por vários autores, incluindo Gonzalez & Villas (1984) e Ferreira (1997). Trata-se de uma associação de metagranitóides geralmente de textura augen, de composição granítica a quartzo-monzonítica. Outros tipos de metagranitóides, incluindo leucogranitos como os descritos por Dantas (1992), na região de Florânia (Rio Grande do Norte), devem estar associados a essa suíte. Ocorrem de uma maneira expressiva, na parte leste do terreno, como intrusões alongadas irregulares, as quais acompanham os trends do episódio contracional que afetou grande parte dos complexos São Vicente e Caicó, nessa área.

Essa suíte tem uma assinatura gravimétrica distinta da Suíte Magmática São Vicente e do Complexo Caicó, correspondendo a baixos gravimétricos com amplitudes de 15mgal, refletindo o seu caráter de crosta félsica menos densa. Os padrões aeromagnéticos dessa região indicam a presença de uma vasta massa de rochas não magnéticas, presumivelmente atribuído a essa suíte. É formada, essencialmente, por granitos meta e peraluminosos, com padrões petrográficos e de assinatura geoquímica similares aos de granitos crustais.

Grupo Seridó (Ne, Nsq, Nj, Ns, Nsi)

O Grupo Seridó é a unidade litoestratigráfica representativa das faixas Seridó e Curimataú, que ocorrem na região nordeste do Estado. O Grupo é usualmente dividido nas formações Seridó, Equador e Jucurutu (**Figura 2.110**), com divergência entre os autores quanto ao posicionamento da Formação Equador. Ferreira (1997) distinguiu ainda o Complexo Serra dos Quintos, desmembrado da Formação Jucurutu, aqui enquadrado como formação, pela associação litológica distinta. Neste trabalho, uma estreita faixa do Grupo Seridó, que se estende ao longo do Terreno Granjeiro, é considerada como Grupo Seridó indiscriminado. O Grupo Seridó é constituído por rochas metassedimentares de natureza plataformal marinha e turbidítica profunda. O metamorfismo varia da fácies xisto verde a anfibolito alto, em um regime bárico de pressão intermediária. Essa unidade foi alvo de três fases de deformação. A primeira é responsável pelo bandamento composicional (S1//S0), melhor preservado na fácies xisto verde de Cruzeta e Curral Novo (Subfaixa Jucurutu); a segunda, com características contracionais, é representada pelos empurrões e dobramentos recumbentes e/ou isoclinais com transporte de massa para NW (S2 paralela a S1); e a terceira promoveu a verticalização dos estratos, a formação de dobras abertas, por vezes isoclinais inclinadas e de zonas de cisalhamento transcorrentes, ora dextrais, ora sinistrais. Hackspacher & Sá (1984) definiram, ainda, uma quarta fase de fraca penetratividade, com trend NW-SE.





Estratigrafia e idade do Grupo Seridó (compilados de Van Schmus*et al*., 1995;Brito Neves *et al*., 2000)

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.110

ESTRATIGRAFIA E IDADE DO GRUPO SERIDÓ

A Formação Equador (Ne) aflora na porção setentRional do Estado da Paraíba, nas cercanias da cidade de Junco do Seridó. Predominam os quartzitos muscovíticos esbranquiçados até creme e cinza, textura granoblástica, granulação fina a média e foliação bem desenvolvida. Representa uma sedimentação clástica de plataforma (cordões arenosos litorâneos), aparecendo, de modo quase contínuo, acima do embasamento paleoproterozóico, embora em certos locais com uma recorrência acima da sedimentação grauváquico-carbonática, sugerindo episódios de transgressão e regressão. O metaconglomerado Parelhas ocorre acima do horizonte quartzítico e possui uma matriz quartzítica ou gnáissicocalcissilicática e seixos de gnaisses e anfibolitos do embasamento, além de gnaisses e rochas calcissilicáticas e itabiritos da Formação Serra dos Quintos, sugerindo uma inconformidade estratigráfica entre as formações Serra dos Quintos + Equador e a Formação Seridó e colocando dúvidas sobre a unidade do Grupo.

A Formação Serra dos Quintos (Nsq) é restrita à região centro-norte do Estado da Paraíba, compreendendo uma associação litológica metassedimentar grauváquica, carbonática-calcissilicática, subordinadamente com quartzitos, formações ferríferas e rochas metamáficaultramáficas. Foi considerada, por muitos autores, como Formação Jucurutu. As melhores exposições dessa formação são observadas na Serra dos Quintos, em faixas contínuas contornando um alto do embasamento paleoproterozóico, mapeadas em detalhe por Andritzky (1972) e Lima et al. (1980).

A Formação Jucurutu (Nj), de modo geral, é representada por uma seqüência metassedimentar, com pequena contribuição vulcânica máfica. O paragnaisse, com níveis e nódulos de rocha calcissilicática, tem características de uma metagrauvaca, pelo conteúdo expressivo de feldspato e pelo aspecto maciço. A associação litológica com abundância de sedimentos clásticos, grauváquicos e quartzosos e com uma extensiva ocorrência de calcários, sugere uma associação tipo QPC, em ambiente de plataforma carbonática de margem passiva.

A Formação Seridó (Ns) e o Grupo Seridó indiscriminado (Nsi) constituem a principal unidade da Faixa Seridó, sendo representados por um espesso pacote de metapelitos de fácies dominantemente anfibolito, contendo raras intercalações de metacalcários, rochas calcissilicáticas e anfibolito. Na Faixa Curimataú, ocorre uma fácies metavulcânico e metavulcanoclástica, cujos primeiros dados sugerem tratar-se de uma associação de metadacito, metandesitos e metatufos. Em algumas áreas, o S0 é facilmente reconhecido, observando-se uma estrutura típica de ritimitos, às vezes com uma gradação sugestiva de turbiditos. Assim, na evolução dos tectonofácies do grupo, a Formação Seridó, provavelmente, representa a fácies marinha distal da bacia, cuja sedimentação está associada a depósitos de talude alimentados por correntes de turbidez. Não se observam variações composicionais expressivas na Formação Seridó, o que é característico também desses depósitos formados em ambiente marinho profundo. O zoneamento metamórfico observado na Formação Seridó, com decréscimo do metamorfismo para a base do grupo, a oeste na Faixa de Cruzeta, sugere a existência de um zoneamento inverso, típico de regime de thrusts, com transporte para oeste-noroeste, como sugerido por Hackspacher & Dantas (1997). Isso estaria de acordo, também, com a ascensão da Formação Equador, na zona central da subfaixa, assim como do soerguimento do embasamento da região de Santa Luzia e sua extensão para o norte, como demonstram claramente os dados aeromagnéticos. Dessa forma, o evento contracional é muito importante na estruturação do terreno, embora fortemente mascarado pela extensiva tectônica transcorrente que gerou as zonas de cisalhamento transcorrente longitudinais contínuas, as quais atravessam toda a Subfaixa Currais Novos.

Esse feixe de falhas é uma extensão da Zona de Cisalhamento PatosMalta, produzindo uma rede de transcorrências dextrais en échelon.

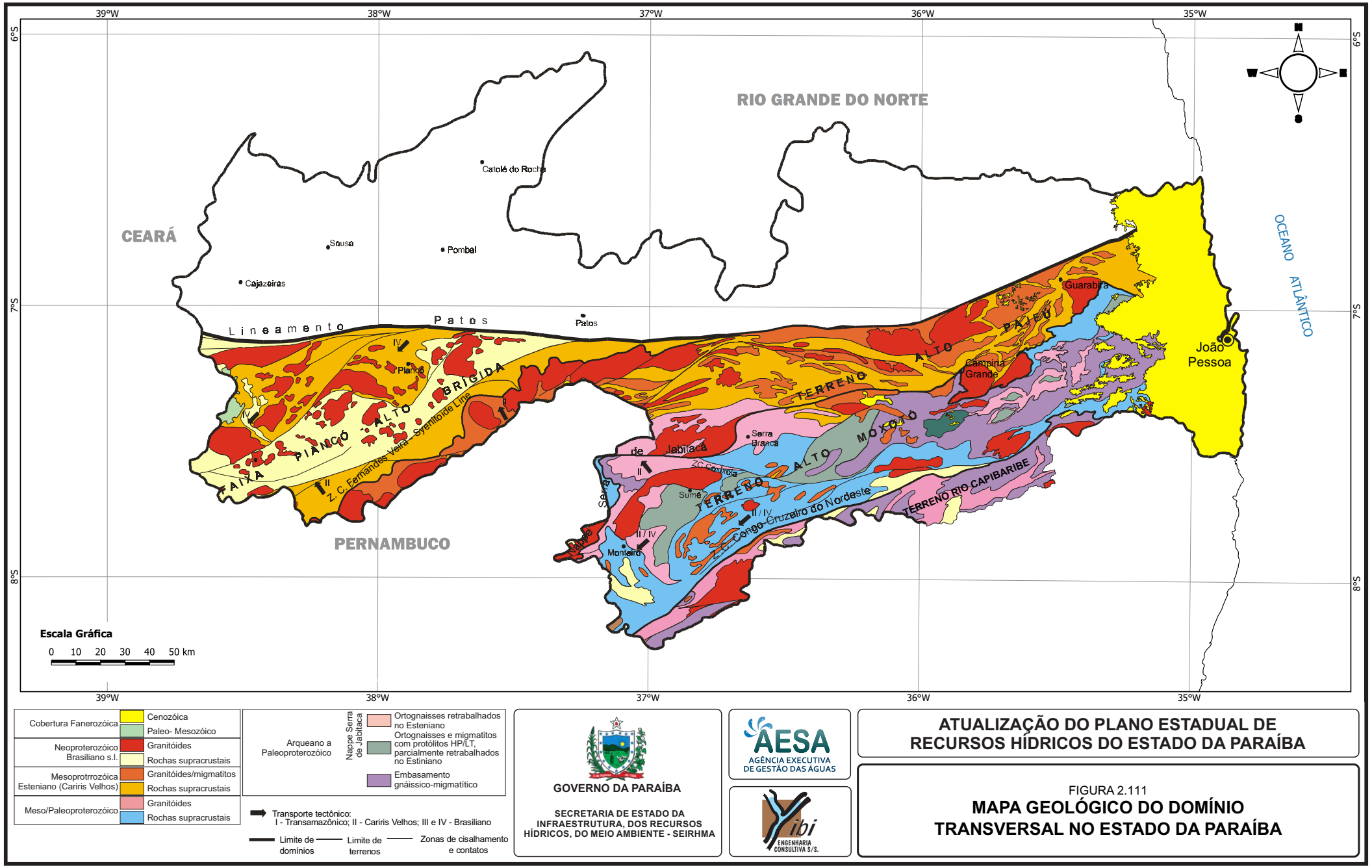
- Domínio Transversal

O Domínio ou Zona Transversal corresponde a uma megaestrutura situada entre os lineamentos Patos e Pernambuco e ocupa toda a porção sul do Estado da Paraíba **(Figura 2.111)**. Ele reúne terrenos tectono-estratigráficos de idade meso e neoproterozóica, ocorrendo blocos de idade arqueana e paleoproterozóica. A evolução desse domínio é completamente distinta dos domínios anteriores (Santos et al., 1999). Esse contraste de constituição litológica é refletido pelos padrões aeromagnéticos. Da mesma forma que o Domínio Rio Grande do Norte, não há registro de uma sedimentação tardipaleoproterozóica/me-soproterozóica, como se observa na Faixa Orós-Jaguaribe. Em contrapartida, esse domínio possui uma história de sedimentação-vulcanismo e de deformação orogênica única dentro da Província Borborema, ocorrida a partir do final do Mesoproterozóico, envolvendo os ciclos Cariris Velhos (1,1 a 0,95 Ga) e Brasiliano (0,75 a 0,54 Ga).

Santos (1996) e Santos & Medeiros (1997) subdividiram ese domínio de oeste para leste em quatro terrenos: Piancó-Alto Brígida ou Cachoeirinha-Salgueiro, Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe. Um embasamento arqueano-paleoproterozóico está presente no Terreno Alto Moxotó, formando um trend de exposições considerado como um antigo microcontinente disperso (Santos et al. 1997), assim como em outros fragmentos menores.

Terreno Piancó-Alto Brigída (Cachoeirinha-Salgueiro)

A Faixa Piancó-Alto Brigída é formada por seqüências metavulcanosedimentares e metassedimentares e por rochas plutônicas neoproterozóicas. Ao contrário dos terrenos anteriormente descritos, não ocorrem exposições de rochas arqueanas e paleoproterozóicas, embora haja indicações indiretas, por meio de idades modelos TDM (Sm-Nd) de sua existência ao longo da syenitoid line (Sial, 1987) (ou antiga geoanticlinal de Teixeira, Brito Neves, 1975), na região de Serra Talhada. O limite com o Terreno Alto Pajeú é feito pela Zona de Cisalhamento Fernandes Vieira e pela syenitoid line, esta sendo representada pelo alinhamento de batólitos sieníticos e graníticos shoshoníticos e ultrapotássicos. O limite norte com o Terreno Granjeiro é balizado pela Zona de Cisalhamento Patos. Bittar (1998) separou essa faixa em terrenos tectono-estratigráficos, desenvolvidos sob diferentes regimes metamórficos e deformacionais e justapostos durante a orogênese Brasiliana. Os dados geocronológicos confirmam que a Faixa Piancó-Alto da Brígida representam uma colagem dos terrenos Cariris Velhos (1,1-0,95 Ga) e Brasiliana (0,75-0,57 Ga), sendo, por isso, considerada um terreno composto, na opinião de Santos et al. (1997).



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.111

MAPA GEOLÓGICO DO DOMÍNIO TRANSVERSAL NO ESTADO DA PARAÍBA

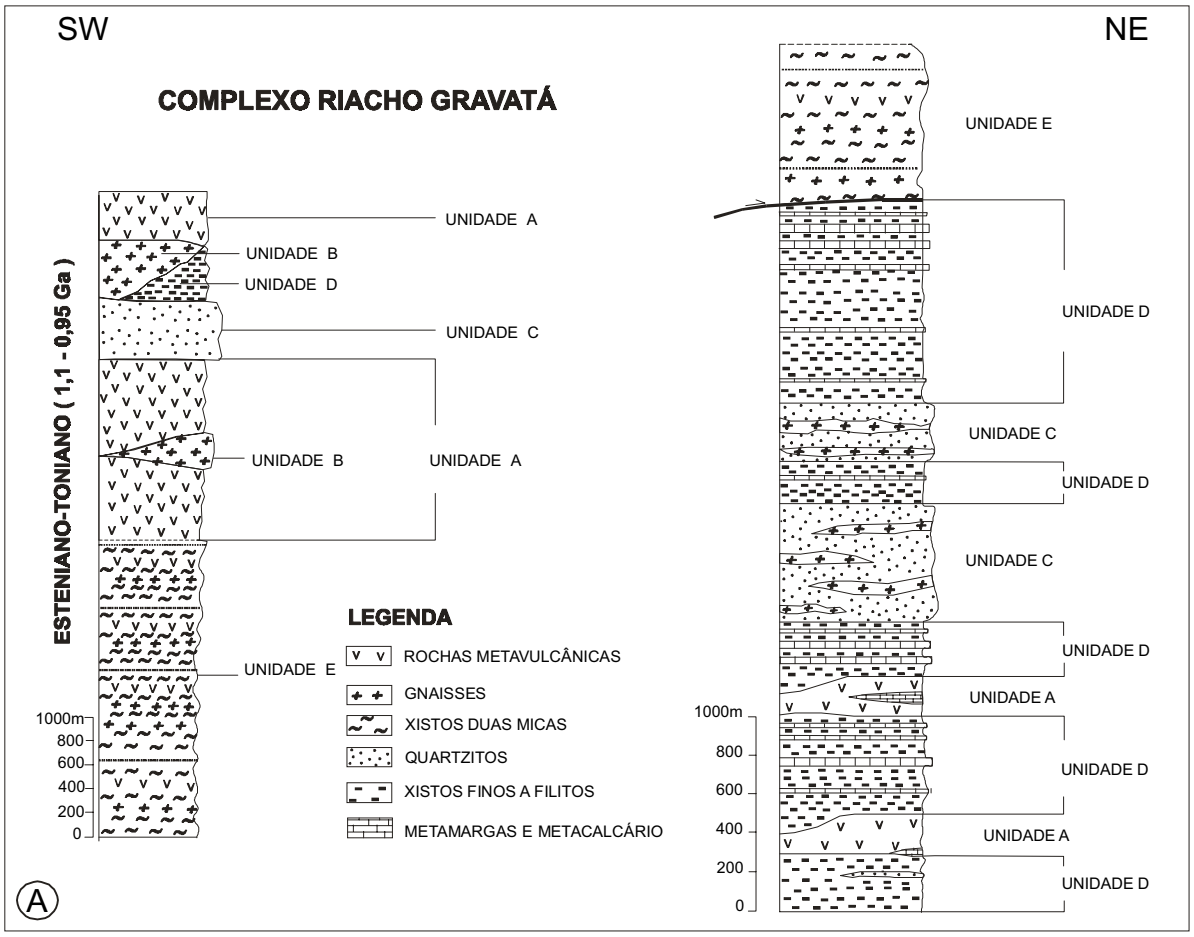
Complexo Piancó (MNp)

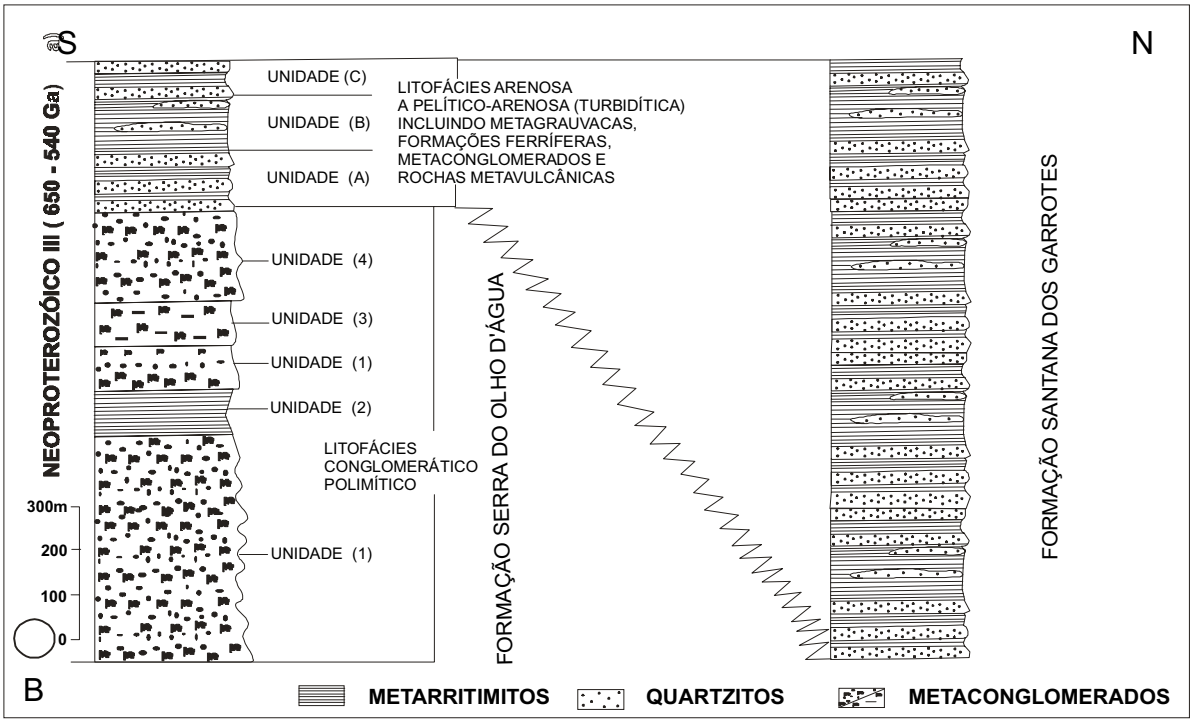
Esse complexo corresponde um conjunto de rochas orto e paraderivadas que ocorre na parte oeste do Estado da Paraíba, denominado de Grupo Jucurutu ou Arqueano por Lima et al., 1980 e Silva Filho et al., 1985, respectivamente. Segundo Campos Neto et al. (1994), esse pacote estrutura a chamada Nappe de Piancó, uma espessa fatia subcrustal, colocada precocemente em relação a um cisalhamento dúctil, com transporte por cavalgamento para sudeste durante o evento Brasiliano. Segundo esses autores, a estrutura metamórfica observada ao sul de Piancó admite um aparente zoneamento inverso, devido a um sistema interno de cavalgamentos do tipo leading imbricate fan, completado pela frente transpressiva por uma zona de cisalhamento direcional. Gomes (1999) formalizou esse alóctone como Complexo Piancó, individualizando duas zonas metamórficas distintas da fácies anfibolito alto (sillimanita) e baixo (biotita), às quais foi atribuída uma idade mesoproterozóica, considerando as diferenças composicionais e de grau metamórfico em relação ao Grupo Cachoeirinha, de idade neoproterozóica, sobre o qual está empurrado. O Complexo Piancó é considerado como uma unidade proterozóica indiscriminada, na falta de uma análise estrutural mais detalhada e de determinações geocronológicas. Considerando-se os dados de Silva Filho et al. (1985), distinguem-se: 1) um conjunto de ortognaisses tonalíticos com intercalações de anfibolitos, aqui individualizado como MNp1, um embasamento paleoproterozóico ou arqueano-paleoproterozóico; 2) um conjunto de ortognaisses tonalíticos, com intercalações de cordierita xistos (MNp2), uma suposta zona imbricada de embasamento e supracrustais; e uma unidade de cordierita-sillimanita xistos (MNp3), uma fatia de supracrustais, de idade indeterminada.

Complexo Riacho Gravatá (Mrg)

Ese complexo foi originalmente mapeado como Grupo Cachoeirinha (Barbosa, 1970), Grupo Salgueiro (Silva Filho et al., 1985) e redefinido como complexos Riacho Gravatá e Poço dos Cachorros (Campos Neto et al., 1994), Brito Neves et al. (1990). Bittar (1998) e Gomes (1999) As investigações de Bittar (1998) demonstram que os dois complexos, na realidade, representam uma única seqüência litoestratigráfica, a qual pode ser dividida em várias unidades litodêmicas. Essa interpretação foi adotada por Ferreira & Santos (2000), porém sem cartografar essas novas unidades, por problemas de representação na escala do mapa e impossibilidade de se estender essa subdivisão a toda área do complexo. A subdivisão em unidades litodêmicas de Bittar (1998) guarda certa identidade com aquela proposta por Silva Filho et al. (1985) e revisada por Gomes (1999). Segundo Bittar (1998), as cinco unidades do complexo se sucedem usualmente por contatos tectônicos, por meio de lascas de cavalgamento transportadas para SE e truncadas por zonas de cisalhamento transcorrente de direção NE-SW, dificultando o entendimento (**Figura 2.112**) do empilhamento estratigráfico.

A unidade A é formada por xistos, rochas metavulcânicas básicas, xistos ultramáficos e rochas metavulcânicas ácidas a intermediárias. A unidade B é formada essencialmente por gnaisses, rochas metavulcânicas e metaplutônicas ácidas. A unidade C é formada principalmente por metapsamitos e metavulcânicas ácidas, ocorrendo, em menor proporção, turmalinito bandado, filito e filito carbonático. A unidade D é constituída por metagrauvacas (vulcanoclásticas?), metapelitos, metarritmitos psamíticos, metapelitos carbonáticos, metavulcânicas básicointermediárias e metatufos. A unidade E é, às vezes, de difícil separação da unidade D, sendo formada por filito, quartzito, xisto e raro anfibolito. Segundo Campos Neto et al. (1994), essa pilha vulcano-sedimentar corresponde a um espesso pacote de sedimentos marinhos pouco profundos, onde os níveis psamíticos foram cobertos por leitos carbonáticos em meio a grauvacas vulcanoclásticas.





GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.112

ESTRATIIGRAFIA DA FAIXA DO PIANCÓ - ALTO BRÍGIDA (A) COMPLEXO RIACHO GRAVATÁ / (B) GRUPO CACHOEIRA

Grupo Cachoeirinha

Esse grupo foi descrito por Barbosa (1970) e redefinido como Complexo Cachoeirinha por Bittar (1998). O Grupo Cachoeirinha deve ser restrito à faixa de rochas supracrustais situada a norte da Zona de Cisalhamento Serra do Caboclo, que controlou a sedimentação do grupo e que o separa das rochas supracrustais mesoproterozóicas ao sul, as quais lhes serviram de embasamento. Essa unidade compreende um sistema deposicional único, turbidítico, subdividido nas formações Serra do Olho d'Água (Noa) e Santana dos Garrotes (Nsg).

A Formação Serra do Olho d´Água (Noa) foi descrita originalmente por Silva Filho et al. (1985) como uma unidade molássica dentro do cinturão Piancó-Alto Brígida. PosteRiormente, Campos Neto et al. (1994) e Bittar (1998) redefiniram-na, identificando uma litofácie conglomerática polimícta, com espessura aparente de cerca de 1.200m, e uma litofácie arenosa a areno-pelítica e grauváquica, com espessura aparente de 400 m. Segundo Campos Neto et al. (1994), a litofácie conglomerática compreende, provavelmente, um depósito por fluxo turbulento de alta densidade, canalizado em canyons submarinos. De acordo com esses autores, bem como Gomes (1999), esta formação representa a fácies proximal de um sistema turbidítico, cujo equivalente distal corresponde à Formação Santana dos Garrotes. No entanto, Bittar (1998), revisou esta interpretação, considerando a Formação Serra do Olho d'Água como um depósito pós-orogênico neoproterozóico, relacionado à fase colisional tardia Brasiliana, levando em conta a presença de seixos de quartzitos e de rochas metavulcânicas, atribuídos à Formação Santana dos Garrotes. A exemplo de Campos Neto et al. (1994), Ferreira & Santos (2000) consideram a Formação Serra do Olho d'Água como uma unidade contemporânea da Formação Santana dos Garrotes, interpretando todo o conjunto do Grupo Cachoeirinha como um flysch neoproterozóico. Acredita-se que os seixos referidos por Bittar (1998) representem fragmentos do Complexo Riacho Gravatá. A interpretação está de acordo com as recentes determinações geocronológicas (Van Schmus, inf. verbal), que registram a presença de zircões detríticos do Grupo Cachoeirinha com idades em torno de 640 Ma.

A Formação Santana dos Garrotes (Nsg) corresponde à sequência Santana dos Garrotes de Bittar (1998). Essa unidade foi descrita por todos os autores anteriores como Grupo Cachoeirinha, sendo redefinida por Ferreira & Santos (2000), em função das investigações de Campos Neto et al. (1994), Kozuch et al. (1997), Gomes (1999) e Bittar (1998). É constituída, predominantemente, por metarritmitos pelíticos e psamíticos, com metagrauvacas e/ou metarenitos líticos, metassedimentos quí- micos ferríferos, metaconglomerados intraformacionais, rocha metavulcânicas básicas a ácidas e rochas metapiroclásticas. As rochas metaclásticas são dominantes e compõem um amplo sistema turbidítico, a característica dessa unidade. O ambiente de deposição é considerado marinho, de um sistema turbidítico , localizado na transição entre talude e lobos. Segundo Sá et al. (1998), a assinatura geoquímica das rochas vulcânicas aponta para um ambiente de arco magmático, o que, evidentemente, não pode ser extrapolado para toda a unidade, em função do pequeno conteúdo vulcânico da sequência.

Terreno Alto Pajeú/Faixa Cariris Velhos

Esse terreno faz parte da antiga Faixa Pajeú-Paraíba de Brito Neves (1975), subdividida em dois terrenos por Santos (1995, 1999). De acordo com esse autor, trata-se de um fold-thrust belt do evento Cariris Velhos, retrabalhado durante o Brasiliano-Panafricano.

O Terreno Alto Pajeú é a área tipo da Faixa Cariris Velhos (1,1 a 0,95 Ga), descrita por Brito Neves et al. (1995), como composta por seqüências metassedimentares e metavulcano-

sedimentares mesoproterozóicas, granitóides mesoproterozóicos e por estreitas faixas neoproterozóicas. Como na Faixa Piancó- Alto Brígida, exposições de rochas mais antigas, arqueanas a paleoproterozóicas, são raras. Seu limite com o Terreno Alto Moxotó, segundo Santos (1995), é caracterizado pela nappe Serra de Jabitacá, que controla a colocação de uma vasta área de migmatitos e ortognaisses mesoproterozóicos com protólitos arqueano/ paleoproterozóicos, assim como relictos de supracrustais, rochas máficoultramáficas de fácies granulito e retroeclogitos, os quais foram penetrados por imensos plútons graníticos neoproterozóicos. A deformação Cariris Velhos compreendeu pelo menos duas fases, denominadas por Santos (1999) de D2 e D2', tendo ambas atingido a fácies anfibolito alto, com alguma anatexia. São características as superfícies miloníticas de baixo ângulo, presentes tanto nos metagranitóides Mγ2, quanto nas supracrustais do Complexo São Caetano. O transporte da fase D2' está bem amarrado, por meio de estruturas tipo S-C e diques graníticos Mγ2 rompidos, augen assimétricos de feldspato, que denunciam um deslocamento geral de thrusts para SSE.

Ortognaisses granodiorítico-granítico (APγ)

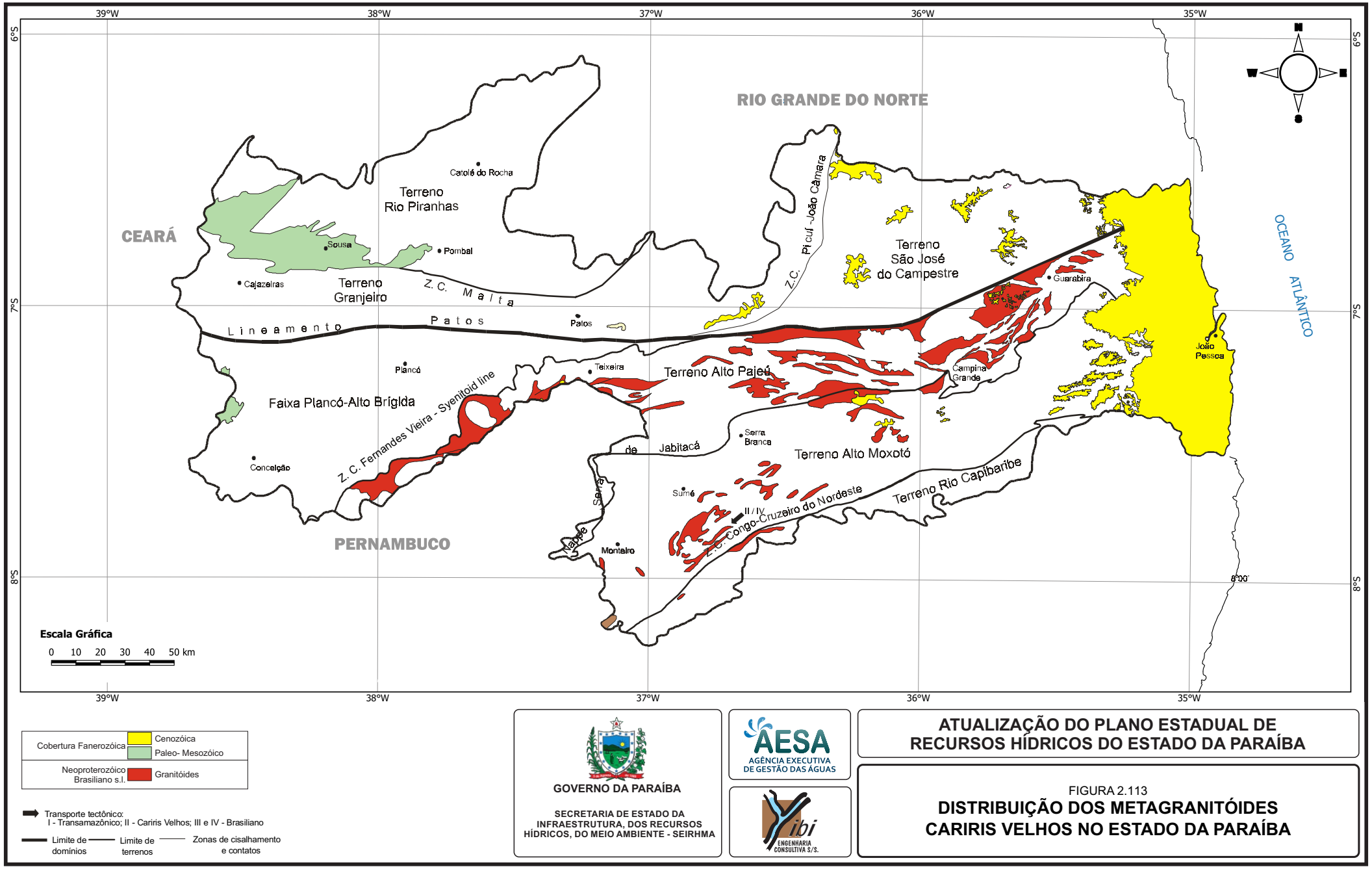
Exposição de rochas arqueanas e paleoproterozóicas são raras no Terreno Alto Pajeú. Uma pequena exposição de ortognaisses bandados aflorante na região de Ouro Velho (PB) foi datada pelo método Rb-Sr como de idade arqueana. A similaridade desses ortognaisses com o Complexo Floresta, datado pelo método U-Pb em zircão, põe alguma dúvida sobre essa idade arqueana, razão pela qual ela está indicada na carta geológica como uma unidade do Arqueano-Paleoproterozóico.

Complexo São Caetano (Msc)

O Complexo São Caetano compreende uma seqüência metassedimentar e metavulcanoclástica, com uma componente vulcânica dominantemente félsica-intermediária. Os protólitos dos paragnaisses são pelitos/psamitos e grauvacas, mas há evidências de uma contribuição vulcânica e, principalmente, vulcanoclástica, como ocorre na seqüência Poço do Salgueiro, descrita por Santos (1995). Investigações geoquímicas realizadas em vulcanoclásticas dessa seqüência, por esse autor, demonstraram a presença de uma série calcialcalina de alto K peraluminosa, sugerindo tratar-se de uma mistura de sedimentos clásticos oriundos de arcos magmáticos maduros, mas a existência de um vulcanismo de arco típico é ausente.

Metagranitóides Cariris Velhos (Mγ2a e Mγ2b)

As rochas graníticas Cariris Velhos são leucogranitos e migmatitos de fonte crustal, gerados principalmente por fusão parcial de protólito sedimentar ou vulcanosedimentar durante a orogênese Cariris Velhos. Ocorrem sempre como *sheets* intrusivos empilhados ao longo das superfícies de thrusts do episódio colisional desse evento orogênico (**Figura 2.113**). Nessas rochas, uma foliação regional é representada por um bandamento gnáissico ou anatético, com separação entre minerais máficos e félsicos. Em alguns granitóides, essa foliação define um arranjo de tipo S-C, em que os feixes de micas contornam porfiroblastos ou augen de feldspato sintectônicos. Santos (1995) distinguiu dois tipos de metagranitóides Cariris Velhos, identificados nessa faixa e referidos como Mγ2a (Recanto) e Mγ2b (Riacho do Forno). Os metagranitóides Mγ2a apresentam uma estrutura tipo augen e um espectro composicional restrito ao campo dos monzogranitos. Os migmatitos e leucogranitos Mγ2b são mais leucocráticos (menos de 5% de micas e acessórios) e ricos em muscovita, exibindo uma característica estrutura migmatítica, de tipos estromática, schlieren e nebulítica.


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
Terreno Rio Piranhas
Sousa
Pombal
Cajazeiras
Terreno Granjeiro
Z. C. Malta
Lineamento Patos
Patos
Z.C. Picuí - João Câmara
Terreno São José do Campestre
Guarabira
João Pessoa
Campina Grande
Teixeira
Terreno Alto Pajeú
Plancó
Faixa Plancó-Alto Brígida
Z. C. Fernandes Vieira - Syenitoid line
Conceição
Serra Branca
de Jabitacá
Terreno Alto Moxotó
Sumé
Serra do Teixeira
Z. C. Congo-Cruzeiro do Nordeste
II / IV
Terreno Rio Capibaribe
Montaeiro
Escala Gráfica
0 10 20 30 40 50 km
Cobertura Fanerozóica
Cenozóica
Paleo- Mesozóico
Neoproterozóico Brasiliano s.l.
Granitóides
Transporte tectônico:
I - Transamazônico; II - Cariris Velhos; III e IV - Brasiliano
Limite de domínios
Limite de terrenos
Zonas de cisalhamento e contatos
GOVERNO DA PARAÍBA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS, DO MEIO AMBIENTE - SEIRHMA
AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA
FIGURA 2.113
DISTRIBUIÇÃO DOS METAGRANITÓIDES CARIRIS VELHOS NO ESTADO DA PARAÍBA

Segundo Santos (1995), os metagranitóides Cariris Velhos correspondem aos leucogranitos a duas micas peraluminosos ou crustais colisionais associados a empurrão, de protólito sedimentar ou vulcanoclástico, gerados em ambiente de colisão, do tipo continente continente ou continente-arco (**Figura 2.114**). Dados do sistema isotópico Sm/Nd indicam valores de TDM entre 1,3 e 1,6 Ga e de εNd entre -1,8 à +0,8, os quais sugerem pouca participação de componente exclusivamente crustal na formação desses fundidos. Diagrama concórdia U-Pb do metagranitóide tipo Recanto, utilizando-se quatro frações de zircão, apresentou uma idade de intercepto superior de ca.1.037Ma (Santos, 1995) (**Figura 2.115**).

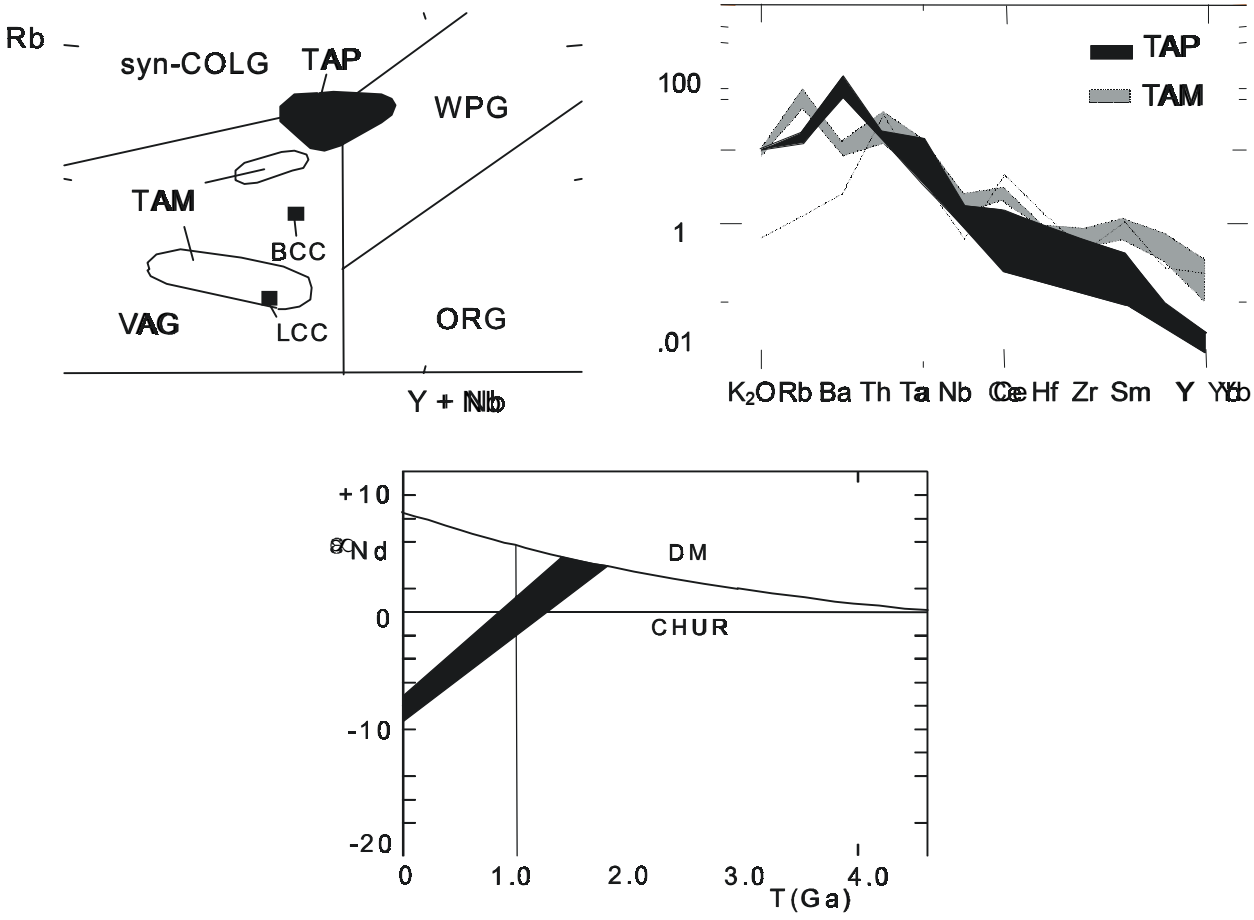
Terreno Alto Moxotó

O Terreno Alto Moxotó representa outro compartimento tectônico destacado da antiga faixa Pajeú-Paraíba de Brito Neves (1975). Esse terreno difere, substancialmente, dos terrenos anteriormente descritos do Domínio Transversal, em razão de dois fatos relevantes: freqüência de rochas antigas, arqueanas e paleoproterozóicas e raridade de rochas neoproterozóicas, inclusive de granitos neoproterozóicos, abundantes em toda a Província Borborema. A **Figura 2.116** mostra os dados, geocronológicos e isotópicos do terreno Alto Moxotó no Estado da Paraíba. Esse último fato, aliás, parece revelar a menor influência da deformação por cisalhamento transcorrente, o que caracteriza bem a orogênese Brasiliana. Essa característica também é refletida no padrão aeromagnético e nos padrões gravimétricos deste terreno, em relação aos terrenos contíguos, conforme observações de Oliveira & Santos (1993). O limite desse terreno com o Terreno Rio Capibaribe é feito pela zona de cisalhamento transcorrente Cruzeiro do Nordeste-Congo. O **Quadro 2.1** apresenta as principais características litológicas das unidades litoestratigráficas do Terreno Alto Moxotó.

Quadro 2.1 - Unidades litoestratigráficas do Terreno Alto Moxotó

	Unidade Litoestratigráfica	Litologia
Ncs	Complexo Caroalina-Surubim	Biotita gnaisse, sillimanita-granada-biotita xisto com níveis de calcário cristalino e quartzito.
$M\gamma_{2c}$	Suíte Granítica Camalaú	Ortognaisse tonalítico trondhjemítico; *augen* ortognaisse granítico, quartzo-sienítico e sienítico; anfibólio-biotita ortognaisse quartzo monzonítico a granítico e muscovita ortognaisse com sillimanita.
PMs	Complexo Sumé	Leucognaisse com freqüentes intercalações de metabasitos, rocha calcissilicática, formações ferríferas, mármore, metapiroxenito e metagabro
PMδ	Metanortosito Boqueirão	Metanortosito incluindo metadiorito e metagabro
PMγ	Metagranitóides e Migmatitos Serra de Jabitacá	Ortognaisse tonalítico-granodiorítico com anfibolito e migmatito com leucossoma granítico e mesossoma de biotita gnaisse.
Pst	Complexo Sertânia	Biotita gnaisse com granada e/ou sillimanita, biotita gnaisse, calcário cristalino, rocha calcissilicática, quartzito e raro anfibolito
APγ	Ortognaisse Granodiorítico-granítico	Ortognaisse de composição tonalítica - (trondhjemítica) - granodiorítica com intercalações de rochas metamáficas

Fonte: CPRM/CDRM-PB, Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba, 2002.



Padrões geoquímicos e isotópicos dos metagranitóides Cariris Velhos no Terreno Alto Pajeú (TAP) e Terreno Alto Moxotó (TAM) segundo Santos & Medeiros (1999) syn-COLG = granitos sin-colisionais; VAG = granitos de arco-vulcânico; WPG = granitos intra-placa; ORG = granitos cadeia oceânica; BCC = crosta continental global; LCC = crosta continental inferior; DM = manto empobrecido; CHUR = *chondritic uniform reservoir.*

GOVERNO DA PARAÍBA

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

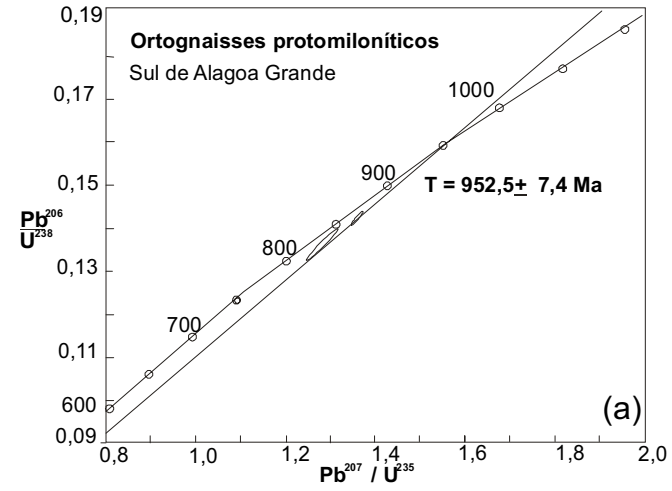
AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

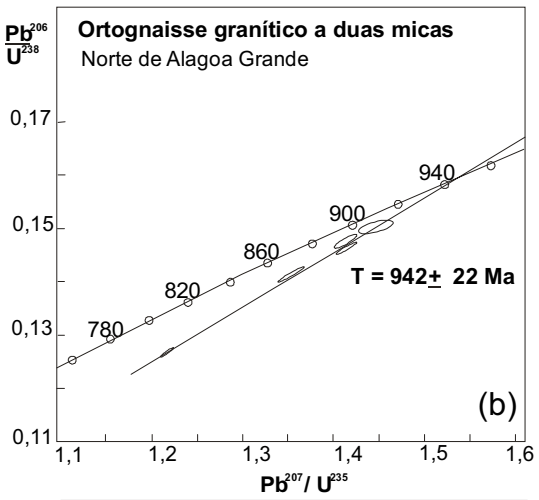
Ybi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

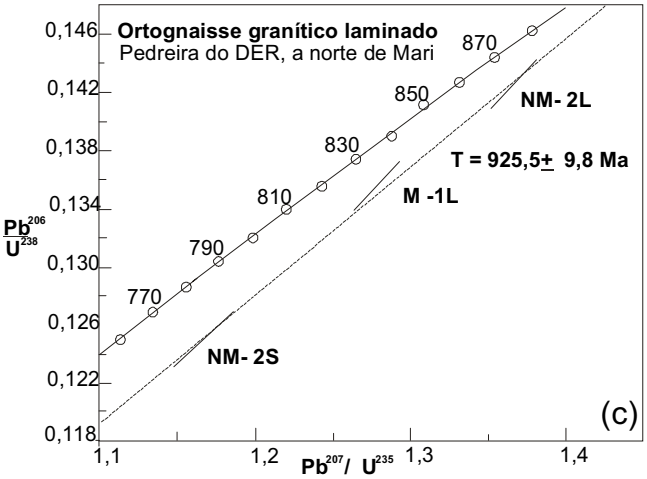
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

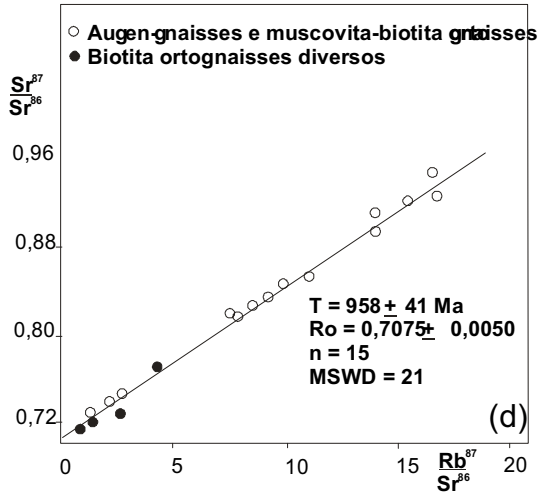
FIGURA 2.114

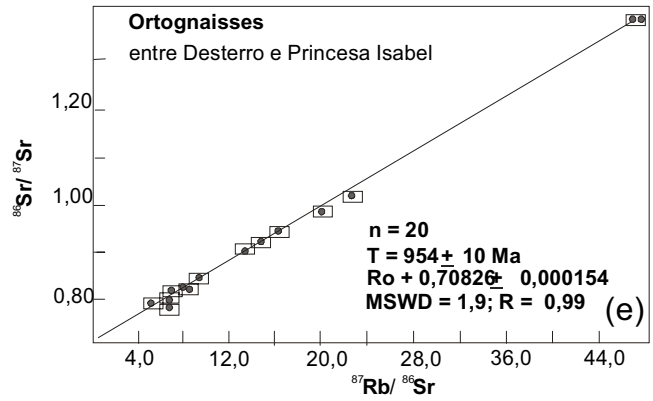
PADRÕES GEOQUÍMICOS ISOTRÓPICOS DAS METAGRANITÓIDES CARIRIS VELHOS NO TERRENO ALTO PAJEÚ (TAP)

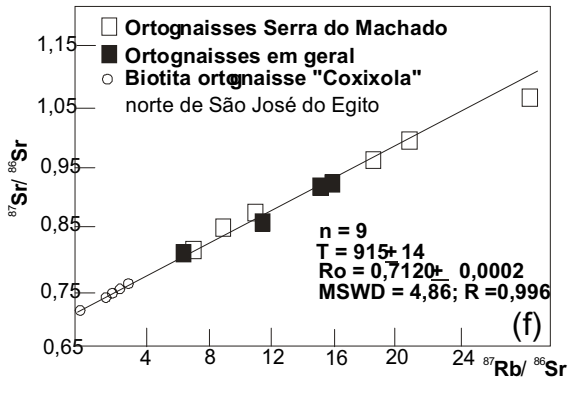












GOVERNO DA PARAÍBA

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

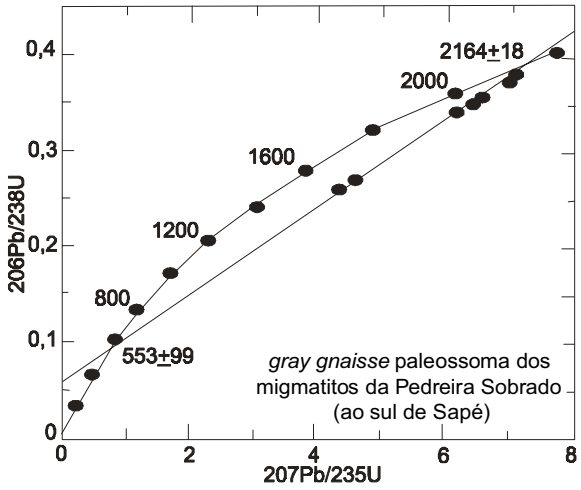
AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

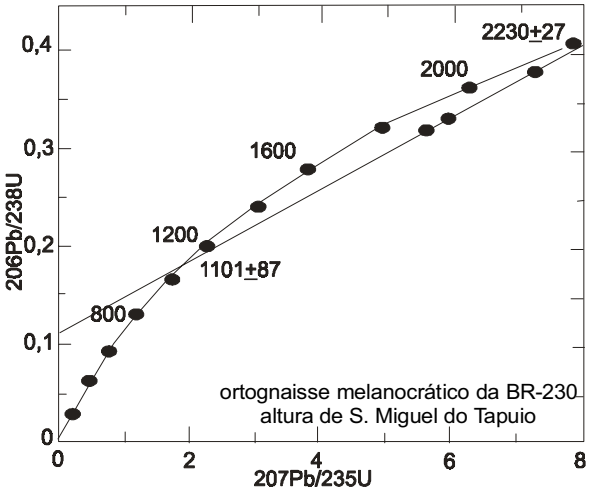
ibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

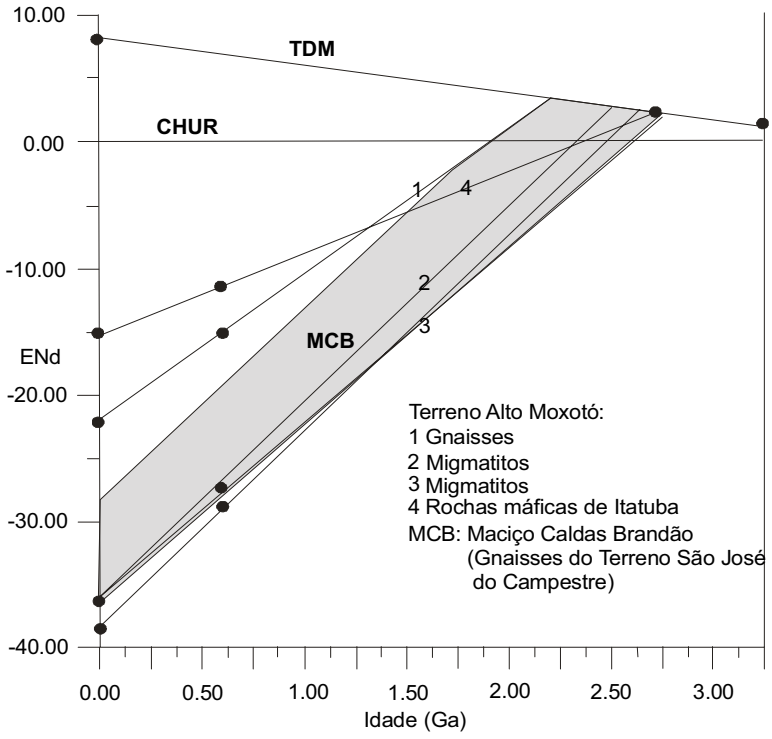
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.115

DIAGRAMA CONCÓRDIA (a) E DIAGRAMA ISOCRÔMICO (b) PARA ROCHAS DO COMPLEXO RIACHO GAVATÁ







GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.116

DADOS GEOCRONOLÓGICOS E ISOTRÓPICOS DO TERRENO ALTO MOXOTÓ

Ortognaisse Granodiorítico-granítico (APγ)

A unidade é formada por ortognaisses granodiorítico-graníticos variavelmente migmatizados, que intercalam muitas rochas metamáficas, compondo o chamado maciço de Cabaceiras (antigo Camalaú-Cabwaceiras de Brito Neves, 1975). Ferreira & Santos (2000), distinguiram esse compartimento com a denominação de maciço de Boqueirão, representando a extensão da nappe Serra de Jabitacá, de Santos (1995). A assinatura aeromagnética desse maciço é marcante, representando um trend de rochas magnéticas inseridas entre rochas não magnéticas.

Complexo Sertânia (Pst)

O Complexo Sertânia é a unidade metassedimentar, com alguma contribuição metavulcânica máfica, característica do Terreno Alto Moxotó. Esta unidade foi descrita, originalmente, como seqüência Sertânia, por Santos (1977) e, posteRiormente, formalizada como Complexo, por Veiga Jr. & Ferreira (1990) e Wanderley (1990). Trata-se de uma sequência eminentemente metapelítica de grau metamórfico médio a forte, sendo extremamente migmatizada. Na área-tipo, Santos (1977) descreveu uma sequência de fácies migmatítica, desde tipos estromáticos com formação de leucossomas e melanossomas, até as fácies com maior grau de fusão parcial, schlieren e nebulíticos. Na região de Camalaú, a sequência inclui numerosas intercalações de mármores, caracterizando uma fácies pelito-carbonática. Ocorrem ainda algumas intercalações de rocha calcissilicática, metamáfica e rara formação ferrífera.

Metagranitóides e Migmatitos Serra de Jabitacá (PMγ)

Ao contrário dos metagranitóides Cariris Velhos, esses metagranitóides constituem grandes batólitos, os quais ocorrem na Paraíba, desde a região a norte de Monteiro, até São João do Cariri. Trata-se de uma suíte de biotita metagranitóides bandados ou foliados, geralmente, migmatíticos, com estruturas schlieren ou nebulítica, de mesossoma difuso. A composição varia entre monzonítica-sienogranítica e granítica, podendo ocorrer áreas de composição tonalítica-grano-diorítica, com enclaves de gnaisses granatíferos, além de anfibolitos e leptinitos, por vezes migmatizados, com mesossoma anfi-bolítico predominante.

Complexo Sumé (PMs)

Segundo Medeiros & Torres (1999), trata-se de uma associação de gnaisses de alto grau metamórfico, incluindo ortognaisses, paragnaisses e migmatitos, com intercalações de metabasitos, metagabros, granada metagabros, metassienitos, calcários cristalinos, skarns , raras formações ferríferas, granulitos, metapiroxenitos e prováveis retroeclogitos. Em alguns locais, os skarns mostram-se associados às rochas metamáfico-ultramáficas e são comumente mineralizados em apatita, o que abre a possibilidade de tratar-se de skarns ligados a complexos carbonatíticos-feníticos. A ocorrência de supostos retroeclogitos e granulitos sugere a sua ligação com o trend de rochas máfico-ultramáficas, com metamorfismo de alta pressão, descrita no limite entre os terrenos Alto Pajeú e Alto Moxotó, os quais devem ter sido colocados como alóctones na crosta média-superior, certamente, pelas fases pré-transcorrência D1 e D2, descritas por Medeiros & Torres (1999).

Metanortosito Boqueirão (PMδ)

Essa unidade é representada por uma pequena intrusão, que corta as rochas arqueanas e paleoproterozóicas do maciço de Cabaceiras. O metanortosito trunca a foliação gnáissica dos ortognaisses encaixantes, confirmando o seu caráter intrusivo. A rocha desenvolve uma

foliação pouco expressiva, de modo que são observados ainda estruturas de fluxo, texturas cumuláticas e diques sin-plutônicos de gabrodiorito cortando e sendo assimilados pelo anortosito.

Suíte Granítica Camalaú (Mγ2c)

A suíte granítica Camalaú é formada por dezenas de stocks deformados e intrusões tabulares (sheets, sills e diques), incluindo granitóides tonalíticos e trondhjemíticos (Medeiros & Torres, 1999). Dados geoquímicos preliminares sugerem que esse pulso pertença a uma série calcialcalina-trondhjemítica (TTG), do tipo São Pedro-Riacho das Lajes (Santos, 1995), indicando um ambiente relacionado a arco vulcânico. De acordo com esse autor, a idade dessa suíte de granitóide situa-se em torno de 1,0 Ga, mas esse dado ainda precisa ser refinado. Os granitóides mais evoluídos mostram padrões geoquímicos compatíveis com os de granitóides intraplacas, sugerindo a existência de um provável evento extensional pós-colisão Cariris Velhos. No âmbito da nappe Serra de Jabitacá, algumas intrusões tabulares são biotita granitos intrusivos no Complexo Sertânia (tipo Tuparetama) ou em ortognaisses e migmatitos, provavelmente, paleoproterozóicos (tipo Amparo), também incluídos nesse grupo de granitóides. Em ambos os casos, são monzogranitos peraluminosos com características de granitos sincolisão (Leite, 1997).

Complexo Caroalina-Surubim (Ncs)

Terreno Rio Capibaribe

Esse terreno ocorre em uma pequena extensão na divisa do Estado da Paraíba com o Estado de Pernambuco. Limita-se a norte com o Terreno Alto Moxotó, pela zona de cisalhamento transcorrente brasiliana Cruzeiro do Nordeste-Congo. Distingue-se do Terreno Alto Moxotó pela menor exposição do embasamento paleoproterozóico, pela ocorrência de diferentes pulsos plutônicos anorogênicos paleo à mesoproterozóicos, por uma marcante atividade contracional meso ou neoproterozóica e abundância de granitos neoproterozóicos. Esse contraste é melhor observado no Estado de Pernambuco, onde é maior a extensão do Terreno Rio Capibaribe.

Complexo Gnáissico-migmatítico (Pgm/Pγ)

Exposições de ortognaisses tonalíticos a granodioríticos, supostamente paleoproterozóicas, retrabalhados no Meso e Neoproterozóico, ocorrem na Serra dos Cariris Novos, divisa de Pernambuco e Paraíba. Essas rochas são usualmente referidas como Complexo Gnáissicomigmatítico e ocorrem como embasamento de rochas meso e neoproterozóicas em uma megaestrutura complexa, provavelmente, gerada pela superposição das estruturas Cariris Velhos e Brasiliana. Sofreram anatexia parcial associada à deformação contracional Cariris Velhos, dando origem ao aspecto migmatítico.

Complexo Vertentes (Mve)

O Complexo Vertentes ocorre nas regiões sul e sudeste do Estado da Paraíba, na divisa com o Estado de Pernambuco. Esse Complexo foi definido por Ferreira & Santos (2000), (v. também Santos, 1999; Medeiros, 2000), representando uma unidade destacada do antigo Complexo Surubim-Caroalina ou simplesmente Complexo Surubim. O Complexo Vertentes representa a unidade metavulcano-sedimentar característica do Terreno Rio Capibaribe, cuja área tipo é a região em torno da cidade de Vertentes (PE), a leste de Santa Cruz do Capibaribe (PE). Trata-se de uma seqüência metavulcano-sedimentar, composta por rochas metavulcânicas máficas e intermediárias, metavulcanoclásticas, intercaladas em uma seqüência de paragnaisses

pelíticos, cuja ambiência é interpretada como de arco vulcânico (Santos, 1999). Uma fácies peculiar é aquela de gnaisses bandados, com alternância de material metavulcânico máficointermediáRio e metapelítico, com uma regularidade de leitos perfeita, sugestiva de uma sedimentação turbidítica com uma componente vulcânica. A idade do Complexo Vertentes é incerta e foi considerado por Ferreira & Santos (2000) como sendo uma seqüência do ciclo Cariris Velhos.

Complexo Caroalina-Surubim (Ncs)

O Complexo Caroalina-Surubim corresponde ao Complexo ou Formação Surubim, cuja área tipo foi descrita por Melo & Siqueira (1970) para as supracrustais aflorantes nas cercanias de Surubim (PE). É formada por uma associação do tipo QPC, com quartzitos na base da seqüência, a seção estratigráfica semelhante à da Formação Caroalina, do Terreno Alto Moxotó. A idade neoproterozóica foi inferida por Ferreira & Santos (2000), pelas relações de inconformidade com o Complexo Vertentes e pela ausência de intrusivas graníticas contracionais, sugestivas de sua colocação como alóctones transportados pela tectônica transcorrente.

- Suítes Plutônicas Neoproterozóicas

O Precambriano da Paraíba foi alvo de um intenso e variado plutonismo brasiliano, cujo episódio principal ocorreu no intervalo de 640 a 570 Ma. A nomenclatura desses granitóides baseia-se na classificação pioneira de Almeida et al. (1967), definida na Faixa Piancó-Alto Brígida, subseqüentemente ampliada por Sial (1987) e diversos autores. Não há um consenso entre os autores, especialmente em relação aos granitóides peralcalinos, shoshoníticos e ultrapotássicos, mas Santos & Medeiros (1997; 1999) sintetizaram esse plutonismo por meio de uma sucessão de pulsos, que deram origem às supersuítes I (cedo a sin-Brasiliano), II (tardi-Brasiliano) e III (pós-Brasiliano). Trata-se, na verdade, de um esquema simplificado, havendo tipos transicionais.

A Supersuite I inclui uma suíte gabrodiorítica cedo a sintectônica e várias suítes graníticas essencialmente sintectônicas, incluindo duas calcialcalinas, uma trondhjemítica e uma peraluminosa. Os granitóides cedo a sintectônicos são representados pelos litótipos da suíte dioríticatonalítica (Nδ), sendo formada por tonalitos, quartzodioritos e biotita-hornblenda granodioritos com segregações graníticas. Na Faixa Seridó, esta suíte foi posicionada no estágio pré a cedo brasiliano, com idade de 763 Ma (Leterrier et al., 1990). As suítes graníticas incluem as associações calcialcalina médio a alto K (Nγ1a); calcialcalina normal com epidoto magmático (Nγ1b), trondhjemítica (Nγ1c) e peraluminosa (Nγ1d).

A suíte Nγ1a é caracterizada por granitóides porfiríticos de composição monzonítica, sienogranítica e granodiorítica, conhecidos na literatura como tipo Itaporanga (Almeida et al., 1967). Ela consiste em grandes complexos formados, principalmente, por granito com megacristais de feldspato potássico em coexistência com diorito e uma fase de mistura entre eles (Mariano & Sial, 1990).

A suíte Nγ1b corresponde aos granodioritos tipo Conceição, de Almeida et al. (1967), cuja composição varia de tonalito a granodiorito, com fases menores de diorito e gabro, ocorrendo como plútons de alto nível crustal, principalmente, na Faixa Piancó-Alto Brígida. Ela possui típicos enclaves máficos e clots ricos em actinolita, estes considerados fragmentos da fonte (basáltica?) (Sial, 1993). Os granitóides Nγ1c, tipo Serrita, têm ocorrência restrita, variando de tonalito a granodiorito, com biotita e epidoto magmático como principais fases máficas..

A suíte leucogranítica peraluminosa (Nγ1d) ocorre na Faixa Seridó, sendo representada por ilmenita granitos e leucogranitos com biotita (muscovita, granada), exibindo comumente feições migmatíticas (Jardim de Sá, 1994). Esses tipos podem ter evoluído para subtipos especializados, os quais seriam a fonte de depósitos granitófilos de W e pegmatíticos (ricos em Be, Li, Ta- Nb e Sn) da Faixa Seridó. Alguns desses são granitos pegmatóides, provavelmente, tardi a postectônicos, compostos essencialmente por quartzo, feldspato, muscovita e granada, esses dois últimos minerais, muitas vezes, formando concentrações hiperaluminosas.

A Supersuíte II inclui: 1) uma suíte granítica calcialcalina a alto K (Nγ2a); 2) uma suíte granítica e sienítica shoshonítica e ultrapotássica (Nγ2b) e 3) uma suíte transicional shoshonítica-alcalina (Nγ2c) (Sial, 1987; Ferreira et al., 1994; Silva Filho et al., 1997; Guimarães et al., 1998). A suíte Nγ2a varia de monzonito a monzogranito sem enclaves dioríticas cogenéticas (Guimarães et al., 1998). O granito tipo é o batólito de Esperança, na parte leste do Terreno Alto Pajeú. Concórdia U-Pb, em zircão, acusou uma idade de 588 Ma e uma idade modelo Nd (TDM) de 1,8 a 2,0 Ga. A fonte é um manto metassomatizado ou uma crosta continental inferior, de idade transamazônica. A mais expressiva ocorrência da suíte shoshonítica-ultrapotássica é a imponente cadeia plutônica colocada ao longo da Zona de Cisalhamento Fernandes Vieira, no limite Piancó-Alto Brígida-Alto Pajeú, a syenitoid line de Sial (1987). A Suíte Nγ2b é formada por sienitos e granitos álcali-feldspáticos, geralmente, com aegirina-augita e anfibólio sódico, sendo o batólito de Triunfo uma das maiores intrusões ao longo da syenitoid line. Esta suíte Nγ2c é composta por leucogranodioritos, quartzo monzonitos e granodioritos.

O granito de Teixeira é considerado representativo de um granitóide shoshonítico por Ferreira et al., (1998), mas ele foi agrupado junto com os plútons de Solidão e Serra Branca, como transicionais shoshonítico-alcalinos por Guimarães et al. (1998). Esses plútons ocorrem no limite Piancó-Alto BrígidaAlto Pajeú e no interior do Terreno Alto Pajeú, compreendendo piroxênio sienogranito a sienito leucocráticos, incluindo também quartzo monzonito e quartzo monzodiorito (batólitos de Teixeira e Solidão) e biotita sienogranito leucocrático (batólito de Serra Branca).

A Suíte Catingueira (Nγ2b) é de posicionamento discutível, sendo considerada tardiorogênica por alguns autores e sinorogênica por outros. A principal ocorrência consiste de pequenas intrusões e diques de quartzo-álcali-feldspato granito e menos sienito com aegirina-augita e anfibólio azul, aflorando ao longo do Lineamento Patos (Almeida, 1967; Ferreira & Sial, 1986). Essa suíte é referida, também, na parte sul do Terreno São José do Campestre (Barbosa & Braga, 1974; Jardim de Sá et al., 1999).

A Supersuíte III é representada por granitos pós-tectônicos, incluindo a Suíte Prata (Nγ3) e enxames de diques (Nρ, Nλ, Nγ). A Suíte Nγ3 é formada pelo batólito de Prata e por stocks e diques controlados por um estágio rúptil da Zona de Cisalhamento Afogados da Ingazeira. O plúton de Prata é formado por sienogranitos crustais comagmáticos com basalto e dacito (Melo et al., 1998; Guimarães et al., 1998). Trata-se de rochas subalcalinas metaluminosas a discretamente alcalinas, menos empobrecidas em Nb que as suítes calcialcalinas da Província Borborema, sendo consideradas como granitos tipo-A. Sua idade modelo Nd (TDM) e o εNd sugerem uma fonte crustal arqueana. As últimas intrusões ocorrem como enxames de diques, predominando os sienitos ultrapotássicos nas proximidades da cidade de Triunfo/PE (Nρ), conhecidos como enxame de diques de ManaíraPrincesa Isabel; os diques de granodioritos e dacitos porfiríticos, próximos às cidades de Sumé e Serra Branca (Nγ, Suíte Sucuru) e os diques máficos alcalinos (Nλ), a sudeste de Monteiro. Pertence à categoria dos granitóides de

quimismo indiscriminado (Nγi), uma boa parte das intrusivas graníticas, conhecidas apenas petrograficamente ou referidas, genericamente, como granitos ou granitóides, não se dispondo de dados litoquímicos para enquadrá-los nas suítes descritas anteriormente. As rochas ultramáficas são representadas por duas pequenas intrusões dominadas por serpentinitos e mineralizadas em níquel (Farina, 1969) (Nυ), as quais ocorrem na parte sudeste da Faixa Piancó- Alto Brígida.

2.3.4.2 Siluro-Devoniano/Remanescentes da Evolução Gondwânica

- Bacia do Araripe: Formação Mauriti (SDm)

A sequência sedimentar paleomesozóica da Bacia do Araripe está representada no Estado da Paraíba unicamente pela Formação Mauriti, que ocorre restritamente na região a sudoeste de Bonito de Santa Fé, no limite com o Estado do Ceará. É constituída por conglomerado grosseiro e/ou arenito grosso arcoseano amarelado, no qual se intercalam bancos conglomeráticos irregulares. Corresponde à seqüência Gama do estágio de sinéclise da plataforma sulamericana, presumivelmente do SiluroDevoniano, que constitui a base da coluna sedimentar da Bacia do Araripe e compreende os sedimentos terrígenos depositados, em condições de plataforma estável, discordantemente sobre o embasamento precambriano. É representada por um sistema deposicional fluvial entrelaçado e eólico (Ponte, 1992), no qual se observa uma nítida predominância dos arenitos médios a grosseiros de origem fluvial sobre os arenitos finos eólicos.

2.3.4.3 Cretáceo/Bacias da Evolução Atlantiana

- Bacia Pernambuco-Paraíba

A Bacia Pernambuco-Paraíba ocupa o litoral norte do Estado de Pernambuco, estende-se desde a cidade de Recife, onde é limitada pelo Lineamento Pernambuco, até o vale do Rio Camaratuba, ao norte de João Pessoa. Está separada da Bacia Potiguar, a norte, pelo Alto de Touros, e da Bacia de Alagoas, a sul, pelo Alto de Maragogi (Feijó, 1994). Trata-se de uma feição geológica gerada durante os mesmos processos tectônicos que originaram a Bacia do Cabo, no Eocretáceo, sendo, segundo Françolin & Szatmari (1987), a última porção do continente a se separar da África, durante a abertura do Oceano Atlântico. Mabesoone & Alheiros (1991) descrevem sua estrutura como um homoclinal com mergulho suave em direção ao mar, o qual é subdividido pelas falhas transversais de Goiana e Itabaiana-Pilar em três subbacias: Olinda, Alhandra e Miriri. A largura média da faixa sedimentar é de aproximadamente 25 km, e sua espessura máxima pode atingir até 400m. A bacia, no Estado da Paraíba, é preenchida por sedimentos de fácies continentais e marinhas reunidas sob a denominação de Grupo Paraíba. É subdividida em três formações: Beberibe/Itamaracá, Gramame e Maria Farinha .

Formação Beberibe/Itamaracá (Kbi)

Essa formação compreende toda o afloramento da seqüência clástica basal do Grupo Paraíba, sendo referida como Beberibe/Itamaracá. Trata-se, segundo Mabesoone & Alheiros (1991), de uma seqüência essencialmente arenosa, com uma espessura média de 200m, em geral sem fósseis, constituída de arenitos friáveis, cinzentos a cremes, mal selecionados, com componente argiloso. Na base, podem ocorrer leitos conglomeráticos e intercalações de níveis argilosos, enquanto no topo, predominam os arenitos médios a finos, nos quais se intercalam camadas síltico-argilosas com restos fossilíferos. Em subsuperfície, observa-se uma passagem lateral, caracterizada por interdigitação e, menos freqüentemente, por gradação, para um

arenito mais duro, com cimento carbonático e fragmentos de organismos não reconhecíveis, representando uma fácies litorânea marinha.

Formação Gramame (Kg)

A Formação Gramame compreende um pacote sedimentar com até 55m de espessura, formado por calcários argilosos cinzentos de fácies marinha plena, com algumas intercalações finas de argila, geralmente bioturbadas, e camadas de margas e argilas mais puras. Segundo Mabesoone & Alheiros (1991), ela pode ser dividida em três fácies: uma fácies basal, formada por calcarenitos e calcários arenosos, muito fossilíferos, a qual se interdigita com uma fácies média formada por fosforitos, sendo recobertas, no topo, por calcários biomicríticos argilosos, com uma fácies supra-mesolitoral, uma fosfática e uma marinha plena. As fácies basais são caracterizadas tanto por calcarenitos, como por calcários dolomíticos arenosos, de coloração creme, biomicríticos e mostram muitos fósseis, como conchas espessas fragmentadas. A fácies fosfática apresenta-se como arenitos, calcários argilosos e fosfatizados, também bastante fossilíferos, porém, com formas de tamanhos menores. Segundo Beurlen (1967b), a fauna é abundante e caracterizada pela presença de gastrópodes, cefalópodes, crustáceos, equinodermas, dentes e escamas de peixe, típicos de ambiente marinho relativamente calmo, de águas quentes e pouco profundas. A Formação Gramame mostra um caráter transgressivo sobre os arenitos Beberibe e, no topo, passa sem interrupção para os calcários da Formação Maria Farinha.

Vulcânica Félsica Itapororoca (Ki)

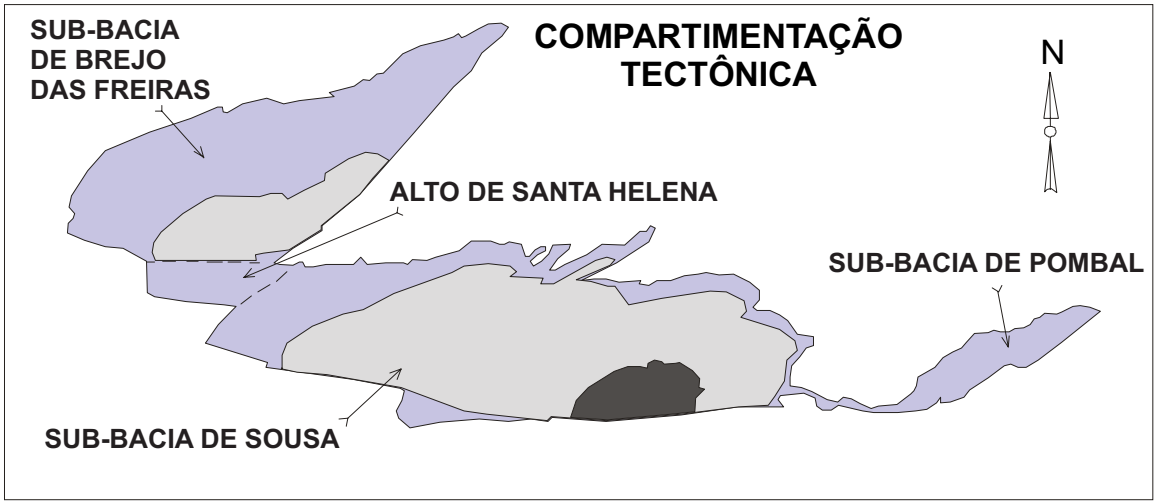
Essa unidade forma um alto topográfico de bordas suaves e contorno ligeiramente oblongo, com extensão longitudinal de aproximadamente sete quilômetros. Na sua superfície, desenvolve-se um solo castanho escuro bastante argiloso, em alguns locais ainda imaturo, apresentando-se constituído por um material pedregoso com blocos da própria rocha, ainda não totalmente decompostos. Segundo Barbosa & Braga (1974), trata-se de um tufo pórfiro silicificado, mas alguns autores referem-se a esta rocha como Riolito ou fonolito (Assis, 1964; Souto Maior Filho, 1967; in Barbosa & Braga, 1974).

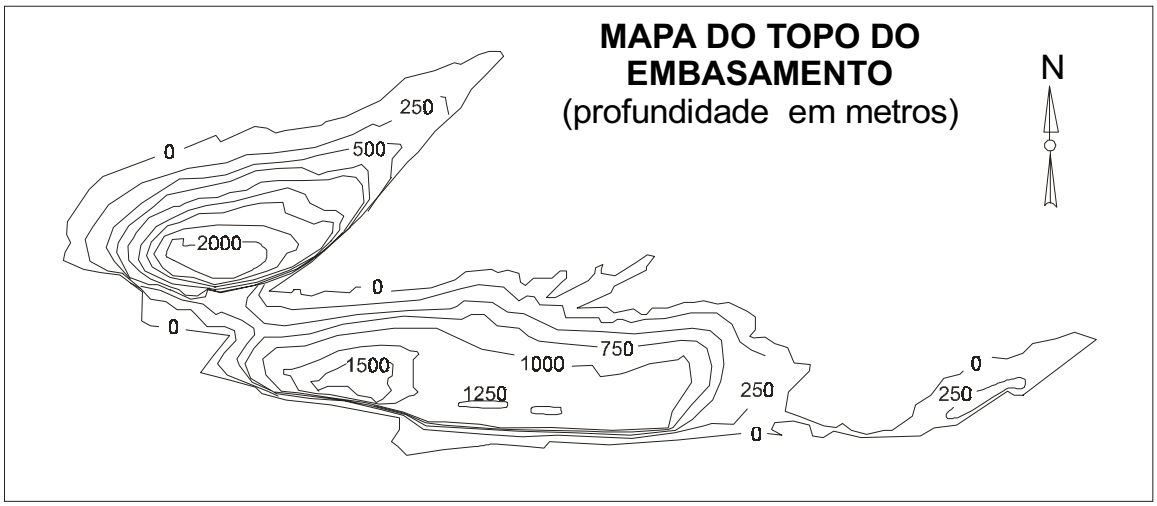
- Bacia do Rio do Peixe

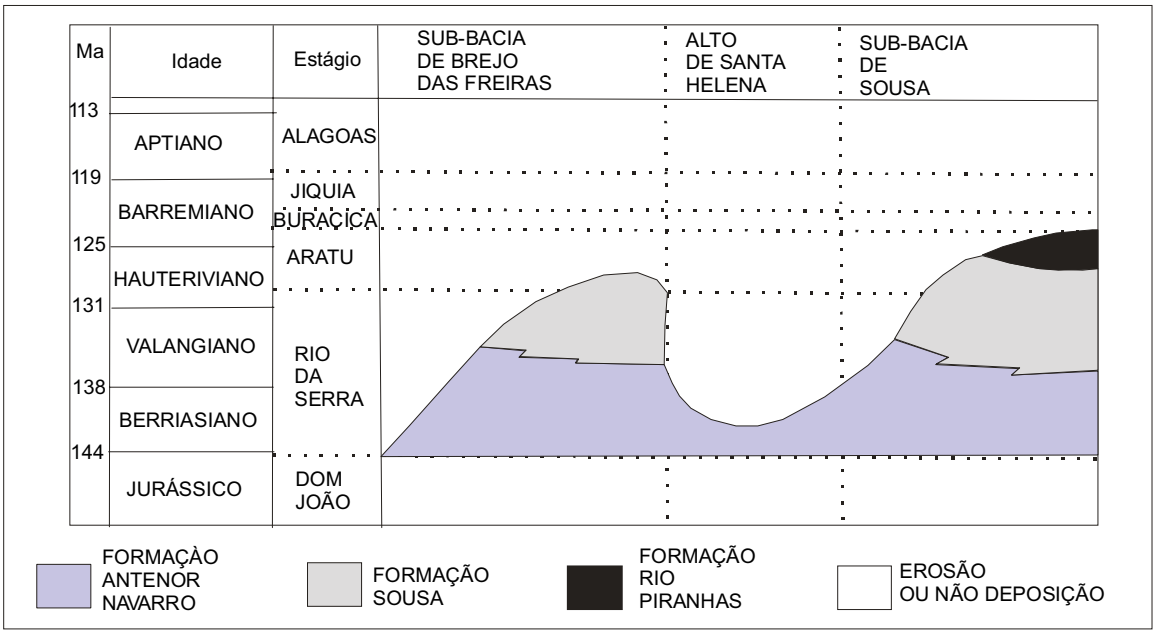
Encontra-se instalada na porção noroeste do Estado da Paraíba e é subdividida nas sub-bacias de Pombal, Sousa e Brejo das Freiras. A pilha sedimentar que preenche a bacia é constituída pelas formações Antenor Navarro, Sousa e Rio Piranhas, pertencentes ao Grupo Rio do Peixe (**Figura 2.117**).

Formação Antenor Navarro (Ka)

A Formação Antenor Navarro é constituída, na base, por conglomerados e arenitos imaturos, os quais passam gradualmente, em direção ao topo a arenitos finos e micáceos intercalados com argilitos. Esses sedimentos foram depositados diretamente sobre o embasamento cristalino, em um ambiente de leque aluvial, passando a fluvial, sendo contemporâneos aos primeiros pulsos tectônicos. Sua base conglomerática associa-se a um regime de corrente (torrente e aluvião), que prevaleceu no início dos movimentos tectônicos, passando, gradualmente, para sedimentos mais finos em direção ao topo da formação. O aparecimento dos primeiros argilitos indica a passagem gradual de um ambiente fluvial para um ambiente lacustre. Braun (1969) estimou para essa formação uma espessura máxima de 1.300m na subbacia de Brejo das Freiras.







GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.117

ESTRATIGRAFIA E ESTRUTRUTURA DA BACIA DO RIO DO PEIXE

Formação Sousa (Ks)

A Formação Sousa é constituída de argilitos intercalados com arenitos finos e finos níveis carbonáticos, incluindo vários níveis fossilíferos e pegadas de dinossauros que permitem a datação da bacia. Essa formação foi depositada em um ambiente fluvial meandrante (planície de inundação) e lacustre pouco profundo, durante um período de relativa calma tectônica. Seus contatos com as formações Antenor Navarro (inferior) e Rio Piranhas (superior) são progressivos. Essa formação apresenta uma área de ocorrência pequena na subbacia Brejo das Freiras, amplo na subbacia de Sousa e inexistente na sub-bacia de Pombal e no alto de Santa Helena. O furo estratigráfico de Lagoa do Forno constatou uma espessura de 800m para essa formação, porém Françolin (1992) estima uma espessura máxima em torno de 1000m. Gretas de contração indicativas de um ambiente de sedimentação pouco profundo e de exposição subaérea freqüente estão presentes, em grande quantidade, na sub-bacia de Sousa e relativamente pouca quantidade na sub-bacia de Brejo das Freiras. Essa diferença indica que, dentro da sub-bacia de Sousa, o lago onde esta unidade estratigráfica se depositou ou era amplo ou pouco profundo, ao contrário da sub-bacia Brejo das Freiras, onde o lago foi mais restrito e mais profundo.

Formação Rio Piranhas (Kr)

A Formação Rio Piranhas é constituída por conglomerados e arenitos grosseiros intercalados com arenitos finos e micáceos de matriz argilosa, correspondentes ao assoreamento final do lago, onde foi depositada a Formação Sousa, representando uma retomada da atividade tectônica. Sua extensão geográfica é restrita a uma zona próxima à borda sudeste da sub-bacia de Sousa e sua espessura máxima é estimada em 320m (Braun, 1969). Essa formação é a única que apresenta paleocorrentes orientadas de sul para norte, mostrando também uma inversão no sentido de aporte sedimentar em relação às formações citadas anteriormente (Ghignone, 1988; Alves, 1990).

2.3.4.4 Paleógeno-Neógeno/Coberturas Continentais

- Formação Serra do Martins (Esm)

A Formação Serra do Martins ocorre na região nordeste do Estado, formando chapadas com altitude em torno de 800 metros, originando feições morfológicas características, as quais constituem formas residuais de um antigo capeamento contínuo, dissecado e erodido, com a espessura estimada entre 30 m e 70 m. Mabesoone (1966) revisou a estratigrafia da Formação Serra do Martins, correlacionando-a à Formação Mossoró, de Caldas Lins & Andrade (1960). Na base da formação, ocorrem arenitos esbranquiçados, mal selecionados, localmente conglomeráticos, caulínicos, homogêneos e friáveis, com camadas silicificadas. A sua porção média é representada por bancos de arenitos argilosos, homogêneos, de coloração amarela a vermelha, com grãos de quartzo subangulosos a arredondados. O topo da seqüência é formado por crosta laterítica de cor vermelha a roxa, seixos de quartzo angulosos, mal selecionados e cimento ferruginoso.

- Formação Campos Novos (ENcn)

Essa unidade é formada por argilas montmoriloníticas de cores verde, creme e roxa, com arenitos grosseiros silicificados na base, podendo ocorrer arenitos sílticos com níveis argilosos com blocos de calcedônia intercalados. Na região de Boa Vista, região centro-leste do Estado, Caldasso (1965), constatou que a variedade montmorilonítica predominante é a

nontronita, além de observar que os elementos-traço que ocorrem nas argilas são os mesmos dos basaltos adjacentes. Seus estratos repousam, discordantemente, sobre as rochas do embasamento, estando recobertas, em alguns locais, pelos derrames basálticos. Os sedimentos são continentais e depositados em ambiente de águas rasas, calmas e pouco profundas, em bacias restritas tipo lacustre. Tal classificação baseia-se na presença de madeira silicificada e fósseis de gastrópodes, com moldes perfeitamente conservados.

- Associação Basáltica Boa Vista (ENβ)

Na região de Boa Vista, Caldasso (1965) individualizou, cartograficamente, as efusivas básicas, referidas por Guimarães (1960) como do Cretáceo Superior e Terciário Inferior, reconhecendo dois tipos de ocorrência: uma caracterizada por intrusões em forma de diques, e a outra, mais importante, representada por um derrame de lavas, constituindo uma planície com, aproximadamente, 20 km de extensão na direção E-W e largura máxima em torno de 5 km.

Em trabalhos recentes desenvolvidos na região, Petta & Nunes Barbosa (2001) identificaram duas camadas de derrames basálticos, ocorrendo no início e no final da sequência vulcano-sedimentar. A unidade vulcânica inferior é formada por rochas de composição de olivina-basalto, geralmente bastante alterada. No derrame superior de olivina basalto, ocorrem litótipos efusivos, vítreos, afaníticos, bem como variedades piroclásticas (lapilitos), com fragmentos angulosos de basaltos e exposições de pillow lavas. Segundo esses autores a idade dos derrames basálticos varia entre Mioceno e Oligoceno.

- Grupo Barreiras (ENb)

O Grupo Barreiras aflora em uma vasta área na porção leste do Estado, principalmente na Bacia Pernambuco-Paraíba. Segundo Alheiros et al. (1988), essa unidade é caracterizada pela presença de fácies típicas de um sistema fluvial entrelaçado e transicionais para leques aluviais. A primeira delas é composta por depósitos de granulometria variada, apresentando cascalhos e areias grossas a finas, de coloração creme amarelada, com intercalações de microclastos de argila/silte. São observadas estratificações cruzadas multi-acanaladas de grande e pequeno porte e de médio e baixo ângulo, com sets granodecrescentes iniciados por cascalhos quartzo-feldspáticos e seixos de argila. Nesses depósitos, são comuns intercalações de barras fluviais longitudinais com até um metro de espessura, apresentando estratificações tabulares/planares de forte ângulo, indicando alta descarga de um sistema fluvial em canais confinados que migram formando as barras.

A fácies de leque é constituída por diamictito de coloração creme a avermelhada, com seixos e grânulos subangulosos de quartzo e blocos de argila retrabalhada, em corpos tabulares a lenticulares de até um metro de espessura, intercalados com camadas síltico-argilosas menos espessas. Essas litologias, segundo os autores, representam a porção distal de leques aluviais, construídos por fluxos de detritos afogados nos períodos de inundações. Alheiros et al. (1988) acreditam que o Grupo Barreiras representa a evolução de um sistema fluvial construído em fortes gradientes e sob clima dominantemente árido, sujeito a oscilações.

2.3.4.5 QuaternáRio/Formações Superficiais

- Coberturas Elúvio-Coluviais (Qc)

Correspondem às coberturas elúvio-coluviais descritas por Barbosa & Braga (1974), Costa et al. (1980) e Medeiros Lima et al. (1980), as quais ocorrem, principalmente, na região a leste

do meridiano 36°00´ sobre a faixa costeira precambriana e, mais restritamente, próximo a Junco do Seridó.

Litologicamente, são constituídas por sedimentos clásticos grosseiros, representados por areias inconsolidadas esbranquiçadas ou creme, mal selecionadas, de granulometria fina a grosseira, com grãos de quartzo subangulosos, feldspato não decompostos, palhetas de micas e concentrações de minerais pesados. Sotopostos às areias, ocorrem níveis mais heterogêneos e consolidados, de coloração amarelo-avermelhada, contendo intercalações de argila e horizontes conglomeráticos, na base do contato com o embasamento. Todo o conjunto apresenta espessura variando entre 10 m e 15 m.

- Coberturas Lateríticas (Ql)

Essas coberturas ocorrem, restritamente, na região sudeste de Teixeira, nos limites com o Estado de Pernambuco, delineando feições geomorfológicas marcadas por tabuleiros e mesas que ressaltam no relevo a uma altitude média de 800 m, com encostas íngremes. São constituídas por lateritas, que formam um solo oxidado de marcante coloração marrom-avermelhada a arroxeada, com fragmentos e concreções ferruginosas de diversos tamanhos, sedimentos de composição areno-argilosa e, ocasionalmente, delgados níveis de cascalho.

- Aluviões e Sedimentos de Praia (Qa)

São representados, principalmente, pelas aluviões dos Rios Piranhas, Piancó, do Peixe, Mamanguape, Paraíba e também por dunas e sedimentos de praia, os quais ocorrem na faixa litorânea.

2.3.5 Recursos Minerais

2.3.5.1 Introdução

De acordo com dados da Companhia de Desenvolvimento da Paraíba - CINEP (2019), o cenário mineral do Estado encontra-se bem diversificado e conta com grande potencial para descoberta de novos insumos. A Paraíba se destaca na área de minerais industriais, isto é, pela produção de minerais não-metálicos, podendo-se sobressir a produção da bentonita, cujas reservas representam em torno de metade das reservas nacionais, assim como também a ilmenita e o rutilo encontrados nas areias pesadas do litoral norte do Estado, os quais somam aproximadamente 20% do total nacional.

Segundo a Cinep, o Estado da Paraíba é “responsável por mais de 90% da produção de bentonita bruta no país e o maior Estado produtor de cimento do Nordeste, com produção representando cerca de 27% da produção regional. Além disso, foi o quinto maior exportador de rochas ornamentais em 2015, com crescimento de 13% sobre o ano anterior”.

2.3.5.2 Principais minerais explorados na Paraíba

Os recursos minerais do Estado da Paraíba relacionados por grupamentos dentro de uma classificação utilitária compreendem:

- Metais nobres: ouro (Au);
- Substâncias metálicas: tungstênio (scheelita), titânio-zircônio (Ti-Zr), ferro (Fe), cobre (Cu), chumbo (Pb, níquel (Ni);
- Gemas e minerais de pegmatito: caulim, água marinha, turmalina, tantalita, colimbita, minerais de lítio, berilo, quartzo, muscovita;

- Substâncias não-metálicas: rochas e minerais industriais, bentonita e calcedônia, vermiculita, calcário, argilas, fosfato, amianto, rochas ornamentais, água mineral.

Foram cadastrados 28 depósitos e garimpos de ouro na Paraíba: Seridó, Piancó-Alto Brígida e Alto Pajeú.

Considerando o território do Estado da Paraíba, em termos de Nordeste, é notadamente um polo mineral importante. Analisando-se essa atividade, no plano das regiões do Estado, a informação que segue apresenta um sumário dessas ocorrências significativas na economia paraibana. (**Quadro 2.2**).

Quadro 2.2 - Principais Minerais no Estado da Paraíba

Região	Ocorrência
Litoral	Argila branca, calcário calcítico, areia para filtro, rutilo, ilmenita, cianita, zirconita, fosfato, água mineral e tufa.
Região de Boa Vista	Argila bentonítica
Vale do Piancó	Ouro, cobre, ferro
Todo o Estado, exceto litoral	Rochas para revestimento
Todo o Estado	Minerais da construção civil e argila para cerâmica vermelha
Curimataú	Calcário dolomítico
Seridó	Albita, berilo (industrial e gema), calcário dolomítico, caulim, columbita, feldspato, granada, mica, quartzito, quartzo branco, quartzo fumê, quartzo róseo, quartzo roxo, quartzo transparente, tantalita, turmalina, cassiterita, scheelita, cobre, ouro, ferro, espodumênio, ambligonita, filito, apatita, fluorita, sienito cerâmico, calcedônias, vermiculita.

Fonte: Companhia de Desenvolvimento da Paraíba – CINEP (2019).

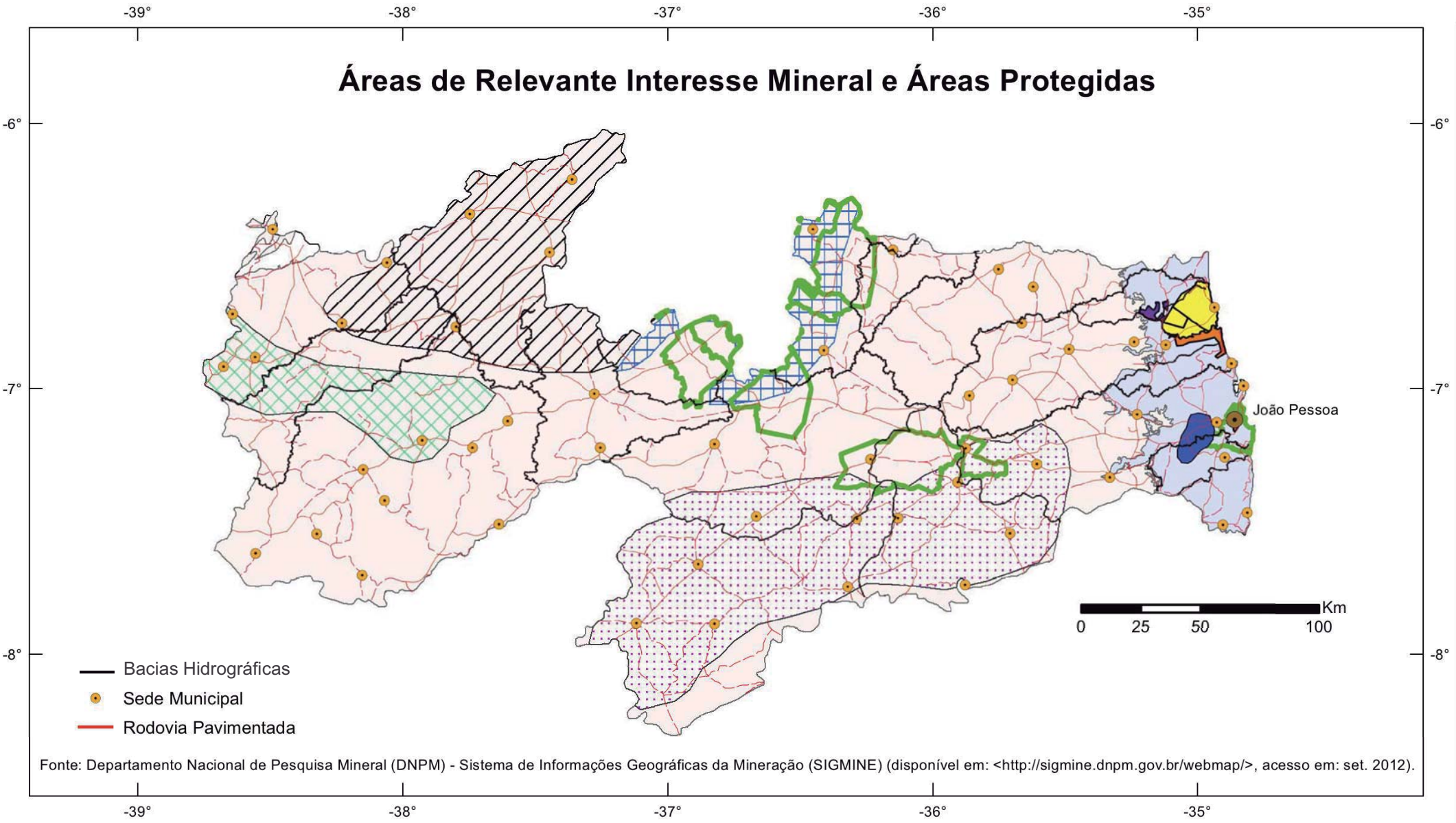
A atividade mineral no Estado da Paraíba tem seu maior destaque na sub-bacia do Seridó, com intensa atividade minerária, e que poderia ser otimizada (rochas calcárias, pegmatpiticas com tantalitas, cassiteritas e de gemas preciosas e semipreciosas – berilo, turmalinas, águas marinhas, etc), assim como nas bacias dos Rios Jacu, Curimataú e Taperoá. (**Quadro 2.3** e **Figura 2.118**).

Quadro 2.3 - Potencial de recursos minerais das unidades hidrogeológicas do Estado da Paraíba

Bacias/Sub-bacias Hidrográficas	Ocorrência Mineral
Sub-bacia do Rio do Peixe	Aproveitamento do folhelho para a indústria cerâmica e do petróleo continental
Sub-bacia do Alto Piranhas	Reservas de chumbo em São José de Piranhas e ferro na zona leste da bacia
Sub-bacia do Médio Piranhas	Sem atividade, apenas com ocorrência de minéRio de tungstênio
Sub-bacia do Rio Piancó	O mapa mineral registra a ocorrência de rochas auríferas, ferríferas e calcíferas
Sub-bacia do Rio Seridó	Atividade mineral é praticada de forma intensa, havendo garimpos de minérios de rochas calcárias, tactitos (scheelita), rochas pegmatíticas hospedeiras de tantalitas, cassiteritas, gemas preciosas e semipreciosas (berilo, turmalinas, águas marinhas, etc)
Sub-bacia do Rio Taperoá	Exploração de caulim no alto da bacia. Presenças de minerais de estanho, berilo e tungstênio e calcíferas.
Sub-bacia do Alto Paraíba	Rochas calcíferas (fabrico de cal virgem) e ornamentais na bacia do Rio Sucuru
Sub-bacia do Médio Paraíba	Exploração de rochas calcíferas na fronteira com o Estado de Pernambuco
Sub-bacia do Baixo Paraíba	Rochas calcíferas para o fabrico de cimento, jazidas de areia e argila
Bacia do Rio Curimataú e Jacu	Pouca atividade mineral, reduzida a rochas graníticas e pedras ornamentais
Bacia do Rio Mamanguape e Camaratuba	Atividade escassa com pequena exploração de argila para cerâmica
Bacia do Rio Guaju	Areias ricas em minerais de titânio (zirconita) com exploração no município de Mataraca
Bacia do Rio Gramame e Abiaí	Pouca ocorrência de rochas calcíferas (calcáRio e margas) e argila
Bacia do Rio Miriri	Não há registros de atividade mineiral e de ocorrência significativa de minério

Fonte: DNMP, Anuário Mineral Brasileiro, 2006.

Áreas de Relevante Interesse Mineral e Áreas Protegidas



Fonte: Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM) - Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) (disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>, acesso em: set. 2012).

Distritos Mineiros de Rochas e Minerais Industriais

- Agregados para a construção civil
- Distritos Mineiros de Águas Minerais
- Distrito de feldspato, berilo, caulim e rocha ornamental do Seridó
- Distrito de rochas ornamentais, mármores e fosfato de Sumé
- Distrito de barita, rochas ornamentais e mármore de Angico-Sousa
- Distrito de rochas carbonáticas e amianto de Pombal - Lavras da Mangabeira

Províncias Minerais da Paraíba

- Província Mineral do Borborema (RN, CE, PB, PE))
- Província Mineral Costeira Nordestina (CE, RN, PB,PE)

Áreas Protegidas

- Reserva biológica
- Terra indígena
- Área especial (relevante interesse ecológico, proteção permanente e proteção ambiental)

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 DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.118

RECURSOS MINERAIS

Uso e Aplicação dos Principais Recursos Minerias dos Estado			
Recursos Minerais	**Substância Mineral**	**Usos e Aplicações**	**Impactos Ambientais**
Minerais Metálicos	Berílio, Beliro, Bismuto, Chumbo, Cobre, Estanho, Ferro, Maganês, Molibdênio, Nióbio, Ouro, Tântalio, Titânio, Tungstênio.	- Construção - Metalurgia - Indústrias aeronáutica e espacial - Eletrônica - Pigmentos	Impacto sobre a vegetação, fauna aquática, drenagem, lençol freático, solo, paisagem e relevo.
Minerias Não Metálicos	Amianto, Areia, Argila, Asbesto, Bário, Bentonita, Brita, Calcário, Cálcio, Cascalho, Caulim, Coríndon, Diatomita, Dolomito, Feldspato, Filito, Flúor, Folhelho, Fósforo, Gnaisse, Grafita, Granito, Mármore, Muscovita, Pegmatito, Pirita, Quartzito, Quartzo, Quartzo rosa, Rocha ornamental, Talco e Vermiculita.	- Isolamento térmico, elétrico e acústicos - Agregado para gesso e concreto - Fabricação de porcelana esteatita - Construção de acabamento fino - Contrução civil - Insumos para agricultura - Indústria química - Fundentes metalúrgicos - Indústrias de papel - Material de cimento amianto - Revestimento - Tintas - Refratário - Cerâmicas - Obras de arte - Filler - Vidro - Piso - Filtrantes - Cimento e cal	Alteração da drenagem, turbidez, destribuição das matas cliares, contaminação dos lençóis freáticos, emissão de particulados, impacto sobre a vegetação, paisagem, fauna, aquática, solo, patrimônio espeleológico.
Gemas Pedras Preciosas Semipreciosas	Ágata, Água Marinha, Amazonita, Ametista, Grnada e Turmalina.	- Jóias - Decoração	Impactos restritos às cavas com contaminação das águas superfíciais, solo e paisagem.
Água Mineral	Água Mineral	- Dessedentação -Consumo doméstico	Impacto reduzido que prêve conservação ambiental.
Minerais Energáticos	Petróleo, Turfa e Urânio	- Geração de energia - Conservação de alimentos - Fabricação de aterfados nucleares	Impacto sobre a vegetação, fauna aquática, drenagem, lençol freático, solo, paisagem e relevo.

Fontes: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro, 2006.

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.117

RECURSOS MINERAIS

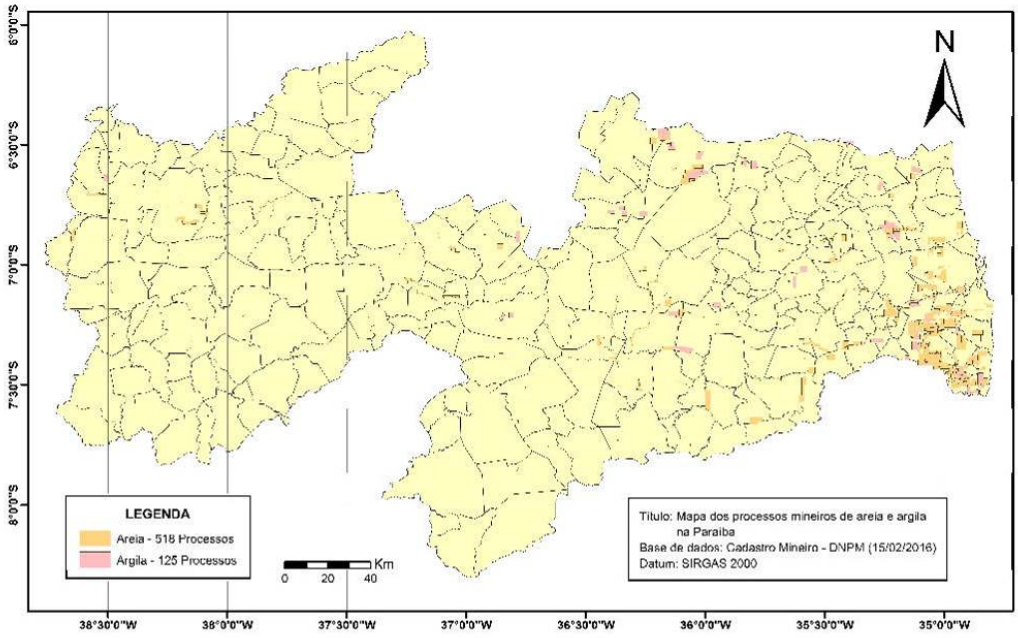
2.3.5.3 Localização dos principais mineraias não metálicos da Paraíba

Como demonstrado, o Estado da Paraíba se caracteriza pela potencialidade mineral industrial, responsável pelo fornecimento de matérias primas para indústrias, principalmente, a de construção civil cerâmica, cimento etc.

As pesquisas mais recentes sugerem a divisão dos principais bens minerais produzidos, atualmente, no Estado, em 6 grandes grupos: i) arenitos e areais para extração de areia e argila; ii) rochas vulcânicas, subvulcânicas e argilitos para extração de vermiculita e diversos argilominerais, com destaque para a bentonita; iii) rochas ornamentais e de revestimento, com destaque para o granito Sucuru, para o primeiro grupo, e o quartizito para fins de revestimento; iv) brita e calcário para construção civil e indústria cimento; v) variadas ocorrência de minerais de pegmatitos, os quais incluem quartzo, feldspato, micas etc.; vi) outras ocorrências de minerais industriais que não se encaixam nos grupos anteriores, mas que possuem certa relevância, como a fosforita, apatita e o filito. Os bens minerais citados fornecem matéria prima para diversos segmentos da indústria, tais como: construção civil, setor ceramista, indústria química, agricultura, indústrias ótica e eletrônica

a) Arenitos e areais para extração de areia e argila (**Figura 2.119**).

Figura 2.119 - Mapas dos processos mineiros de areia e argila na Paraíba

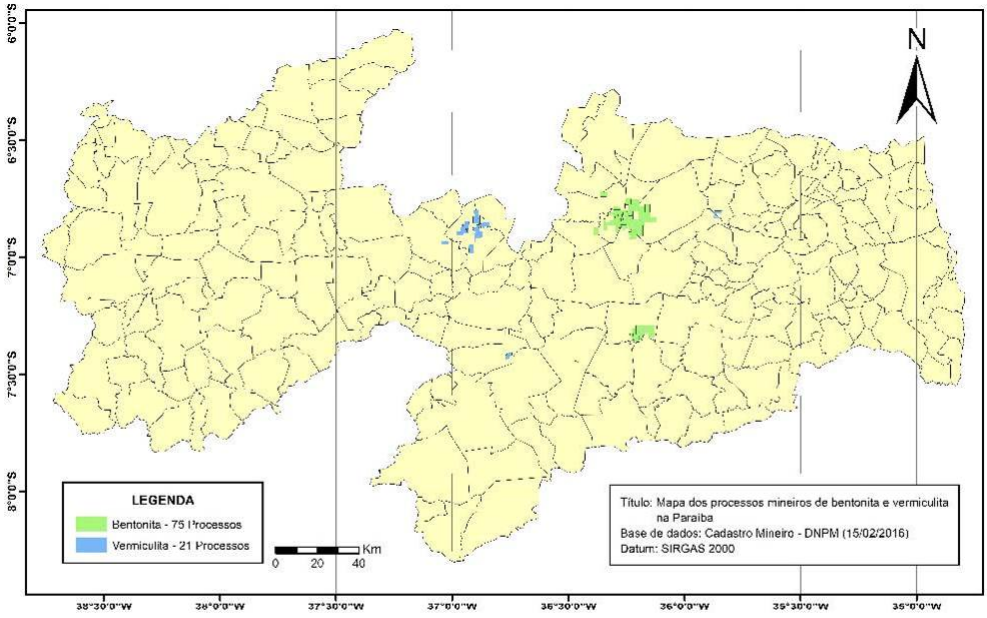


As ocorrências de argilas estão distribuídas por vários polos ao longo da Paraíba. Nos distritos mineiros de Mataraca e de João Pessoa – Olinda, são constituídos por depósitos situados na Província Costeira, associados ao Grupo Barreiras e a Aluviões (Dantas, 2002). Os depósitos de areia podem também ser encontrados na faixa do litoral paraibano e nos aluviões dos principais Rios que compõem as bacias hidrográficas do Estado, (Dantas, 2002).

Na região litorânea sul, a produção de areia é voltada para o abastecimento do polo cimenteiro da região, principalmente, nos municípios de Santa Rita, Alhandra, Pitimbu, Pedras de Fogo e Caaporã.

b) Rochas vulcânicas, subvulcânicas e argilitos para extração de vermiculita e argilominerais (**Figura 2.120**).

Figura 2.120 - Mapa dos processos mineiros de bentonita e vermiculita na Paraíba.



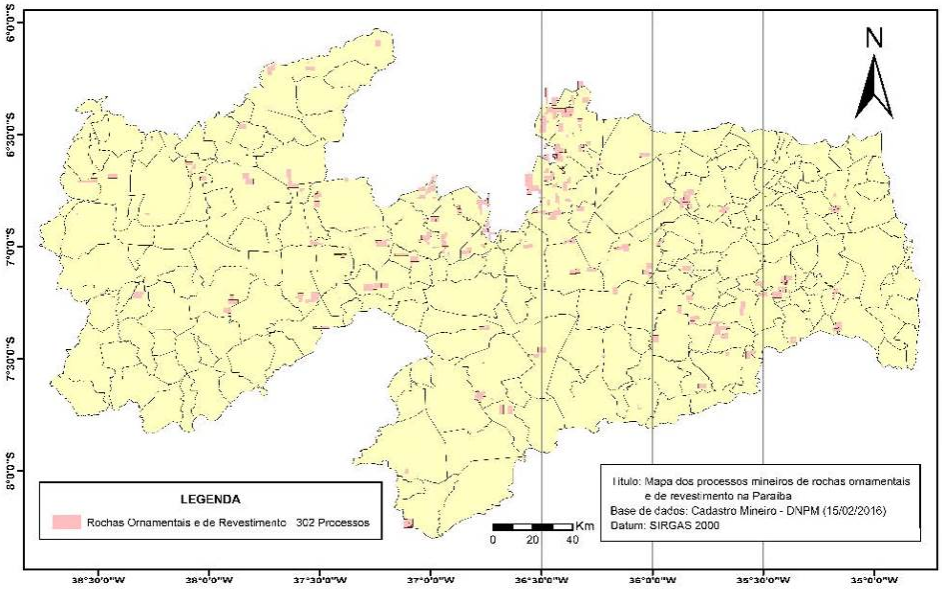
As principais ocorrências de argilas bentoníticas, que representam 55% das reservas brasileiras (registram o Estado como principal reserva do país), estão localizadas nos municípios de Boa Vista e Cubati.

A Vermiculita ocorre no município de Santa Luzia e é formada por camadas mistas interestratificadas com outras fases mineralógicas, quais sejam, talco, hidrobiotita, biotita e flogobita.

c) Rochas ornamentais e de revestimento

Os municípios de Junco do Seridó e Varzea se destacam pelas ocorrências de quartzitos e conclomerados da Formação Equador (Bezerra e Carvalho 1977). Também nessa região da Borborema, ocorrem depósitos de granitos, granodioritos, dioritos, gnaisses e migmatitos utilizados como rochas ornamentais ou material para construção civil (Dantas 2002). Outro polo produtor de rochas ornamentais é o distrito mineiro de Sumé onde são encontrados migmatitos, gnaisses, granitos e rochas afins. O granito Sucuru de coloração azulada com reserva ultrapassando 100.000 m³ ocorre nas adjacências do município de Serra Branca (**Figura 2.121**).

Figura 2.121 - Mapa dos processos mineiros de rochas ornamentais e de revestimento na Paraíba



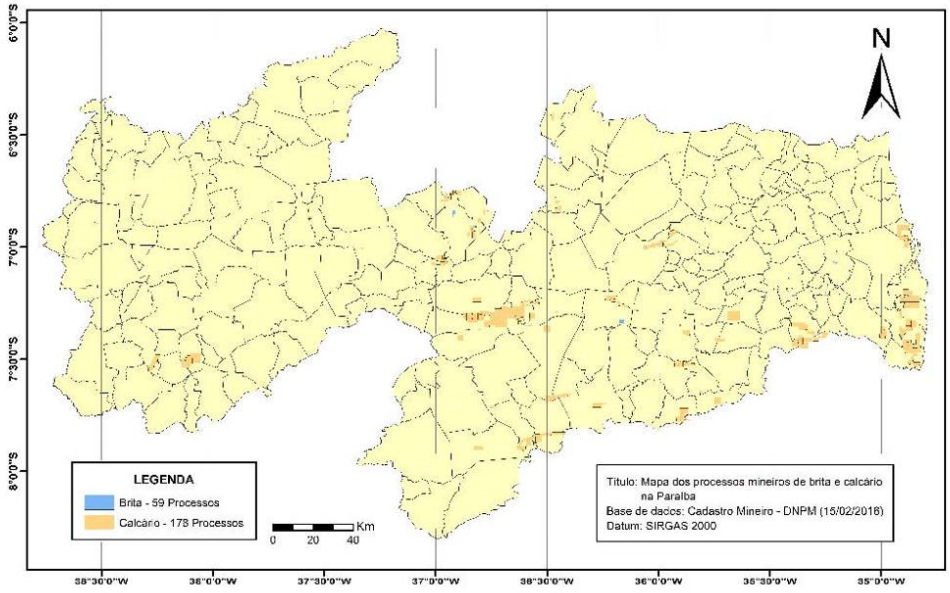
d) Brita e calcário para construção civil e indústria cimento;

A produção de brita é realizadapor várias pedreiras localizadas na região entre Joao Pessoa e Campina Grande, onde há uma maior demanda por esse material.

Os calcários daformação Gramame são destinados, principalmente, à indústria cimenteira, com relevância para os municípios de Alhandra, Caaporã e Conde (DANTAS, 2002; SANTOS, FERREIRA e SILVA JR, 2002).

Nas regiões dos distritos mineiros de Boa Vista, Patos e Sumé, encontram-se depósitos de mármore, (DANTAS, 2002; SANTOS, FERREIRA e SILVA JR, 2002). (**Figura 2.122**).

Figura 2.122 - Mapa dos processos mineiros de brita e calcário na Paraíba

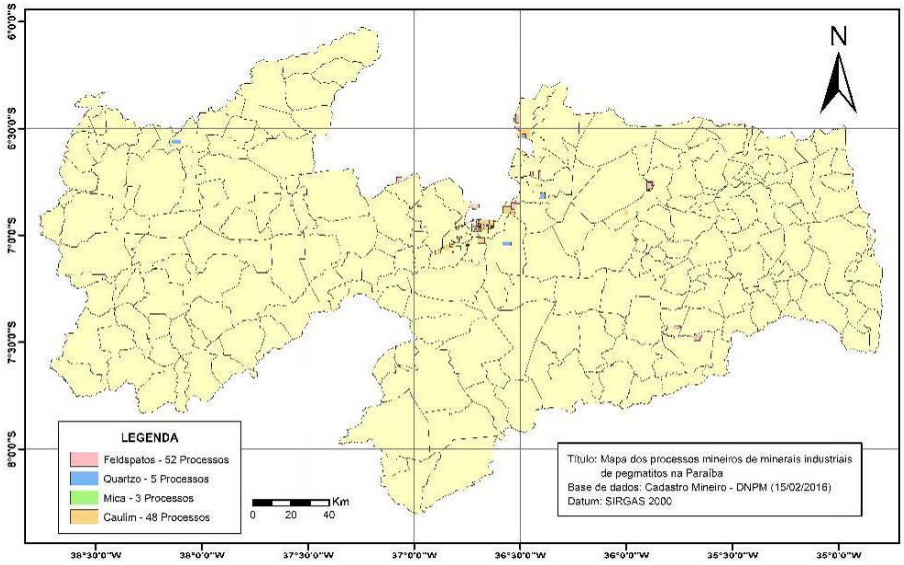


e) Minerais Industriais de Pegmátitos

As ocorrências de minerais industriais associadas aos pegmatitos na Paraíba, como o feldspato, quartzo, mica e caulim, concentram-se na Província Pegmatítica da Borborema, localizada no Seridó do Estado.

As principais ocorrências e explorações referentes a feldspatos e quartzo encontram-se nos municípios de Nova Palmeira, Frei Martinho e Pedra Lavrada, enquanto o município de Junco do Seridó se destaca pelo caulim beneficiado. As reservas de mica se concentram nos municípios de Nova Palmeira, Pedra Lavrada e Picuí (SUMÁRIO MINERAL, 2014). (**Figura 2.123**).

Figura 2.123 - Mapa dos processos mineiros dos minerais industriais de pegmatitos e calcário na Paraíba

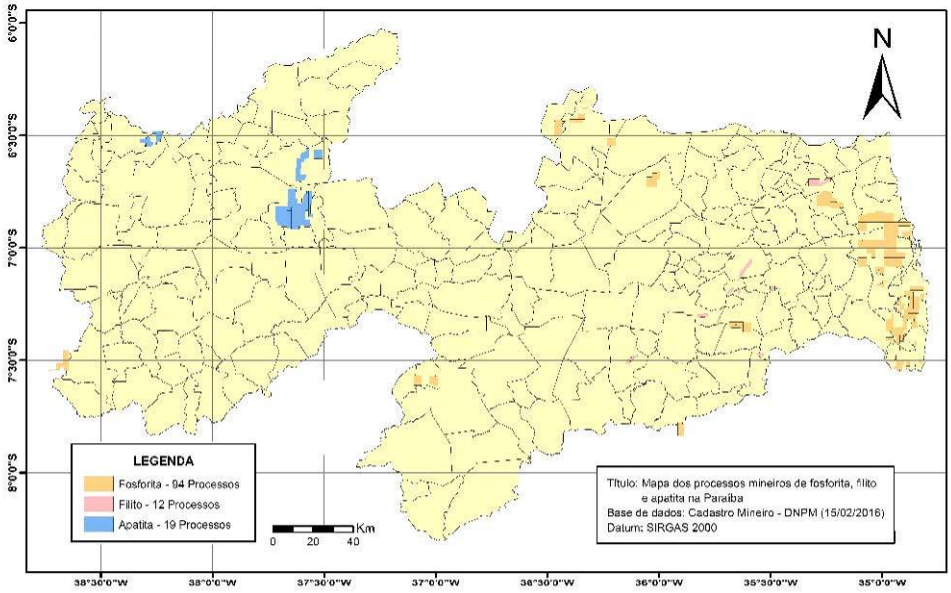


f) Outras Ocorrências de Minerais Industriais

A Paraíba conta ainda com depósitos de fosforita na faixa litorânea do Estado, na Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba, e de apatita no Complexo Sumé.

O filito é abundante na Faixa Piancó-Alto Brígida na região de Patos onde são explotadas para uso cerâmico (SANTOS, FERREIRA e SILVA JR, 2002). (**Figura 2.124**).

Figura 2.124 - Mapa do dos processos mineiros de fosforita, filito e apatita na Paraíba



g) Água Mineral

Segundo o Decreto-Lei Nº 7.841, de 8 de Agosto de 1945, "água mineral é proveniente de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas, as quais possuem composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhe conferem uma ação medicamentosa".

A questão da água mineral, conforme técnicos da AESA, é considerada um elemente relevante para o Estado da Paraíba. É geradora de riquezas e emprego para a economia do estadual, a exemplo do município de Santa Rita, que é a região das águas minerais da Paraíba. Isso reforça a importância do controle do esgotamento sanitário, resíduos sólidos e agrotóxicos no sentido de preservar os territórios dessas fontes de mananciais de águas subterrâneas.

2.3.5.4 Impactos Ambientais dos Minerais Não Metálicos

A mineração de não metálicos causa extensos impactos ambientais mal controlados. Os impactos causados pela sua lavra e beneficiamento tem extensão maior, porém, gravidade menor que os produzidos pela mineração dos metálicos e energéticos. Sua gravidade é menor, porque em geral não liberam resíduos tóxicos, embora seu grande número e dispersão tornem o controle de seus impactos ambientais extremamente difíceis, como é o caso da areia para construção civil, produzida e consumida localmente, isentade impostos. Sua produção total real é certamente muito maior que a oficialmente declarada e deve ultrapassar o valor da produção dos outros segmentos do setor mineral, metálicos, energéticos e gemas.

Os bens minerais usados em construção são responsáveis pela maior extensão de impactos ambientais de mineração. Embora individualmente sejam quase sempre pequenas, as lavras de materiais de construção estão em toda parte e, em muitos casos, seu controle ambiental é nulo. Sempre ocorre o impacto visual das áreas escavadas, as quais, aliadas às precipitações pluviométricas, contribuem com sedimentos para a turbidez das águas e o assoreamento dos cursos d'água. Pedreiras usam explosivos, nem sempre o ruído, as vibrações e o ultralançamento dos fragmentos são controlados. Lavras em leitos de Rios avançam sobre

suas margens, mudando seu curso. Após a lavra, restam buracos, paredes de pedra verticais e alterações no fluxo e na qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Os granitos para rochas ornamentais são lavrados, geralmente, em matacões, com aproveitamento de pequena parte do material disponível.

Areia e brita têm valor baixo e alto volume de produção. A elevada proporção do custo até o consumidor final deriva do frete, obrigando a produção próxima aos locais de utilização, dentro ou a pouca distância das áreas urbanas. Essa necessidade acarreta a interferência entre a mineração e os outros usos de solo urbano e suburbano, gerando conflitos, em geral mal administrados. As áreas mal lavradas ficam impróprias a outra utilização. Mesmo assim, as pedreiras são envolvidas pela urbanização. É necessário o planejamento do uso do solo, para garantir a possibilidade de minerar os recursos indispensáveis à edificação da cidade; ao mesmo tempo, é preciso controlar os impactos e garantir a recuperação das áreas mineradas, para que sejam novamente utilizadas.

Um esforço na aplicação correta de fertilizantes deveria ser um dos componentes fundamentais para o desenvolvimento sustentável da agricultura. As técnicas já existem. A compostagem e a elaboração de fertilizantes organo-minerais maximizam o aproveitamento dos nutrientes; o uso da adubação verde para a captação de nitrogênio atmosférico e para aproveitamento dos resíduos de fertilizantes de culturas anteriores, além da cobertura do solo evitando a decomposição acelerada da matéria orgânica, também é procedimento técnico e economicamente viável. Faltam, entretanto, educação, extensão rural e política de crédito que favoreça a produção sustentável, e não o uso indiscriminado de insumos.

As necessidades da indústria flutuam muito, e os volumes e preços são influenciados pela substituição por novos materiais e processos, como no caso do quartzo, em que os cristais de grande pureza e tamanho podem ser substituídos por areia, abundante e encontrada em toda parte. A política mineral aqui deve seguir de perto a política industrial, orientando investimentos para áreas com potencial de lucratividade a médio prazo.

a) Política minerária e ambiental dos não-metálicos

Como veremos, uma parte da legislação existe: a que controla e restringe a mineração, geralmente mal aplicada. Quase nunca a mineração é incluída nos planos municipais, nem são garantidas áreas para seu exercício, mesmo em regiões de alto potencial e produção.

Os bens de uso imediato em construção civil são considerados bens minerais de uso social pela sua importância no atendimento das necessidades diretas da população, tanto individualmente, pela construção residencial, quanto por constituírem a quase totalidade dos materiais empregados na infraestrutura urbana e de transportes. Por esse motivo, são favorecidos pela legislação, que oferece a possibilidade de opção pelo regime de licenciamento, simplificado, embora menos seguro que o de autorização e concessão por exigir renovação periódica da licença.

A proteção ao meio ambiente durante a mineração é exigida, primeiramente, pela Constituição Federal, em cujo artigo 225 declara: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado ...".

Em primeiro lugar, a legislação é muito mais intrincada, com leis, decretos, resoluções, portarias, instruções etc, em grande número, uns alterando outros, sem que no tradicional "revoguem-se as disposições em contrário" sejam indicadas quais as normas, realmente, revogadas.

Na área ambiental, a fiscalização da mineração também é atribuição dos órgãos de controle ambiental do MinistéRio do Meio Ambiente e das secretarias estaduais. Há registros ocasionais de esforços efetivos de fiscalização, controle, pesquisa e apoio aos produtores.

2.3.5.5 Participação do Setor Mineral na Economia do Estado

Segundo Gomes (2001) "...a produção mineral contabilizada pelos registros oficiais, tanto em quantidade, quanto em valor, representa ainda uma pequena fração da real. Para isso, concorrem tanto o fato de muitas vezes as empresas subestimarem a sua produção (em quantidade e valor), quanto o de uma grande parcela de produção ocorrer no âmbito da economia informal e, portanto, à margem da legislação mineral. Neste último caso, estão incluídas parte da produção de pedras britadas a quase totalidade das areias e argilas comuns e plásticas usadas na cerâmica vermelha, parcela da produção de calcário e a quase totalidade da captação de água utilizada como insumo pela indústria em geral ou comercializada para consumo humano".

A arrecadação de compensação financeira pela exploração dos recursos minerais – CFEM (royalties da mineração) foi instituída pelo art. 6º da Lei nº 7.990/89, que estabeleceu ser a mesma "de até 3% (três por cento) sobre o valor do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral, obtido após a última etapa do processo de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial", ou seja, quando o produto for vendido.

Determinou ainda (§ 2º) que a distribuição da compensação financeira "será feita da seguinte forma: 23% (vinte e três por cento) para os Estados e o Distrito Federal; 65% (sessenta e cinco por cento) para os Municípios; e 12% (doze por cento) para a União". (Fonte: dnpm.ibram.gov.br)

A análise das **Tabelas 2.50** e **2.51** (Distribuição CFEM do Estado da Paraíba anos 2018 e 2019.) permite conhecer os valores arrecadados pelo Estado/municípios pela exploração dos recursos minerais e avaliar os valores a serem repassados para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FERH, tendo em vista que 50% desse valor devem ser repassados ao FERH. (Decreto nº 31.215/2010).

2.3.5.6 Panorama Atual e Perspectiva para o Setor Mineral

A geologia do Estado da Paraíba, revista em capítulos anteriores, apresenta potencialidades para uma série diversificada de ocorrências e depósitos minerais não-metálicos, metálicos e gemas, para usos industriais e outros usos, podendo funcionar, inclusive, como elemento de consumo na área do turismo ecológico, a exemplo do sítio paleontológico da Bacia do Rio do Peixe (Vale dos Dinossauros).

A realização de estudos geológicos de detalhe, envolvendo também estudo de caracterização tecnológica e a divulgação das informações resultantes terão como efeito tornar mais atraentes os investimentos nas áreas dos minerais industriais existentes nas rochas pegmatíticas da região do Seridó (feldspato, caulim, quartzo, talco), metálicos (tantalita/columbita, barita, cassiterita) e gemas (turmalina, água marinha), considerados ainda pouco estudados; iguais procedimentos nos depósitos de argilas de origem sedimentar, para uso em cerâmicas vermelha, branca e avançada, matérias primas utilizadas em indústrias que estão se instalando no polo cerâmico paraibano, atraídas pelos incentivos colocados à disposição dos empresários; areia e cascalho, principalmente, nas bacias hidrográficas mais próximas dos centros urbanos, por conta de serem agregados de uso na indústria da construção e cuja extração intensiva em algumas áreas vem causando problemas de ordem ambiental.

Tabela 2.50 - Distribuição CFEM do Estado da Paraíba e Ano: 2018

Estado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total.
ALCANTIL				913,55		169,33	407,40	240,00		482,11		658,78	2.871,17
ALHANDRA		1.502,89		910,55		898,25	2.825,69	799,43		104,32			7.041,13
ARARA		5,14		114,72			116,19	56,99	24,25	34,00	145,43	29,32	526,03
AREIA		24,81		118,84			249,19	149,78	116,15	291,20	698,21	251,35	1.899,55
BOA VISTA	12.368,32	11.595,92		37.907,36		7.381,66	15.348,46	3.639,96	5.633,32	723,67	5.015,13	17.852,69	117.466,48
BONITO DE SANTA FÉ				68,75									68,75
BOQUEIRÃO		30,63		59,47		39,58	47,31	4,48			190,58		372,05
CAAPORÃ		41.935,52		27.029,43		17.367,43	21.802,95	29.712,42	69.521,35	27.630,51	32.550,98	18.588,80	286.139,38
CACIMBA DE AREIA	91,11	91,14		656,02			286,37	118,08	120,16	109,05	109,58	125,95	1.707,47
CALDAS BRANDÃO		697,07		155,92									853,00
CAMPINA GRANDE	51,47	6.787,14		2.085,76		33,74	2.537,91	938,79	1.383,64	1.493,57	994,54	1.505,44	17.812,01
CASSERENGUE	1.587,77			2.985,11		1.285,16	1.060,85	1.471,99	1.138,94	489,17	608,93	453,67	11.081,59
CRUZ DO ESPÍRITO SANTO	243,46	244,26		5.131,57		246,05	350,59	417,93	319,88	353,07	287,28	730,23	8.324,30
CUBATI	1.986,29	760,14		2.583,50		2.609,73	1.669,03				1.519,72	31,54	11.159,94
CUITÉ	25,93												25,93
CUITEGI		454,71		302,68				370,24					1.127,63
FREI MARTINHO				735,36			25,03				266,53	296,12	1.323,04
GUARABIRA				279,67			519,74			429,92		139,44	1.368,77
GURINHÉM	370,70	423,17		686,16		6.407,90	815,06	366,14	375,88	311,64	11.065,57	313,83	21.136,05
GURJÃO	864,60	804,42		881,14		601,54	2.018,75	529,79	885,35	619,69	1.568,75	895,00	9.669,04
INGÁ				129,89									129,89
ITAPOROROCA													
JOÃO PESSOA	6.737,45	4.774,04		10.579,74			13.662,75	2.665,91	4.604,66	4.532,52	5.446,75	4.275,81	57.279,64
JUAZEIRINHO		831,32					65,56			163,69			1.060,57
JUNCO DO SERIDÓ	783,73	7.289,59		7.720,49		4.455,10	14.321,09	7.748,12	5.565,56	8.689,95	3.831,41	6.426,91	66.831,95
LUCENA													
MAMANGUAPE				586,49									586,49
MARIZÓPOLIS													
MASSARANDUBA	2.866,02	4.031,07		4.731,05		1.690,54	2.323,04	1.501,72	1.612,91	1.196,06	1.752,37	1.713,34	23.418,12
MATARACA	122.546,05	118.587,83		460.287,85		111.401,30	365.816,18	105.292,16	147.563,45	276.849,79	167.469,58	153.312,19	2.029.126,36
MULUNGU		530,39		259,95			203,11		171,81	26,52		60,82	1.252,60
NOVA PALMEIRA				12,05					425,50		306,25		743,80
OLIVEDOS		398,30		827,95			339,95	382,56					1.948,77
PATOS	1.571,17	789,20		1.559,60		657,97	1.314,00	631,52	902,00	934,67		1.908,25	10.268,38
PEDRA LAVRADA	4.067,30	4.251,91		6.647,84		7.463,05	16.048,57	6.559,27	10.316,35	5.649,01	4.927,78	10.206,64	76.137,70

Estado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total.
PEDRAS DE FOGO	51.510,22	6.435,13		18.226,42		914,40	19.174,14	3.688,37	3.197,84	18.858,78	31.054,88	30.781,41	183.841,59
PEDRO RÉGIS		305,78											305,78
PIANCÓ		2.823,60		188,21		68,05	4.422,85	1.924,08	1.419,86	1.298,93		3.860,02	16.005,60
PICUÍ	2.113,59			446,30			504,64	1.812,54	1.529,72	3.458,49	2.123,87	1.293,10	13.282,25
PILAR	283,84	189,51		162,41			206,17	56,84	170,56	61,31	95,56	73,96	1.300,16
PITIMBU	21.429,82	65.460,16		101.775,25		41.373,65	71.007,75	108.093,81	36.803,46	58.581,13	56.417,99	47.332,97	608.276,00
POCINHOS	3.022,25	4.964,41		5.960,79			7.044,94	3.280,34	890,48	5.255,91	3.074,97	707,12	34.201,20
RIO TINTO	307,68	404,26		1.143,76		257,70	652,61	339,88	296,92	318,55	271,57	315,29	4.308,22
SALGADINHO												57,60	57,60
SANTA CECÍLIA		1.187,17		598,12			1.309,04	530,26	1.405,74	667,64	1.309,53	659,96	7.667,45
SANTA LUZIA		1.013,75		1.374,63			7.246,47	744,30		401,78		406,20	11.187,12
SANTA RITA	87.089,73	49.857,78		105.674,94		39.206,15	77.713,24	34.058,49	41.040,82	41.788,34	43.008,34	47.401,56	566.839,40
SÃO BENTO	603,32			298,25									901,58
SÃO JOÃO DO CARIRI	423,98	608,39		162,11		75,88	327,11	218,35	175,34	70,27	495,44		2.556,88
SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE						1.285,54	2.121,12			1.727,82		6.460,38	11.594,86
SÃO JOSÉ DO SABUGI				969,84									969,84
SÃO MAMEDE	173,04			731,16			1.191,86	492,16	317,41	420,86	260,71	248,64	3.835,84
SÃO MIGUEL DE TAIPU	655,86	2.088,16		2.069,65		186,07	3.556,36	229,46	722,46	552,27	411,76	662,14	11.134,19
São Vicente do Seridó	39,79					37,19							76,98
SAPÉ		3.747,50											3.747,50
SOSSÊGO				232,56									232,56
SOUSA	776,72	779,17											1.555,89
VIEIRÓPOLIS		5.314,60		7.304,38		2.246,05	1.854,59	4.605,08	11.523,85	3.436,94	1.931,76	4.201,55	42.418,80
Total:	**324.591,21**	**352.019,97**		**824.267,23**		**248.359,01**	**662.507,66**	**323.671,22**	**350.175,63**	**468.013,16**	**379.211,74**	**364.238,05**	**4.297.054,86**

Fonte: https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem_muni.aspx?ano=2018&uf=PB

Tabela 2.51 - Distribuição CFEM do Estado da Paraíba e Ano: 2019

Estado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total.
ALAGOA GRANDE						6,50							6,50
ALCANTIL	240,72	242,28	241,56	241,50	486,65	243,31							1.696,02
ALHANDRA		558,98											558,98
ARARA		198,17	291,52	107,52	477,26	29,97							1.104,44
AREIA	306,11	455,99	289,30	161,72	246,07	58,00							1.517,19
BARRA DE SANTA ROSA					13.673,90	2.354,99							16.028,89
BOA VISTA	828,51	3.890,47	9.923,28	6.715,40	11.843,67	2.572,66							35.773,99
BOQUEIRÃO	266,54		151,75			114,32							532,61
CAAPORÃ	21.780,68	33.031,00	28.155,74	51.955,79	52.287,65	29.712,34							216.923,21
CABACEIRAS		208,89		187,42	1.005,89								1.402,19
CACIMBA DE AREIA		268,37	126,14	141,16	9,37	31,31							576,34
CALDAS BRANDÃO				199,77									199,77
CAMPINA GRANDE	1.388,41	621,61	852,13	3.452,56	7.060,02	1.685,30							15.060,02
CASSERENGUE	496,34	713,34	112,21	533,76	1.839,74	200,99							3.896,38
CRUZ DO ESPÍRITO SANTO	227,18	2.126,14	621,05	269,66	353,72	1.573,96							5.171,70
CUBATI		286,93	3.824,90		2.923,07	4.080,64							11.115,53
CUITÉ		33,60											33,60
CUITEGI		599,99		821,75									1.421,74
ESPERANÇA				24,17		22,13							46,30
FREI MARTINHO	243,51	747,49	155,65	232,54	1.050,91	329,89							2.759,98
GUARABIRA	399,23		25,19	344,90									769,33
GURINHÉM	15.757,57	3.186,19	2.391,66	6.430,54	640,67	5.123,78							33.530,40
GURJÃO	15,57	2.133,73	1.001,83	763,12	1.269,99	863,39							6.047,63
INGÁ			69,54										69,54
JOÃO PESSOA	3.190,25	4.439,41	4.725,21	1.453,40	3.614,60	241,78							17.664,65
JUAZEIRINHO		1.545,36	1.830,73	840,64									4.216,73
JUNCO DO SERIDÓ	2.978,51	6.105,95	5.336,99	4.482,01	11.244,37	7.599,70							37.747,52
MAMANGUAPE			370,86										370,86
MASSARANDUBA	1.962,42	1.259,91	1.136,18	895,97	1.904,11	952,03							8.110,62
MATARACA	119.942,07	240.280,94	109.870,93	132.277,51	380.051,84	134.018,25							1.116.441,53
MULUNGU			22,12	34,43	56,08	71,94							184,58
OLIVEDOS	1.758,27												1.758,27

Estado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total.
PATOS	950,53	932,96	995,08	689,47	1.473,71	882,11							5.923,86
PEDRA LAVRADA	6.691,06	9.510,59	23.001,29	7.964,52	9.822,59	7.263,97							64.254,02
PEDRAS DE FOGO	15.518,56	8.795,49	19.664,32	12.813,35	21.689,51	12.920,10							91.401,33
PEDRO RÉGIS				113,87									113,87
PIANCÓ	996,39	1.121,64	684,57	3.427,62	3.403,16	1.753,24							11.386,61
PICUÍ	288,36	891,00	768,62	706,15	1.715,68	1.063,84							5.433,64
PILAR	143,89	71,84	95,08	185,44	304,36	241,85							1.042,45
PITIMBU	2.689,15	119.763,19	49.276,74	61.198,46	90.398,99	31.134,76							354.461,29
POCINHOS	5.283,43	658,06	4.865,18	723,04	6.014,03	3.068,38							20.612,13
RIO TINTO	328,90	211,92											540,82
SANTA CECÍLIA		1.740,05	528,36	518,28	1.299,02	1.029,00							5.114,72
SANTA LUZIA	405,92	1.835,24		4.636,73	1.535,44	1.049,37							9.462,69
SANTA RITA	48.862,39	57.412,84	55.321,18	55.765,65	46.783,47	93.902,40							358.047,94
SÃO BENTO				525,85									525,85
SÃO JOÃO DO CARIRI	268,50	78,23	337,00	326,03	483,60	372,62							1.865,99
SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE		4.276,27			4.207,51								8.483,78
SÃO MAMEDE		434,69		338,03		487,11							1.259,83
SÃO MIGUEL DE TAIPU		1.370,47	496,91	268,04	1.113,55	769,98							4.018,95
São Vicente do Seridó		84,86											84,86
VIEIRÓPOLIS		2.513,39		14.119,21	15.194,44	8.704,49							40.531,54
Total:	**254.208,96**	**514.637,47**	**327.560,79**	**376.887,00**	**697.478,61**	**356.530,37**							**2.527.303,20**

Fonte: https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem_muni.aspx?ano=2019&uf=PB

2.3.5.7 Conclusões

O desenvolvimento sustentável da mineração não depende, apenas, do setor mineral. As medidas mais eficientes para a redução do esgotamento de recursos e do impacto ambiental da mineração são as destinadas a diminuir o uso de bens minerais. A produção de bens de consumo mais duráveis, a reutilização e a reciclagem, a racionalização do uso, como já exemplificado para fertilizantes, bem como a substituição por recursos renováveis, têm efeito maior que as ações dentro do setor mineral para a sustentabilidade. Essas ações internas também são importantes. O aproveitamento racional das jazidas – que inclui a sua correta avaliação, o controle dos impactos e a recuperação das áreas degradadas – é fundamental para o melhor aproveitamento dos recursos e a integração da mineração com os outros usos do solo e com os outros setores de atividade econômica na busca da sustentabilidade.

É necessário um esforço de todos os componentes do setor mineral para demonstrar a importância da mineração e de suas áreas associadas, como as de pesquisa geológica e conservação ambiental.

A mineração é considerada por órgãos ambientais, ONGs e população em geral como altamente poluidora, sem que seja reconhecido seu papel como uma das bases mais importantes da atividade humana. Nos Anuários e Sumários Minerais anteriormente elaborados pelo DNPM sempre constou a importância econômica das atividades dependentes do setor mineral, cerca de um terço do PIB. Nos atuais, nem isso consta mais. (Arley Benedito Macedo, Estudos Avançados, 1998 em 05/07/2019).

A racionalização da legislação e de seu controle permite ao minerador saber o que deve fazer, com relação ao patrimônio mineral e ao meio ambiente, e facilita aos profissionais habilitados dos órgãos de controle, o desempenho das ações de fiscalização com mais eficiência.

A inserção da mineração como uso legítimo do solo nos planos diretores municipais, após o estudo da potencialidade mineral do território, para evitar que a mineração não controlada venha a destruir áreas necessárias para outras atividades, evitando ao mesmo tempo que áreas com alto potencial mineral sejam inviabilizadas por usos permanentes, principalmente, aquelas com jazidas de bens de uso imediato em construção civil, de baixo valor e grande volume, que necessitam ser lavrados próximo à aplicação. É possível o uso seqüencial do solo, sendo a mineração uma atividade temporária, seguida por outra (habitacional, industrial ou de lazer) após o encerramento da mina e a sua recuperação final. Para tanto, é necessária a negociação entre os diversos interessados, para harmonização entre as atividades e otimização do uso do solo.

A Universidade pode prestar serviços e consultorias aos participantes do setor mineral, desde que não torne essa prestação de serviços sua atividade principal e não permita que a dependência de contratos para sua manutenção a torne um apêndice acrítico do governo ou das empresas (Arley Benedito Macedo, Estudos Avançados, 1998 em 05/07/2019).

2.4 TOPOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA E GEODIVERSIDADE

2.4.1 Fontes de Consultas Utilizadas

AESA. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba - PERH/PB João Pessoa SECTMA/AESA 2006;

Metadados Ana (2017) shapes metadados@ana.gov.br

Mosaico de imagens SRTM, com a base atualizada disponível.

2.4.2 Topografia

2.4.2.1 Metodologia

O mapa topográfico constante no PERH-2006 baseava-se em levantamentos altimétricos da SUDENE. A topografia ora apresentada foi extraída do modelo de elevação global SRTM (Shuttle Radar topography Mission), disponibilizado pelo serviço geológico americano – USGS (Farr et al., 2007). Somente a partir de 2014, a USGS passou a disponibilizar a base global com resolução de 30m (anteriormente era disponibilizada uma base de 90m).

As imagens foram devidamente mosaicadas e recortadas, utilizando o limite estadual mais recente, disponibilizado pelo IBGE (2017). Cada pixel (com 30 x 30 m) possui um valor de altitude atribuído. Esta topografia pode ser consultada de diversas formas, utilizando plataformas de sistemas de informação geográfica. Poderão também ser gerados, de forma facilitada, sub-produtos deste, como declividades, mapas de aspecto, direção de fluxo etc, os quais são de extrema utilidade nos estudos em recursos hídricos.

Além disso, a base topográfica anterior do PERH estava georeferenciada utilizando um Datum, não mais permitido pelo CONCAR (Comisssão Nacional de Cartografia). A base altimétrica atual utiliza o Datum SIRGAS2000, referência cartográfica obrigatória, desde 2014, para todos os mapas e produtos cartográficos do país.

O mapa topográfico do Estado da Paraíba foi atualizado e produzido na escala 1/250.000.

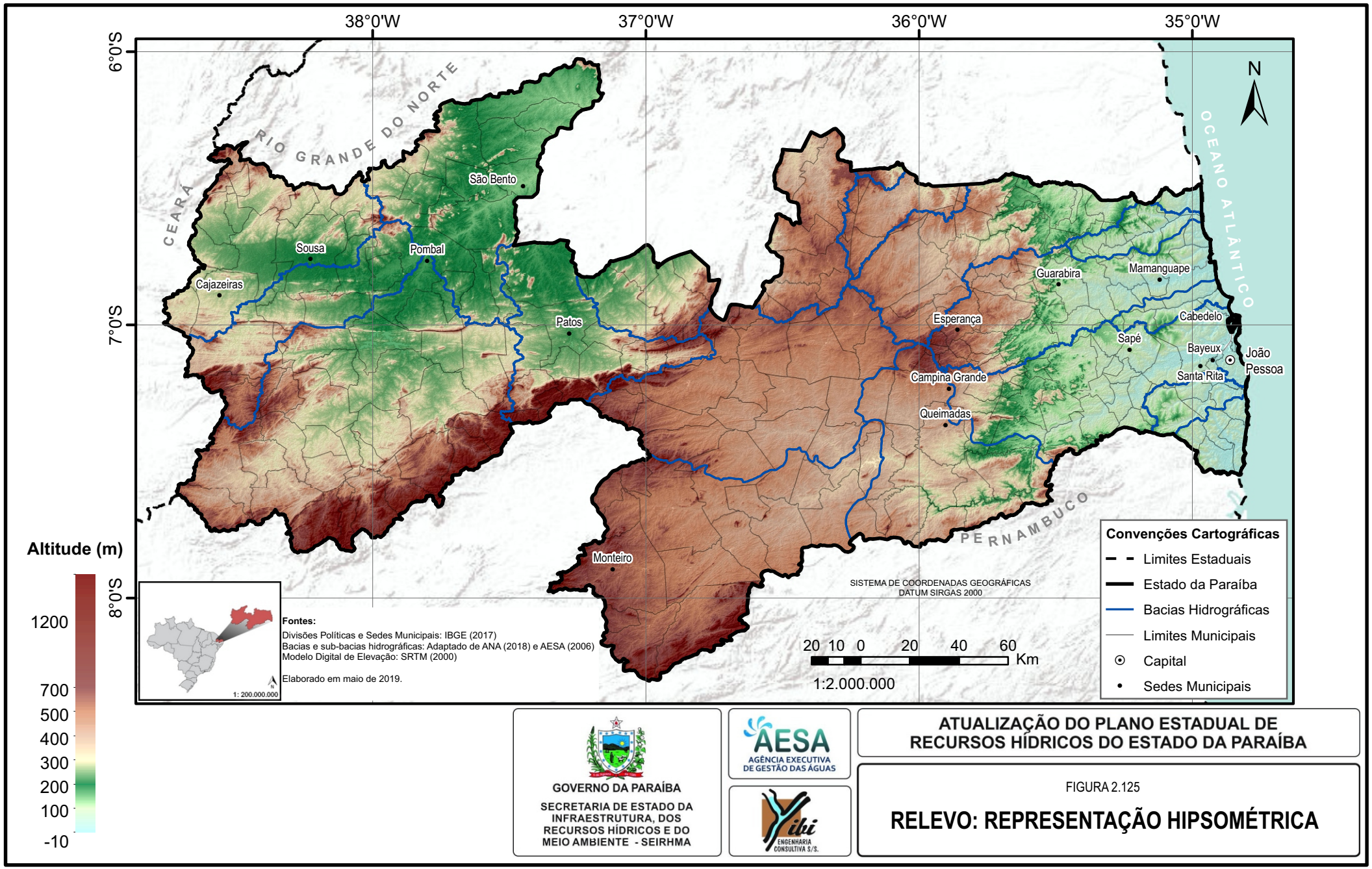
2.4.3 Geomorfologia

2.4.3.1 Metodologia

O mapa de geomorfologia do PERH-PB foi atualizado a partir dos últimos dados publicados pelo IBGE em 2017. Trata-se de um conjunto de informações vetoriais e alfanuméricas, georreferenciadas, o qual retrata características geomorfológicas do recorte cartográfico referido. Esse produto foi elaborado de acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia (2a edição), publicado pelo IBGE (encontrado no endereço http://biblioteca.ibge.gov.br), e tendo como base o mapeamento realizado pelo Projeto RADAMBRASIL.

A elaboração do produto para todo o Brasil pelo IBGE consistiu nos seguintes procedimentos: 1) pesquisa bibliográfica na área de estudo; 2) interpretação ou reinterpretação temática por meio de imagens de satélites recentes; 3) atividade de campo para reconhecimento pontual, solução de dúvidas e validação da interpretação, além de coleta de material, quando necessáRio; 4) refinamento da interpretação com base em informações obtidas em campo; 5) armazenamento das informações vetoriais, alfanuméricas e imagens fotográficas no Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA).

Esse produto agrega as informações do mapeamento geomorfológico do IBGE, realizado entre 1998 e 2017 e, originalmente, levantado e publicado na escala 1:250.000 em recorte de folhas ao milionésimo. Nesse produto, assim como no banco de dados associado (BDIA), são encontrados polígonos de Modelados de Relevo contendo sua forma e natureza genética, além das unidades geomorfológicas, regiões geomorfológicas e domínios morfoestruturais, conforme metodologia prevista pelo Manual Técnico de Geomorfologia (2a edição).


38°0'W
37°0'W
36°0'W
35°0'W
6°0'S
7°0'S
8°0'S
N
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
São Bento
Sousa
Pombal
Cajazeiras
Patos
Monteiro
Guarabira
Mamanguape
Esperança
Cabedelo
Sapé
Bayeux
João Pessoa
Santa Rita
Campina Grande
Queimadas
Altitude (m)
1200
700
500
400
300
200
100
-10
1: 200.000.000
Fontes:
Divisões Políticas e Sedes Municipais: IBGE (2017)
Bacias e sub-bacias hidrográficas: Adaptado de ANA (2018) e AESA (2006)
Modelo Digital de Elevação: SRTM (2000)
Elaborado em maio de 2019.
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM SIRGAS 2000
20 10 0 20 40 60 Km
1:2.000.000
Convenções Cartográficas
Limites Estaduais
Estado da Paraíba
Bacias Hidrográficas
Limites Municipais
Capital
Sedes Municipais
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 DO ESTADO DA PARAÍBA
FIGURA 2.125
RELEVO: REPRESENTAÇÃO HIPSOMÉTRICA

O mapa geomorfológico foi também atualizado na escala 1/250.000, considerando, entre outros, o mapa de relevo atualizado, os mosaicos de imagens Landsat da EMBRAPA: (https://www.cnpm.embrapa.br/proietos/relevobr/conteudo/interpretacao.htm) e o mapa de geodiversidade do Estado da Paraíba editado pela CPRM em 2013 (http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/mapa-de-geodiversidade-do-Estadoda-paraiba.pdf).

Para esta atualização do PERH-PB, o recorte utilizado foi o limite estadual (IBGE, 2017) e nesse recorte as formações identificadas foram detalhadas na legenda da **Figura 2.126,** a saber: (i) Depósitos Sedimentares Quaternários, (ii) Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, (iii) Cinturões Móveis Neoproterozóicos.

2.4.4 Geodiversidade

2.4.4.1 Metodologia

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM disponibiliza mapas descrevendo as geodiversidades estaduais, nas escalas utilizadas para planejamento dos Estados. Essa iniciativa insere-se num projeto maior, dotar o Brasil de cartas temáticas territoriais do meio físico, como ferramentas de planejamento, em todas as áreas do nosso campo de atribuições institucionais. O mapa geodiversidade, apresentado na **Figura 2.127**, foi concebido para oferecer aos diversos segmentos produtivos, sociais e ambientais, uma tradução do conhecimento geológico-científico territorial, com vista a oferecer suporte à implantação das diversas atividades antrópicas dependentes sob a influência direta de fatores geológicos. Destina-se a um público-alvo variado, incluindo desde as empresas mineradoras tradicionais, passando pela comunidade acadêmica, gestores públicos da área de ordenamento territorial e gestão ambiental.

Dotado de uma linguagem de compreensão universal, tendo em vista seu caráter multiuso, o mapa compartimenta o territóRio estadual em unidades geológico-ambientais, destacando suas limitações e potencialidades, considerando-se a constituição litológica da supra e da infraestrutura geológica. São abordados os aspectos geológicos que interferem em temas, tais como obras de engenharia, suscetibilidades ao risco geológico, agricultura, recursos hídricos subterrâneos e fontes poluidoras, aspectos ambientais e potenciais minerais e geoturísticos. Esse mapa foi elaborado pela CPRM, a partir de mosaicos de imagens Landsad GeoCover; modelos digitais de elevação obtidos do SRTM, com resolução de 90 m; pesquisas e banco de dados georeferenciados de órgãos governamentais e de pesquisa (IBGE, DNPM, ANP, ICMBIO, CECAV, dentre outras) e levantamentos de campo.

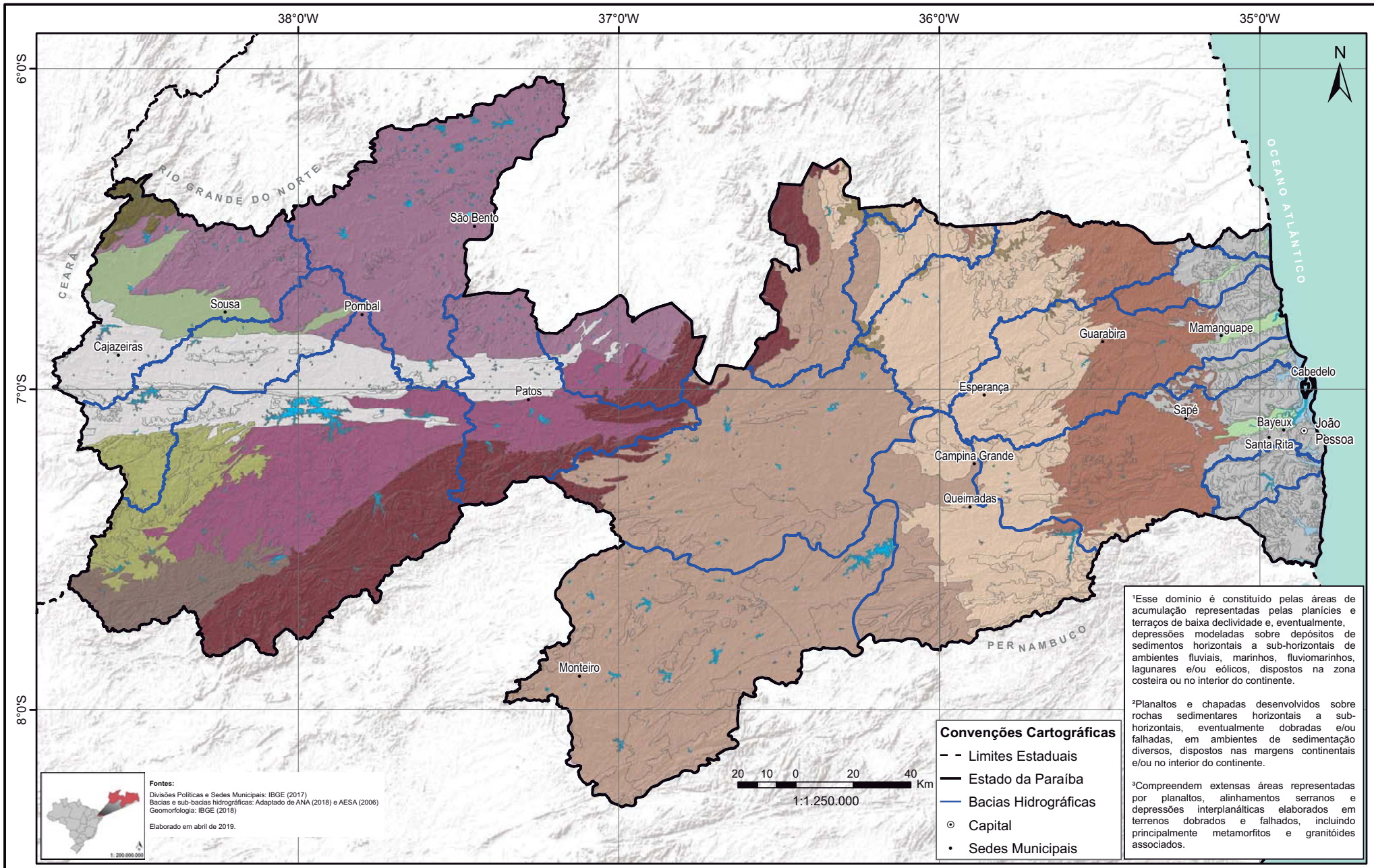
2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

2.5.1 Fontes de Consultas Utilizados

Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba, escala 1:500.000, EMBRAPA 1972.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5ª edição EMBRAPA 2018.

Classificação Hidrológica da BHD, Fator L600 Manual do Pequeno Açude.(ORSTOM/SUDENE,1992).



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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yiki ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.126

GEOMORFOLOGIA

2.5.2 - Metodologia

Inicialmente, foi realizada a atualização da classificação pedológica do Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba, na escala de 1:500.000, realizado em 1972 pela EMBRAPA. O referido levantamento foi modernizado no aspecto classificação, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5ª edição revista e ampliada pela EMBRAPA em 2018.

Fundamentado naquele levantamento, ou seja, a classificação dos solos atualizada foi procedida à classificação hidrológica das unidades e associações de solo com a identificação, caracterização e quantificação dos grupos hidrológicos pelos métodos do USDA – Soil Convervation Service e pela Classificação Hidrológica da BHD – Fator L600, constante no Manual do Pequeno Açude.(ORSTOM/SUDENE,1992)

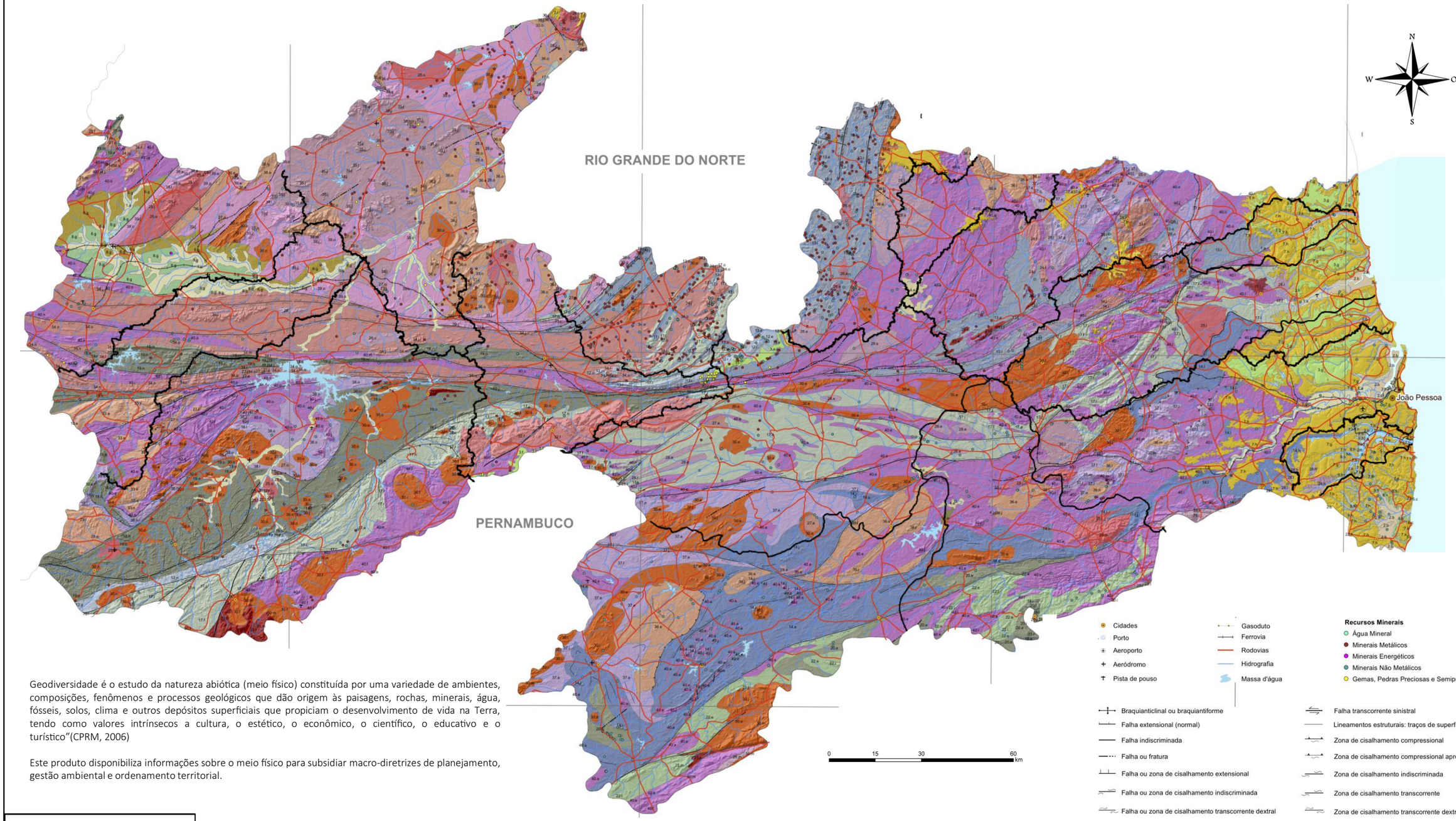
Procedeu-se à descrição das ordens e sub-ordens dos solos, após sua classificação, a quantificação, legenda de identificação e simbologia, além de uma planilha com as unidades e associações de unidades de solos, com a área de cada uma delas e seus respectivos percentuais. Foi ainda elaborado um comentáRio sobre a potencialidade exploratória dos mesmos.

A classificação hidrológica das unidades de solo constituiu um parâmetro importante, porque interpreta o comportamento da água precipitada sobre o solo (retenção da água, penetração vertical, translocação lateral interna, escoamento superficial e erosibilidade). Esse comportamento é resultado da influência de fatores como relevo (tipo, forma, extensão e declividade) e vegetação tipo de cobertura vegetal (floresta, mata, cerrado, caatinga, arbustiva, rasteira), densidade, hipo ou hiperxerofilismo etc.

Esses conhecimentos, aliados aos projetos com detalhamento conforme seus fins, tais como: exploração agrícola com ou sem irrigação, locação de obras hídricas para objetivos específicos, reflorestamento de áreas para conter processos erosivos e de contribuição ao assoreamento de cursos de água e reservatórios hídricos, zoneamento agropecuárioetc,permitem orientar a atualização do planejamento das atividades do Estado de foco agropecuário.

A planta básica utilizada para esse estudo foi a do Mapeamento de Exploratório-Reconhecimento, na escala 1:500.000, realizado pela EMBRAPA para o Estado da Paraíba.

A apresentação dos mapas serão na escala 1:250.000.



Geodiversidade é o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composições, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, água, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento de vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico"(CPRM, 2006)

Este produto disponibiliza informações sobre o meio físico para subsidiar macro-diretrizes de planejamento, gestão ambiental e ordenamento territorial.



Base cartográfica digital, elaborada a partir da Base Cartográfica do Brasil ao Milionésimo (2006), na qual foram realizados alguns ajustes à imagem do Mosaico Geocover 2000, ortorretificado e georeferenciado (Datum WGS84, Landsat7 ETM+, Bandas 7,4,2 e 8, resolução após fusão espacial: 14,5m.
Base Geológico-ambiental obtida a partir da Carta Geológica da PB (1:500.000 – CPRM, 2002)
Modelo Numérico de Terreno SRTM com relevo sombreado
Projeção Cartográfica Policônica, Meridiano Central -39º
Sistema Geodésico de Referência: WGS-84
Consolidação e finalização em SIG: CPRM/DEGET

Referências:
CPRM. Mapa geodiversidade do Brasil: Influência da geologia dos grandes geossistemas no uso e ocupação dos terrenos. Brasília: CPRM, 2006
CPRM. Geologia da Plataforma Continental Jurídica Brasileira e áreas Oceânicas Adjacentes: Dados organizados em Sistema de Informações Geográficas. Brasília: CPRM, 2008
CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil. Brasília: CPRM, 2007
IBGE. Base Cartográfica Integrada Digital do Brasil ao Milionésimo
CPRM. Geologia e Recursos Mineirais do Estado da Paraíba. Brasília: CPRM, 2002. Inclui Mapa Geológico e Mapa dos Recursos Minerais do Estado da Paraíba

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

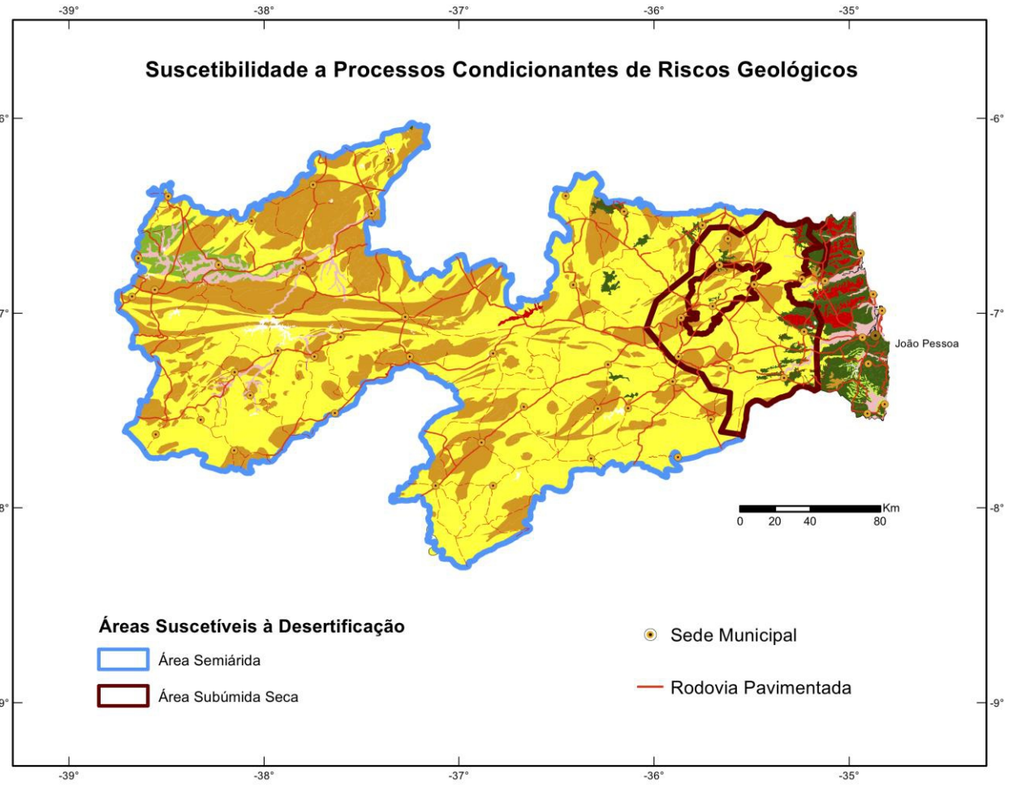
Yibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.127

GEODIVERSIDADE

1/2



Suscetibilidade ao Risco

Terrenos formados por sedimentos inconsolidados a pouco consolidados depositados em meio aquoso e eólico. Englobam áreas muito planas, vulneráveis a inundações e cheias sazonais nas planícies dos rios e em áreas costeiras, sob a influência das marés. Solos ricos em matéria orgânica, de baixa capacidade de suporte, podendo causar deformações, recalques, trincamento e corrosão de tubulações de obras civis. Focos de erosão na linha de costa, por exemplo, na Praia de Pitimbú ao sul do estado. As dunas móveis podem causar danos a obras de urbanização devido a sua mobilidade.

Terrenos recobertos por depósitos heterogêneos areno argilosos e fragmentos de rochas. Quando em declividade acentuada se tornam instáveis, suscetíveis a movimentos de massa.

Terrenos com predomínio de sedimentos arenosos, pouco a moderadamente consolidados, em superfície plana levemente ondulada, associados aos tabuleiros costeiros, sujeitos à erosão laminar. Na região costeira ocorre o desenvolvimento de falésias, como na praia de Tambaba.

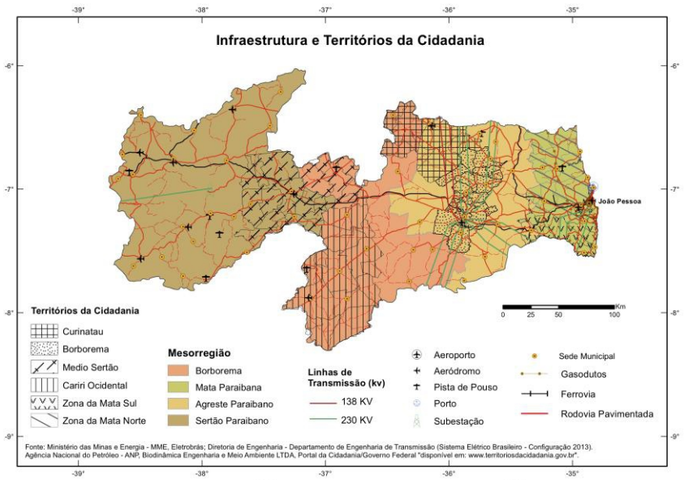
Terrenos com predomínio de rochas sedimentares de composição arenosa a síltico-argilosa, pouco a moderadamente consolidadas, em superfície plana levemente ondulada, sujeitos à erosão laminar.

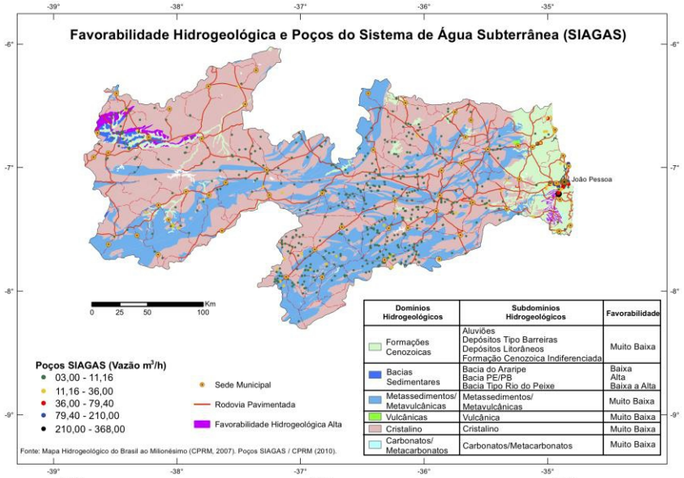
Terrenos formados por rochas calcáreas que podem conter vazios subterrâneos (cavernas) e rochas de composição síltico-argilosa. Podem apresentar afundamentos na superfície causadas por subsidências ou colapsos (dolinas).

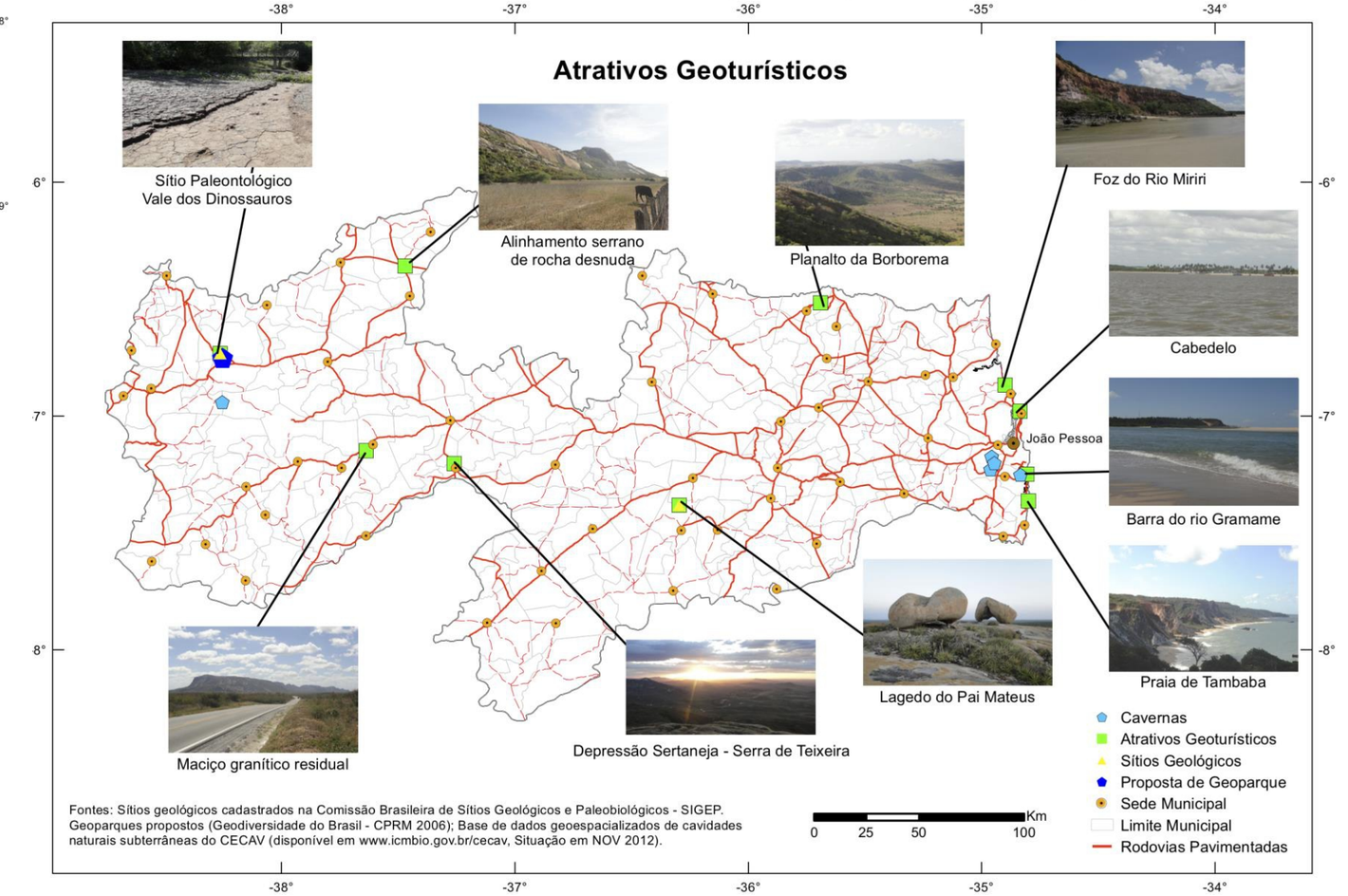
Terrenos formado por rochas metamórficas, com intensa anisotropia planar (xistosidade e foliação). São sujeitos a movimento de massa e desplacamento de rocha.

Terrenos formados por rochas cristalinas (granitos, riolitos...) com presença de descontinuidades (disjunções e fraturas). Áreas suscetivéis à ocorrência de desplacamento, queda de blocos e movimento de massa, principalmente quando associada a relevos íngremes.

Fonte: Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil - MMA / UFPB (2007);
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, IAG – USP, Laboratório de Sismologia (2012)







Fontes:
CPRM (2013)
Programa Geologia do Brasil - Levantamento da Geodiversidade
URL: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html



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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

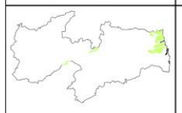
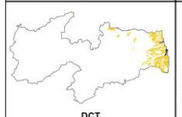
Yibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

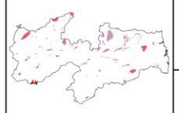
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.127

GEODIVERSIDADE

INFLUÊNCIA DAS UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS E FORMAS DE RELEVO NAS ADEQUABILIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE AO USO E OCUPAÇÃO (OBRAS DE ENGENHARIA, AGRICULTURA, RECURSOS HÍDRICOS, FONTES POLUIDORAS) E NOS POTENCIAIS MINERAL E TURÍSTICO

DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO AMBIENTAIS		FORMAS DE RELEVO	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
 **DC** **Domínio dos Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados, Depositados em Ambiente Aquoso**	1. DCa Ambiente de planícies aluvionares recentes – Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila.	a. Planícies fluviais ou flúviolacustres	O cascalho pode ser utilizado para construção civil ou pavimentação de vias. Boa fertilidade e disponibilidade de nutrientes e de água.	Pode conter matéria orgânica em excesso prejudicando a qualidade do material de empréstimo. Presença de substâncias corrosivas para equipamentos e obras enterrados. Podem ocorrer solos bastante argilosos e mal drenados do tipo hidromórfico (predomínio de Gleissolos e Neossolos Flúvicos).
	2. DCm Ambiente misto (marinho/continental) Intercalações irregulares de sedimentos arenosos,argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (mangues).	b. Planícies flúviomarinhas	Aproveitamento geoturístico dos canais e ilhas cobertas por manguezais. Manguezais atuam como barreiras contra erosão provocada pela ação das ondas, protegendo determinados setores da linha de costa e protegendo contra as enchentes ao longo dos rios, diminuindo a força das inundações, também auxiliam a mitigar os efeitos da poluição, retendo, retardando e transformando substâncias poluidoras, evitando que contaminem os mananciais hídricos.	Capacidade de suporte muito baixa. Áreas inadequadas para a captação de água subterrânea, em função do substrato argiloso e das altas concentrações de sais. Camadas com alta concentração de matéria orgânica, que liberam ácidos corrosivos e gás metano (altamente inflamável). Apresenta solos lodosos, profundos, parcial ou permanentemente submersos, apresentando salinidade elevada devido à influência da água do mar e, devido à grande quantidade de matéria orgânica são excessivamente ácidos. Relevo e drenagem mais favoráveis à concentração do que à dispersão de elementos poluentes. As porções arenosas apresentam elevada permeabilidade, configurando situação de alta vulnerabilidade à contaminação do lençol freático, que se
 **DCICT** **Domínio dos Sedimentos Cenozoicos inconsolidados do tipo colúvio e Tálus**	3. DCICT Colúvio e tálus – Materiais inconsolidados, de granulometria e composição diversa, provenientes do transporte gravitacional.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs g. Tabuleiros h. Tabuleiros dissecados i. Domínios de morros e de serras	Possibilidade de extração de água subterrânea para abastecimento de pequenas localidades ou pequenas aglomerações de moradias.	Áreas preferencialmente de preservação, com possibilidade de uso para áreas de empréstimo de solo para obras de engenharia. Áreas sujeitas a movimento de massa com baixa capacidade de suporte, caso estejam situadas em encostas declivosas.
 **DCSR** **Domínio dos Sedimentos indiferenciados Cenozoicos relacionados a retrabalhamento de outras rochas, geralmente associados a superfícies**	4. DCSR Relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas – Coberturas arenoconglomeráticas e/ou siltico-argilosas associadas a superfícies de aplainamento.	e. Planaltos	Áreas planas favoráveis à implantação de obras lineares e ocupação urbana, desde que haja planejamento adequado.	Presença de solos rasos de fertilidade, geralmente baixa, suscetíveis à erosão. Aquíferos pouco espessos e de vazão geralmente baixa.
 **DCE** **Domínio dos Sedimentos Cenozoicos Eólicos**	5. DCEm Dunas móveis – Material arenoso inconsolidado.	c. Planícies costeiras d. Campos de dunas	Material desagregado e de fácil escavação. Depósito que pode servir de fonte de areia para a construção civil e industrial.	Terrenos junto ao litoral, em contínuo processo de modificação e sujeitos à erosão e à destruição de obras pela ação das ondas do mar. Alta capacidade de suporte, apresentando solos corrosivos para tubulação. Áreas pobres em solo agrícola e com restrição à extração de areia (predomínio de Espodossolo).
 **DCMR** **Domínio dos Sedimentos Cenozoicos e/ou Mesozoicos pouco a moderadamente consolidados, associados a pequenas bacias continentais do tipo RIFT**	6.DCMRa Predomínio de sedimentos arenosos.	g. Tabuleiros	Grande capacidade transmissora e armazenadora de água subterrânea, resultando em bons aquíferos. Potencial de recarga elevado, principalmente nas superfícies planas dos tabuleiros. Manto de alteração com potencial para ser usado como saibro. Arenitos silicificados podem ser utilizados como pedras de revestimento. Formas de relevo e feições erosivas interessantes constituem atrativos paisagísticos e turísticos.	Solos arenosos e naturalmente erosivos, de baixa fertilidade natural e de elevado índice de acidez, necessitando de adubação e corretivos de ph. Predomínio de sedimentos e solos bastantes percolativos, tornando esses terrenos altamente vulneráveis à contaminação das águas subterrâneas. Cuidados especiais devem ser tomados com a instalação de fontes potencialmente poluidoras nessas áreas. Em algumas áreas, a permeabilidade e porosidade são reduzidas devido ao alto grau de silicificação e diagênese dos arenitos.
 **DCT** **Domínio dos Sedimentos Cenozoicos pouco a moderadamente consolidados, associados a Tabuleiros**	7. DCT Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho).	g. Tabuleiros h. Tabuleiros dissecados f. Chapadas e platôs q. Degraus estruturais e rebordos erosivos	Áreas de sedimentos dominantemente areno-argilosos, com boa capacidade de suporte, onde não ocorrem maiores problemas de fundação. O material predominante pode ser escavado com facilidade. Solos normalmente de fertilidade natural baixa (predomínio de Latossolos Amarelos). O potencial para captação de água subterrânea é variável de acordo com o fácies sedimentar dominante na área de interesse, sendo alto nos sedimentos arenosos e conglomeráticos, e baixo a muito baixo nos siltosos e argilosos.	Podem ocorrer sedimentos com argilominerais expansivos que, quando submetidos às variações de umidade, tornam-se colapsíveis e sofrem o fenômeno de empastilhamento, ou seja, desagregam-se em pequenas pastilhas, podendo causar deformações e trincamentos em obras de construção civil. Onde predominam sedimentos arenosos, os solos possuem baixa fertilidade natural, são ácidos, de baixa capacidade de reter água e nutrientes. As águas subterrâneas podem apresentar, em determinadas áreas, elevados teores de ferro.
 **DSM** **Domínio das Sequências Sedimentares Mesozoicas Clastocarbonáticas consolidadas em Bacias de Margens Continentais (Rift)**	8. DSMc Predomínio de calcário e sedimentos siltico-argilosos.	g. Tabuleiros h. Tabuleiros dissecados	Os sedimentos siltico-argilosos predominantes e os solos deles provenientes são pouco permeáveis e possuem alta capacidade de reter e eliminar poluentes.	Onde ocorrem rochas calcárias podem se formar, por dissolução, cavidades sujeitas a desmoronamentos subterrâneos, causando abatimentos e colapsos da superfície. Onde existem feições carsticas, a vulnerabilidade à contaminação do lençol freático é muito alta.
	9. DSMqcg Predomínio de sedimentos quartzoarenosos e conglomeráticos.	g. Tabuleiros h. Tabuleiros dissecados	Manto de alteração com potencial para ser usado como saibro e anti-pó. Grande capacidade transmissora e armazenadora de água subterrânea, resultando em bons aquíferos. Potencial de recarga elevado, principalmente nas superfícies planas dos tabuleiros. Formas de relevo e feições erosivas interessantes constituem atrativos paisagísticos e turísticos.	Rochas, em geral, de moderada resistência ao corte e à penetração. Em certas áreas podem se mostrar bastante silicificadas, tornando-se bem mais endurecidas. Predomínio de sedimentos e solos bastante percolativos, tornando esses terrenos altamente vulneráveis à contaminação das águas subterrâneas. Solos arenosos e erosivos, de modo geral inadequados para agricultura.

DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO AMBIENTAIS		FORMAS DE RELEVO	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
 **DSVP2** **Domínio das Sequencias Vulcanossedimentares Proterozoicas dobradas metamorfizadas de baixo a alto grau**	17. DSVP2in Indiferenciado.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos r. Escarpas serranas	Áreas com potencialidade para exploração de areia, argila e cascalho para a construção civil.	Devido à presença de várias unidades apresentando distribuições irregulares, ocorre a formação de solos com distintas características físico-químicas o que pode ocasionar má qualidade agrícola em solos residuais, tornando-os localmente impróprios para agronomia, principalmente onde ocorre relevo acidentado. Em regiões de solos pedregulhosos ocorre dificuldade de mecanização para implantação de agricultura extensiva. Solos argilosos se continuamente mecanizados ou em áreas onde se desenvolvem a pecuária tendem a ser compactados, aumentando a impermeabilização ocorrendo processo de erosão laminar hídrica, nos períodos chuvosos.
	18. DSVP2q Predomínio de quartzitos.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas	Quartzitos podem ser usados como material para revestimentos, pisos e pedras de cantaria. Manto de alteração bom para ser usado como saibro e para extração de areia. Falhas e fraturas favorecem o potencial circulador e armazenador de água subterrânea.	Alta resistência ao corte e à penetração. Geralmente quartzitos mostram-se bastante fraturados, facilitando a percolação de poluentes que atingem as águas subterrâneas. Alta densidade de fraturas também facilita o desprendimento de blocos e placas em taludes de corte. Alteram-se para solos arenosos de baixa fertilidade natural, bastante erosivos, ácidos e permeáveis, tais como os Neossolos Quartzarênicos.
	19. DSVP2x Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas p. Baixos Platôs dissecados q. Degraus estruturais e rebordos erosivos r. Escarpas serranas	Exploração de Ardósias, Filitos, Grafita-xistos, Talco-xistos para utilização como Rochas Ornamentais.	Os solos são bastante argilosos, o que impede a absorção hídrica. Quando a rocha apresenta-se bastante foliada, a sua utilização fica comprometida como rocha ornamental. Desplacamentos e Deslizamentos planares em áreas acidentadas onde o xistos apresentam foliação com alto mergulho.
	20. DSVP2csa Predomínio de rochas metacalcárias, com intercalações de finas camadas de metassedimentos siltico-argilosos.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas	Solos argilosos, normalmente pouco erosivos, de boa estabilidade em taludes de corte e boa fertilidade natural, ricos em nutrientes, principalmente Ca e Mg. Podem conter grandes cavidades subterrâneas armazenadoras de água, formando aquíferos cársticos. Potencial para exploração dos metacalcários como corretivo de solos, cimento, cal e brita. Metacalcários podem ser usados como material para revestimentos e pisos. Relevo cárstico, com grutas e cavernas de interesse geo-eco-turístico.	Riscos de colapsos e subsidências dos terrenos, devido à presença de cavidades formadas pela dissolução das rochas calcárias. Necessidade de estudos geotécnicos de detalhe, incluindo geofísica, para identificar feições que podem causar colapsos dos terrenos. Deve-se evitar o excessivo bombeamento de água subterrânea, pois, nas áreas de rochas calcárias, isso pode causar o intenso rebaixamento do lençol freático e, consequentemente, acelerar os processos de abatimento e colapso dos terrenos. Locais com cavidades de ligação entre os fluxos d'água superficiais e subterrâneos (dolinas e sumidouros): áreas vulneráveis à contaminação dos mananciais hídricos subterrâneos.
	21. DSVP2bu Predomínio de rochas metabásicas e metaultramáficas.	i. Domínio de morros e de serras baixas	Os solos residuais bem evoluídos (pedogênese avançada) são de baixa erosividade natural, compactam-se bem e têm boa estabilidade em taludes de corte. Solos de boa fertilidade natural (ricos em nutrientes, principalmente Mg e de excelentes qualidades físicas para a agricultura. Solos argilosos e silto-argilosos são pouco permeáveis e possuem alta capacidade de reter e depurar substâncias poluentes. Quando as rochas apresentam grande quantidade de fraturas, e de interconexões entre elas, o potencial circulador e armazenador de água é favorecido. Ambiência geológica mais favorável para mineralizações de níquel, cobre, cromo, talco e amianto.	Rochas metabásicas e metaultrabásicas, no início do processo de alteração, dão origem a argilominerais expansivos. É comum a presença de blocos e matacões em profundidade nos solos, que podem se movimentar e desestabilizar obras sobre eles apoiadas. Essas rochas costumam ser bastante fraturadas. O alto grau de fraturamento torna os terrenos mais percolativos e, portanto, mais vulneráveis à poluição/contaminação das águas subterrâneas. Aquíferos fissurais de potencialidade hidrogeológica normalmente baixa; Manto de alteração desfavorável à recarga de aquíferos.
	22. DSVP2pbu Predomínio de metapelitos com intercalações de rochas metabásicas e/ou metaultramáficas.	e. Planaltos h. Tabuleiros dissecados i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs m. Domínio montanhoso	Contém litologias que se alteram para solos argilo-siltosos de baixa erosividade natural; tem boa capacidade de reter, fixar e eliminar poluentes e boa estabilidade em taludes de corte; pouco permeáveis; plásticos e de boa capacidade de compactação. Rochas metabásicas e metaultrabásicas se alteram para solos de boa fertilidade natural e de excelentes características físicas para a agricultura. Bastante porosos, mantêm boa disponibilidade de água para as plantas por longo tempo dos períodos secos. Tem boa capacidade de reter, fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica; respondem bem à adubação; a permeabilidade varia de baixa nos solos pouco evoluídos a moderada nos bem evoluídos; os solos com pedogênese avançada apresentam baixa erosividade natural.	Rochas metabásicas e metaultrabásicas costumam ser bastante fraturadas e percolativas, e no início do processo de alteração transformam-se em argilominerais expansivos. Alteram-se de forma heterogênea deixando blocos e matacões em meio aos solos: a profundidade do substrato rochoso costuma ser bastante irregular. Predomínio de litologias de baixa permeabilidade e que se alteram para solos argilosos pouco permeáveis, que se compactam, impermeabilizam-se e sofrem alta erosão hídrica laminar se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados ou pisoteados por gado. Apresentam aquíferos superficiais pobres; cobertura de solos desfavorável à recarga das águas subterrâneas.
 **DCGR1** **Domínio dos Complexos Granitoides não deformados**	23. DCGR1palc Séries graníticas peralcalinas.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs j. Inselbergs m. Domínio montanhoso	Utilizada como rocha ornamental e produção de brita para construção civil.	Baixo potencial hidrogeológico. Solos rasos e bastante ácidos devido ao alto teor de sílica, o que os tornam pobres para a agricultura.
	24. DCGR1alc Séries graníticas alcalinas.	f. Chapadas e platôs j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves	Nessas áreas onde as rochas apresentam composição alcalina e, se houver maior umidade, o solo é um pouco mais espesso e fértil. Favorabilidade à existência de materiais para empréstimo e capeamento de estradas de terra (piçarra).	Os solos residuais de rochas graníticas, principalmente quando pouco evoluídos, têm alto potencial erosivo e se desestabilizam bastante em taludes de corte. Geralmente os solos originados de rochas graníticas são pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos). Aquíferos fissurais: o potencial hidrogeológico é bastante irregular, dependendo da densidade e da interconexão de falhas e fraturas abertas.
	25. DCGR1salc Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso o. Superfícies aplainadas degradadas	A presença de minerais mais ricos em alumínio e potássio pode dar origem a argilas vermelhas, utilizadas em cerâmica vermelha.	Solos argilo-siltico-arenosos de alta erosividade quando pouco evoluídos, de fertilidade natural moderada a baixa e geralmente muito ácidos. Potencial hidrogeológico bastante irregular, dependendo da densidade e da interconexão de falhas e fraturas: aquíferos fissurais.
	26. DCGR1pal Granitóides peraluminosos.	e. Planaltos n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos	Utilizada como rocha ornamental e produção de brita para construção civil.	Baixo potencial hidrogeológico. Solos rasos e bastante ácidos devido ao alto teor de sílica, o que os tornam pobres para a agricultura.
	27. DCGR1sho Série shoshonítica.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos	Rochas de menor resistência ao corte e penetração do que aquelas da unidade anterior.	Normalmente sustentam relevos acidentados, suscetíveis a movimentos de massa (escorregamentos de solos e queda de blocos). Potencial hidrogeológico bastante irregular, dependendo da densidade e da interconexão de falhas e fraturas: aquíferos fissurais.
	28. DCGR1in Indeterminado.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs h. Tabuleiros dissecados i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso o. Superfícies aplainadas degradadas	Esta unidade apresenta limitações e potencialidades similares a unidade DCGR1alc. Porém, suas características químicas não estão inteiramente determinadas.	



Fontes:
CPRM (2013)
Programa Geologia do Brasil - Levantamento da Geodiversidade
URL: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

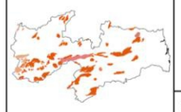
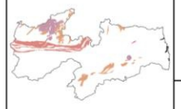
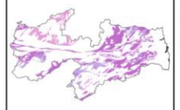
Yibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.127
GEODIVERSIDADE
Domínios e Unidades Geológico Ambientais 1/2

INFLUÊNCIA DAS UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS E FORMAS DE RELEVO NAS ADEQUABILIDADES E LIMITAÇÕES FRENTE AO USO E OCUPAÇÃO (OBRAS DE ENGENHARIA, AGRICULTURA, RECURSOS HÍDRICOS, FONTES POLUIDORAS) E NOS POTENCIAIS MINERAL E TURÍSTICO

DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO AMBIENTAIS		FORMAS DE RELEVO	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
 **DSVMP** **Domínio das Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas, pouco a moderadamente consolidadas, associadas a grandes e profundas bacias sedimentares do tipo Sinéclise**	10. DSVMPacg Predomínio de arenitos e conglomerados.	e. Planaltos	Aquíferos porosos de alta produtividade (elevadas vazões dos poços) devido à sua constituição arenítica e conglomerática, o que permite grande capacidade transmissora e armazenadora de água subterrânea. Em certas áreas, os arenitos mostram-se bastante silicificados, o que diminui sua permeabilidade primária. Nesses casos, é comum estarem bem fraturados, criando boas condições de percolação da água (aquíferos porosos-fissurais). Potencial de recarga elevado, principalmente nas superfícies planas de platôs e topos de chapadas. Manto de alteração com potencial para ser utilizado como saibro. Arenitos silicificados podem ser usados como pedras de revestimento.	Rochas de moderada a alta resistência ao corte e penetração. Em certas áreas, podem mostrar-se bastante silicificadas, tornando-se bem mais endurecidas e resistentes. Alteram-se para solos arenosos, naturalmente erosivos, de baixa fertilidade natural e de elevado índice de acidez. Em áreas onde ocorre um alto grau de silicificação e/ou diagênese dos arenitos, o potencial de recarga pode ser reduzido. Sedimentos que se alteram para solos bastante permeáveis, tornando esses terrenos altamente vulneráveis à contaminação/poluição dos mananciais hídricos subterrâneos. Além da permeabilidade primária da rocha, em determinados locais os arenitos mostram-se bastante fraturados, facilitando a percolação de poluentes que podem rapidamente atingir o nível freático. Cuidados especiais devem ser tomados com a instalação de fontes potencialmente poluidoras nessas áreas.
 **DSVP1** **Domínio das Coberturas Sedimentares Proterozoicas, não ou muito pouco dobradas e metamorfizadas, caracterizadas por um empilhamento de camadas horizontalizadas e sub-horizontalizadas de várias espessuras, de sedimentos clastoquímicos de várias composições e associados aos mais diferentes ambientes tectono-deposicionais**	11. DSVP1va Predomínio de vulcanismo ácido a intermediário.	l. Domínio de colinas amplas e suaves	Alta capacidade de suporte e moderada resistência ao corte e à penetração (solos e perfis de alteração espessos). Baixa vulnerabilidade à contaminação, devido ao fato de intercalar rochas de comportamentos à infiltração contrastantes. Em geral, exibem boa compactação e baixa taxa de infiltração. Quando os solos são bem desenvolvidos, apresentam-se pouco erosivos e mantêm boa estabilidade em taludes de corte. Alteram-se para solos argilo-siltosos pouco permeáveis e possuem boa capacidade de reter e fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica; respondem bem à adubação.	Exposições rochosas, pouco a moderadamente fraturadas, apresentando resistência ao intemperismo variável de baixa a alta, com predominância de alta resistência ao corte e à penetração; Susceptíveis à queda de blocos, quando fraturadas; Solos mais suscetíveis aos processos erosivos, quando não bem desenvolvidos, devido ao elevado gradiente textural, principalmente nas encostas.
 **DSP2** **Domínio das Sequencias Sedimentares Proterozoicas dobradas, metamorfizadas em baixo a alto grau**	12. DSP2mqmtc Metarenitos, quartzitos e metaconglomerados.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas p. Baixos platôs dissecados	Manto de alteração bom para ser usado como saibro. Metarenitos e quartzitos para revestimento e pedras de cantaria.	Predomínio de rochas a base de quartzo, bastante abrasivas e de moderada a alta resistência ao corte e penetração. Predominam solos residuais quartzo-arenosos, erosivos, de baixa fertilidade natural, que repondem mal à adubação. Fraturas abertas facilitam a percolação de poluentes, podendo atingir as águas subterrâneas. Potencial hidrogeológico irregular.
	13. DSP2sag Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, com intercalações de metarenitos feldspáticos.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos	Solos provenientes dos metassedimentos siltico-argilosos. São muito porosos, de boa capacidade hídrica, mantendo boa disponibilidade de água para as plantas, quando são espessos. O potencial de cotaminação do lençol freático é baixo. Aproveitamento de rochas para pisos e revestimentos (ardósia).	Metassedimentos siltico-argilosos, finamente laminados e de alta fissilidade: soltam placas e destabilizam-se com facilidade em taludes de corte. Solos portadores de argilominerais expansivos, quando pedogeneticamente pouco evoluídos. De baixo a muito baixo potencial armazenador e circulador de água subterânea.
	14. DSP2mxaccal Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos, com intercalações de metassedimentos arenosos, metacalcários e calssilicáticas.	e. Planaltos h. Tabuleiros dissecados i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos	Solos provenientes dos metassedimentos siltico-argilosos são pouco porosos, de boa capacidade hídrica, mantendo boa disponibilidade de água para as plantas, onde são espessos. O potencial de cotaminação do lençol freático é baixo. Aproveitamento de rochas para pisos e revestimentos (ardósia).	Rochas calcárias formam aquíferos cársticos de características hidrodinâmicas complexas; Xistos apresentam águas subterrâneas muito salgadas e vazões relativamente boas.
	15. DSP2mcsaa Predomínio de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos siltico-argilosos e arenosos.	j. Inselbergs o. Superfícies aplainadas degradadas	Predomínio de metassedimentos que se alteram para solos argilosos ou argilo-siltosos pouco permeáveis. Boa capacidade de reter, fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica; respondem bem à adubação; bastante porosos; retêm bem água. Boa capacidade hídrica; mantêm boa disponibilidade d'água para as plantas por longo tempo dos períodos secos; Os solos residuais com pedogênese avançada apresentam baixa erosividade natural; boa capacidade de compactação ; mantêm boa estabilidade em taludes de corte, Predomínio de solos residuais pouco permeáveis e de alta capacidade de reter e eliminar poluentes; onde são espessos, o potencial de contaminação do lençol freático é baixo. Aquíferos cársticos podem conter grandes cavidades subterrâneas preenchidas com água. Calcário é um bem mineral de grande importância para fabricação de corretivo de solo, cimento e cal. Pode ser usado como brita, rocha ornamental e diversas outras aplicações industriais. Associado às rochas calcárias pode existir talco.	Rochas calcárias podem conter cavidades de vários tamanhos, sujeitas a desmoronamentos subterrâneos, que podem causar colapsos na superfície (abatimentos bruscos); Predomínio de litologias que se alteram para solos argilo-siltosos, que se compactam, impermeabilizam-se e sofrem alta erosão hídrica laminar se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados ou pisoteados por gado; Rochas calcárias formam aquíferos cársticos de características hidrodinâmicas complexas e de potencial hidrogeológico bastante irregular; sofrem recarga e descarga rápidas; se a explotação de água não for bem planejada pode esvaziar e descompressionar as cavidades, criando condições propícias a que ocorram desmoronamentos subterrâneos, colapsos na superfície, rebaixamento do lençol freático e secamento das águas superficiais; Manto de alteração muito pouco permeável: desfavorável à recarga das águas subterrâneas.
 **DCMU** **Domínio dos Corpos Máfico-Ultramáficos (Suites Komatiíticas, Suites Toleíticas, Complexos Bandados)**	16. DCMUbu Série básico-ultrabásica (gabro, anortosito, etc).	e. Planaltos	Solos residuais bem desenvolvidos, de alta capacidade de compactação, baixa permeabilidade e erosividade, com boa estabilidade em taludes. Solos argilosos e siltico-argilosos de baixa permeabilidade e alta plasticidade, com boa capacidade de reter, fixar e eliminar poluentes.	Rochas de moderada a alta resistência ao corte e à penetração. Solos residuais podem se tornar impermeáveis sob pressão contínua e como produto de alteração podem produzir solos de má qualidade química para agricultura.

DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO AMBIENTAIS		FORMAS DE RELEVO	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
 **DCGR2** **Domínio dos Complexos Granitoides deformados**	29. DCGR2alc Séries graníticas alcalinas.	f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas m. Domínio montanhoso o. Superfícies aplainadas degradadas	Utilizada como rocha ornamental e produção de brita para construção civil.	Se as rochas apresentarem uma quantidade de fraturas acima de 2 por metro quadrado, serão inadequadas para a utilização como rocha ornamental.
	30. DCGR2salc Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos r. Escarpas serranas	Esta unidade apresenta limitações e potencialidades similares a unidade DCGR2alc. Porém, suas características químicas são distintas.	
	31. DCGR2pal Granitóides peraluminosos.	i. Domínio de morros e de serras baixas	Esta unidade apresenta limitações e potencialidades similares a unidade DCGR2alc. Porém, suas características químicas são distintas.	
	32. DCGR2sho Série shoshonítica.	f. Chapadas e platôs r. Escarpas serranas	Esta unidade apresenta limitações e potencialidades similares a unidade DCGR2alc. Porém, suas características químicas são distintas.	
	33. DCGR2in Indeterminado.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos r. Escarpas serranas	Materiais com alta capacidade de suporte e rochas com uso possível como brita e rocha ornamental.	Rochas granitoides de alta resistência ao corte e perfuração, com grande variação do comportamento hidráulico e geomecânico, condicionado fundamentalmente ao grau de deformação local. Tipos de solos de baixa espessura e fertilidade, facilmente erodíveis. Aquíferos fissurais com vazões extremamente irregulares.
 **DCGR3** **Domínio dos Complexos Granitoides intensamente deformados: Ortognaisses**	34. DCGR3alc Séries graníticas alcalinas.	f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas	Utilizada como rocha ornamental e produção de brita para construção civil.	Se as rochas apresentarem uma quantidade de fraturas acima de 2 por metro quadrado, serão inadequadas para a utilização como rocha ornamental.
	35. DCGR3salc Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos	Esta unidade apresenta limitações e potencialidades similares a unidade DCGR3alc. Porém, suas características químicas são distintas.	
	36. DCGR3in Indeterminado.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos	Os solos residuais dos granitos, por conterem alto teor de argila, são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de reter e depurar poluentes. Onde os solos são profundos e bem evoluídos, a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas é baixa. Os planos de foliação dessas rochas podem favorecer a capacidade circuladora e armazenadora de água subterrânea, em relação aos granitoides pouco ou não deformados. Manto de alteração (saprólito) pode ser usado como saibro e material de empréstimo.	Rochas granitoides bastante deformadas, com pronunciada anisotropia textural (normalmente em todo o maciço), apresentando descontinuidades geomecânicas e hidráulicas relacionadas a faixas com grande concentração de minerais micáceos (principalmente biotita) estiradas e deformadas, segundo uma direção preferencial, facilitando a percolação de fluidos, o intemperismo, a erosão e a desestabilização em taludes de corte. Essas rochas alteram-se para solos argilo-siltico-arenosos, de alta erosividade, principalmente quando pouco evoluídos (pedogênese pouco desenvolvida). Geralmente os solos originados de rochas graníticas são pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos). Onde os solos são rasos e as rochas apresentam-se bem fraturadas, os poluentes podem se infiltrar e atingir com facilidade as águas subterrâneas. Os planos de foliação também facilitam a percolação de fluidos poluentes. Grande variação nas propriedades hidráulicas e geomecânicas do maciço.
 **DCGMGL** **Domínio dos Complexos Gnaissico-Migmatíticos e Granulíticos**	37. DCGMGLmo Predominam migmatitos ortoderivados.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos r. Escarpas serranas	Potencial para existência de corpos de rochas quartzíticas das quais pode-se lavrar areia, inclusive industrial, saibro e pedra para revestimento.	Predomínio de litologias com descontinuidades geomecânicas e hidráulicas que facilitam a percolação de fluídos, os processos intempéricos e os desplacamentos das rochas em taludes de corte.
	38. DCGMGLgnp Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos	Terrenos normalmente adequados para fundações de obras de grande porte. Podem ocorrer lentes de rochas metabásicas e metacarbonáticas que dão origem a solos de boa fertilidade natural. Os solos residuais, por conterem alto teor de argila, são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de reter e depurar poluentes. Onde são profundos e bem evoluídos, a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas é baixa. Os planos de foliação dessas rochas podem favorecer a capacidade circuladora e armazenadora de água subterrânea. Potencialidade para lavras de rochas ornamentais, pedras de cantaria e brita.	Rochas formadas pela alternância de bandas ricas em minerais ferromagnesianos, planares, isorientados, com porções quartzo-feldspáticas, muitas vezes complexamente dobradas, resultando em marcantes diferenciações de comportamentos geomecânicos e hidráulicos. As rochas alteram-se para solos argilo-siltico-arenosos, de alta erosividade, principalmente quando pouco evoluídos (pedogênese pouco desenvolvida). Predomínio de solos argilo-siltico-arenosos, pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos). Onde os solos são rasos e as rochas apresentam-se bem fraturadas, os poluentes podem se infiltrar e atingir com facilidade as águas subterrâneas. Os planos de foliação também facilitam a percolação de fluidos poluentes.
	39. DCGMGLmgi Migmatitos indiferenciados.	e. Planaltos i. Domínio de morros e de serras baixas m. Domínio montanhoso o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos	Esta unidade apresenta limitações e potencialidades similares a unidade DCGMGLgnp. Porém, suas características químicas são distintas.	
	40. DCGMGLgno Predomínio de gnaisses ortoderivados. Podem conter porções migmatíticas.	e. Planaltos f. Chapadas e platôs i. Domínio de morros e de serras baixas j. Inselbergs l. Domínio de colinas amplas e suaves m. Domínio montanhoso n. Domínio de colinas dissecadas e morros baixos o. Superfícies aplainadas degradadas q. Degraus estruturais e rebordos erosivos r. Escarpas serranas	Terrenos normalmente adequados para fundações de obras de grande porte.	Rochas com marcantes diferenciações de comportamentos geomecânicos e hidráulicos. Essas descontinuidades (superfícies planares) facilitam a percolação de fluidos, o desprendimento de blocos e placas em taludes de corte, o intemperismo e a erosão. As rochas alteram-se para solos argilo-siltico-arenosos, de alta erosividade, principalmente quando pouco evoluídos (pedogênese pouco desenvolvida). Predomínio de solos argilo-siltico-arenosos, pobres em nutrientes (baixa fertilidade natural) e ricos em alumínio (solos ácidos). Erosividade dos solos varia de moderada nos solos residuais bem evoluídos a alta nos pouco evoluídos, principalmente quando continuamente mecanizados ou intensamente pisoteados pelo gado. Onde os solos são rasos e as rochas apresentam-se bem fraturadas, os poluentes podem infiltrar-se e atingir com facilidade as águas subterrâneas.



Fontes:
CPRM (2013)
Programa Geologia do Brasil - Levantamento da Geodiversidade
URL: http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html

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 DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.127

GEODIVERSIDADE

Domínios e Unidades Geológico Ambientais

2.5.2 Atualização da Classificação Pedológica dos Solos

2.5.2.1 Critérios Adotados na Classificação dos Solos – 2018 / EMBRAPA

Foram adotados ajustes, com vistas a facilitar o entendimento da descrição, caracterização, classificação e mapeamento das unidades e associações de solos, dentre eles:

- Informações referentes ao potencial dos solos para fins de exploração agrícola e possibilidades de desenvolvimento de processos de irrigação serão mantidas as constantes do levantamento exploratório-reconhecimento, na escala 1:500.000, elaborado pela EMBRAPA para o Estado da Paraíba;
- No referido levantamento, constante do parágrafo anterior, encontravam-se unidos PLANOSSOLOS e SOLONETZ-SOLODIZADOS. A última classificação da EMBRAPA trata, na realidade, de dois subgrupos de PLANOSSOLOS, isto é: PLANOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos ou Eutróficos e PLANOSSOLOS NÁTRICOS Órticos (solonetz-solodizados) e não dois grupos de solos independentes. A espessura do horizonte A, nesses solos, era considerado orto (A<30 cm), mediano (30<A<60) e espesso (A>60cm). Nas unidades de PLANOSSOLOS e associações com a respectiva participação, do levantamento básico da EMBRAPA, o horizonte A desse grupo de solos se revela bem distribuído entre os tipos orto, mediano e espesso. Considerando a classificação atualizada da EMBRAPA, omitiremos esses tipos de horizonte A e adotaremos, apenas, os termos A fraco, A moderado e A proeminente;
- Ainda no que concerne aos PLANOSSOLOS, não mencionaremos o tipo de atividade da argila (Ta-alta atividade ou Tb-baixa atividade). Normalmente, os PLANOSSOLOS apresentam argila de alta atividade (Ta) e alta saturação de bases (eutróficos). A textura dos PLANOSSOLOS pode se apresentar arenosa e média/média e argilosa, mas, predominantemente, a sequência é arenosa/argilosa. Portanto, adotou-se a relação (arenosa/argilosa) para constar de todos os solos classificados como PLANOSSOLOS, para fins de classificação hidrológica;
- Nos LUVISSOLOS (antigos Bruno não Cálcicos) planossólicos, desconsideramos os aspectos vérticos e não vérticos, solódicos e não solódicos, assim como fase epipedregosa ou não. Adotou-se a textura como média/argilosa. Referente aos demais LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos, aplicou-se o caráter vertissólico e não vértissólico, assim como a textura média/argilosa;
- ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS e pedregosos (concrecionários ou não) podem se apresentar como Ta, Eutróficos ou Distróficos, plínticos e não plínticos, abrúpticos e não abrúpticos, rasos e pouco profundos ou profundos;
- Os solos HIDROMÓRFICOS, bem como GLEISSOLOS e CAMBISSOLOS gleicos, de textura argilosa e média, com vegetação tipo floresta e/ou campos de várzeas, ocupando áreas de relevo plano, tendo ou não a presença de ARGISSOLOS plínticos foram todos considerados na ordem dos GLEISSOLOS;
- Foram desconsiderados os quantitativos com e sem fragipã e pouco profundos dos NEOSSOLOS REGOLÍTICOS. Generalizou-se a textura arenosa para essa subordem de solos, posto que ela é extremamente predominante sobre as demais;
- Areias quartzosas foram classificadas como NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS;
- Aluviões são classificados como NEOSSOLOS FLÚVICOS;
- Em algumas associações de solos e, inclusive unidades, observou-se que duas subordens de uma mesma classe aparecem separadas pela configuração “e”, sendo considerada como se fosse uma unidade ou parte de uma associação, no levantamento da EMBRAPA. Essa conceituação foi mantida neste relatório.

Os percentuais dos solos que compõem as associações VEo4, SNo4, RLe14, RLe18, RLe19, RLe20 e RLe21 são estimativos.

2.5.2.2 Descrição dos Solos

- Argissolos

São formados a partir de materiais minerais. As características diferenciais mais consideradas são normalmente a baixa atividade ou alta, se conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico e o horizonte Bt (textural). Esse horizonte situa-se imediatamente abaixo do horizonte diagnóstico superficial, exceto o H hístico, e também, outros requisitos que venham a enquadrá-lo noutra classe de solos como Luvissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos, estejam presentes.

Uma característica evidente é o incremento de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil do solo.

As transições do horizonte A para o Bt mais comuns são as dos tipos clara e abrupta, podendo até mesmo ser gradual.

Relativo a outras características morfológicas, citam-se: profundidades variáveis, porém quase sempre superiores a 100 cm; para o horizonte A a textura varia de arenosa a argilosa, e no Bt oscila de média a muito argilosa. Ainda quanto à textura, fica evidente que, em todos os casos, existe acréscimo no teor de argila do horizonte A para o horizonte Bt. Frequentemente, os solos apresentam colorações avermelhadas ou amareladas e, raramente, brunadas ou acinzentadas.

No que tange à drenagem, há variações desde forte a imperfeitamente drenado. Neste último caso, acontece mais comumente, quando no horizonte B constata-se a presença de características plínticas.

Analisando quimicamente os Argissolos, constata-se que são solos moderados a fortemente ácidos. Apresentam saturações de bases baixa (distróficos) ou alta (eutróficos). As argilas cauliníticas são predominantes. A relação molecular Ki oscila de 1,0 a 2,3 em correlação com a baixa atividade da argila ou podendo atingir até 3,3.

Resumindo, são solos minerais com argila de baixa ou até mesmo alta atividade, conjugada com baixa saturação de bases ou caráter alítico. O horizonte Bt é indispensável e se posiciona imediatamente abaixo de um horizonte A ou E superficial, além de atender ainda os seguintes requisitos:

Horizonte plíntico, se presente, não deve estar acima nem ser coincidente com a parte superior do horizonte B textual;

A existência de um horizonte glei não pode se situar acima nem ser coincidente com a parte superior do horizonte B textual.

A classe dos Argissolos engloba os solos, antigamente, classificados como Podzólicos Vermelho-Amarelos com argila de baixa ou alta atividade, parte de Terra Roxa Estruturada e de Terra Roxa Estruturada Similar com gradiente textural necessário para B textural eutrófico, distrófico ou álico, Podzólico Amarelos, Podzólico Bruno Acinzentado e recentemente, Alissolos com B textural.

Na área deste estudo, os ARGISSOLOS perfazem 747.685,00 ha, equivalentes a 13,26% da superfície do Estado da Paraíba.

- Cambissolos

São solos constituídos por materiais minerais com horizonte B incipiente sob qualquer tipo de horizonte superficial, sem satisfazer nenhum requisito estabelecido que os enquadrem nas classes dos Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos e Organossolos. Apresentam sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C com ou sem R.

A heterogeneidade do material de origem, formas de relevo, condições climáticas, contribuem para que as características desSes solos variem bastante de um local para outro.

A classe dos CAMBISSOLOS reúnem solos rasos a profundos. Apresentam cores brunadas ou bruno amareladas, inclusive, até mesmo, vermelhas escuras. Podem se mostrar de forte a imperfeitamente drenados. Podem ser de alta à baixa saturação de bases e atividade química da fração argila.

A textura do horizonte Bi (incipiente) vai de franco arenosa ou a mais argilosa. A uniformidade dos valores de argila dos horizontes superficial e subsuperficial é presente. Entretanto, é possível acontecer acréscimos ou decréscimos nos teores de argila do horizonte A para o Bi. Quando os solos tem origem em sedimentos aluvionais ou se registra descontinuidade litológica, a ocorrência de diferenças significativas nos teores de argila de A para o Bi é possível.

No que concerne à estrutura do horizonte Bi, é muito variável, podendo se mostrar na forma de blocos, granular ou prismática e até mesmo como grãos simples ou maciça.

Nos CAMBISSOLOS, podem ocorrer horizontes com plintita ou gleização, porém sem expressão e em posição não diagnóstica para serem incluídos como Plintossolos ou Gleissolos. Alguns CAMBISSOLOS apresentam características morfológicas semelhante às dos LATOSSOLOS, porém sem satisfazer os requisitos para enquadrá-los nessa classe de solos.

As características do horizonte B não compatíveis com as dos solos muito evoluídos (Latossolos) são:
a) capacidade de troca de cátions, sem correção para carbono $\geq$ 17 Cmolc kg^{-1} de argila; e ou
b) 4% ou mais de materiais primários alteráveis ou 6% ou mais de muscovita, determinados na fração areia, porém referidos à TFSA; e/ou
c) relação molecular SiO_2/Al_2O_3 (Ki) determinada na ou correspondendo à fração argila, > 2,2; e/ou
d) 5% ou mais do volume do solo com estrutura de rocha original, como estratificações finas, saprolito ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada.

Enfim, os CAMBISSOLOS são constituídos de materiais minerais, tendo horizonte A ou hístico de espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos (inferior a 40 cm) antecedente a um horizonte Bi (incipiente) e que satisfaça aos requisitos abaixo:

a – B incipiente que não coincide com horizonte plíntico;

b – B incipiente que não coincide com horizonte vértico dentro de 100 cm da superfície;

c – B incipiente que não coincide com horizonte glei dentro de 50 cm da superfície; e

d – Não configuração de horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com saturação de bases e argila de alta atividade.

Os CAMBISSOLOS identificados na área do estudo são classificados como CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos Latossólicos.

A área ocupada pelos CAMBISSOLOS somam 25.075 ha e representa 0,44% da superfície do Estado da Paraíba.

- Espodossolos

São solos minerais com horizonte B espódico subjacente a horizonte E (álbico ou não) ou A de qualquer tipo, ou ainda horizonte hístico, porém, sem espessura suficiente (menos de 40 cm) para enquadramento na classe dos Organossolos. Apresentam sequência de horizontes A, E, B espódico, C nitidamente diferenciados.

Normalmente, a cor do horizonte A vai de cinzenta à preta ,e a do horizonte E, desde cinzenta ou acinzentada clara até praticamente branca. Por sua vez, a cor do horizonte espódico varia de cinzenta, de tonalidade escura ou preta, até avermelhada ou amarelada.

A profundidade do solo é bastante variável, podendo se mostrar com 3 ou mesmo 4 m de espessura, quando a soma dos horizontes A e E ou dos horizontes hístico e E ultrapassa 200 cm.

A textura do volume, normalmente, é arenosa, poucas vezes média e, esporadicamente, argilosa no horizonte B.

Apresentam drenagem variável e está estreitamente relacionada à profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento ou cimentação do B espódico.

Quimicamente, são solos pobres, de baixa fertilidade devido à pouca reserva de nutrientes, a reação do pH vai de moderada a fortemente ácida, saturação de bases baixa, podendo ocorrer elevados teores de alumínio extraível.

Os ESPODOSSOLOS podem apresentar fragipã, duripã, horizonte plácico e ortstein.

Os ESPODOSSOLOS se desenvolvem, basicamente, a partir de materiais arenoquartzosos sob condições de umidade elevada de climas tropical e subtropical, atuando em áreas de relevo plano, suave ondulado, surgentes, abaciamentos e depressões. Podem, no entanto, ocorrer em relevos mais movimentados, em ambientes de clima frio e úmido e de vegetação alto-montana. Já nas regiões costeiras, normalmente, estão associados à vegetação denominada de Restinga. Na Amazônia e nos Tabuleiros Costeiros, estão associados respectivamente à vegetação conhecida como Campinarana e Muçununga.

Os ESPODOSSOLOS abrangem os solos anteriormente classificados como Pdzol e Podzol Hidromórfico.

Os ESPODOSSOLOS encontrados na área do estudo perfazem 76.425,00 ha, equivalentes somente a 1,36 % da superfície do Estado da Paraíba.

- Gleissolos

Compreendem solos minerais submetidos à situação hidromórfica constante e, por consequência, possuem horizonte glei dentro dos 50 cm iniciais em relação à superfície ou a

profundidade entre 50 e 150 cm se situado imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização) ou ainda, horizonte hístico com espessura insuficiente para enquadramento na classe dos Organossolos. A textura não é especificamente arenosa, em todos os horizontes dentro dos 150 cm da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário. Não podem apresentar horizonte vértico ou horizonte B plânico acima ou coincidente, assim como qualquer outro tipo de horizonte diagnóstico acima do horizonte glei. Horizonte plíntico concrecionário ou lipoplíntico só pode ocorrer em profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

Os solos dessa classe, permanente ou periodicamente, encontram-se saturados com água, exceto se drenados artificialmente. A saturação do solo com água pode acontecer por translocação lateral. Em qualquer das condições de saturação, a água do solo pode se elevar por ascenção capilar, alcançando a superfície.

A característica básica é a forte gleização. Isto é decorrente da permanente saturação do solo com água, causando processos anaeróbicos com insuficiência ou total ausência de oxigênio. A gleização induz a manifestação de cores acinzentadas, esverdeadas ou azuladas. Provoca, ainda, a redução e solubilização do ferro e, em decorrência, a translocação e reprecipitação dos componentes originados desse elemento químico.

São solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais.

A sequência de horizontes dos GLEISSOLOS é: A-Cg, A-Big-Cg, A-Btg-Cg, A-E-Btg-Cg, A-Eg-Bt-Cg, Ag-Cg e H-Cg. O horizonte A apresenta cores que vão de preta às acinzentadas, espessura entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico. O horizonte glei pode ser um horizonte C, B, E ou A, com cores predominantemente mais azuis que 10Y, de cromas bastante baixos, próximos do neutro.

São solos que, ocasionalmente, apresentam textura arenosa (areia ou areia franca) nos horizontes superficiais, desde que seguidas no horizonte glei por textura franco arenosa ou mais fina. Por sua vez, a estrutura afora os horizontes A, H ou E, presentes no horizonte C é, em geral, maciça, podendo apresentar fendas e aspectos semelhantes ao de estrutura prismática, quando o solo tem Estado seco por alguns dias. A estrutura é em blocos ou prismática, composta ou não de blocos angulares e subangulares no horizonte B.

O horizonte glei pode se mostrar sulfúrico, cálcico, solódico, sódico, com caráter sálico ou plintita. Neste último caso, com limitações suficientes para que não seja enquadrado na classe dos PLINTOSSOLOS.

Os GLEISSOLOS se desenvolvem a partir de sedimentos recentes, situados próximos a cursos de água, em materiais colúvio-aluviais, sob a condição de hidromorfia. Podem surgir, também, em terraços fluviais, lacustres ou marinhos e ainda em áreas abaciadas e depressões. Nas áreas inclinadas sob influência de afloramento de águas subterrâneas eventualmente podem ocorrer estes solos.

A vegetação comumente desenvolvida nos GLEISSOLOS é do tipo hidrófila ou hidrófila herbácea, arbustiva ou arbórea.

Essa classe enquadra os solos anteriormente classificados como Glei Pouco Húmico, Glei Húmico, parte do Hidromórfico Cinzento (sem mudanda textual abrupta) Glei Tiomórfico e Solonchak com horizonte Glei.

Os GLEISSOLOS somam 5.120,00 ha que representam 0,09% da área total levantada.

- Latossolos

Compreendem solos minerais com horizonte B latossólico sequente a qualquer horizonte diagnóstico superficial, exceto o H hístico.

Esses solos se apresentam com avançado estágio de intemperismo, decorrente de ações energéticas dos fatores atuantes sobre o material geológico, gerando transformações expressivas no material originário desses solos. As ações são tão intensivas que destroem os minerais primários ou secundários menos resistentes. Apresentam baixa capacidade de troca de cátions da fração argila, sempre inferior a 17 cmolc/kg, sem correção para carbono. No entanto, comportam variações, desde solos predominantemente cauliníticos, com valores de Ki de 2,0, até o máximo 2.2 e até solos oxídicos de Ki baixíssimos.

Relativo ao quesito drenagem, variam de fortemente a bem drenados, muito embora a drenagem moderada apareça em solos com coloração pálida ou até mesmo, imperfeitamente drenados, indicativo de formação em condições atuais ou pretéritas de determinado grau de gleização.

Considerando outras características morfológicas, citamos tratar-se de solos muito profundos, com a espessura dos horizontes superficial e subsuperficial superior a 100 cm, com sequência natural dos horizontes: A, B e C. A diferenciação de subhorizontes é pequena, e as transições entre eles, normalmente, são difusas ou graduais. Em distinção às cores do horizonte A mais escuras, por sua vez, as cores do horizonte B são mais vivas, indo desde amarelas ou mesmo bruno acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes 2,5 YR a 10 YR, em função da natureza, forma e quantidade dos constituintes minerais – especialmente óxidos e hidróxidos de ferro – submetidos a tipo de regime hídrico e drenagem e inclusive, se a hematita é herdada ou não. O horizonte C, normalmente, é menos colorido, é bem variável a expressão cromática, heterogênea, decorrente da dependência de sua natureza saprolítica ou do sedimento.

O acréscimo de argila do horizonte A para o horizonte B não é significativo ou até inexistente, e, portanto, a relação B/A não apresenta nível suficiente para caracterizar e atender os requisitos de um B textural. O aumento dos teores de argila do horizonte A para o horizonte B cresce lenta e gradativamente com a profundidade ou permanece praticamente constante. Normalmente, é baixa a mobilidade das argilas no horizonte B, exceto em solos atípicos, desenvolvidos de material arenoso quartzoso, de orgânicas ou com ΔpH positivo ou nulo.

Quimicamente, os latossolos apresentam-se fortemente ácidos com relação a reação do pH. A saturação por bases normalmente é baixa (distróficos) ou alumínicos (álicos).

Os casos de solos eutróficos, normalmente acontecem nas regiões semiáridas ou de seca pronunciada ou, ainda, se originadas de rochas básicas ou calcárias.

Os LATOSSOLOS são típicos de regiões equatoriais e tropicais com ocorrências em zonas subtropicais. Nessas zonas, distribuem-se, sobretudo, em amplas e antigas superfícies de erosão, terraços fluviais e pedimentos. Geralmente, ocupam áreas de relevo plano e suave ondulado, porém podem ocorrer também em regiões acidentadas com relevo do tipo montanhoso. Esses solos podem se originar de diversos tipos de rochas, ocupados por vegetação variada e sob condições climáticas diversas.

Enfim, são solos minerais com o tipo de B latossólico, que se posiciona logo abaixo de qualquer tipo de horizonte diagnóstico exceto o H hístico, dentro de 200 ou 300 cm, se o horizonte A superficial apresentar espessura superior a 150 cm.

A classe dos LATOSSOLOS, no mais recente Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, reúne todos os antigos LATOSSOLOS, com exceção de algumas modalidades outrora identificados como Latossolos plínticos.

Os LATOSSOLOS, no Estado da Paraíba, ocupam uma área de 54.570,00 ha e representam 0,97% de todos os solos da superfície levantada.

- Luvissolos

São solos minerais não hidromórficos que apresentam horizonte B textual de argilas de alta atividade e saturação de bases, situado imediatamente abaixo de horizonte A ou E.

Os Luvissolos quase sempre são pouco profundos e apresentam sequência de horizontes A, Bt e C. ocorre diferenciação entre os horizontes A e Bt nítida, decorrente do contraste da textura, cor e/ou estrutura entre eles. A forma de transição do horizonte A para o Bt é clara ou abrupta, sendo esta última mais expressiva. A drenagem vai de bem a imperfeitamente drenados.

Na parte superficial, podem ocorrer pedregosidade. Por sua vez, na parte subsuperficial, podem ou não aparecer o caráter solódico ou sódico.

A coloração do horizonte Bt pode se mostrar avermelhada, amarelada e com menos frequência brunada ou acinzentada.

A estrutura normalmente é em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou ainda prismática, composta por blocos angulares e subangulares.

Quimicamente, variam de moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixo ou até nulos e com valores elevados para a relação molecular Ki no horizonte Bt, entre 2,4 e 4,0 que expressam presença de quantidades variáveis, porém expressivas de argilominerais do tipo 2:1.

Sintetizando, os Luvissolos são solos minerais com B textual, argila de alta atividade e saturação por bases alta na maior parte dos 100 cm do horizonte B (inclusive BA), logo abaixo de qualquer tipo de horizonte A, exceto A chernozênico, ou sob horizonte E, desde que atenda aos requisitos a seguir:

- horizonte glei, caso ocorra, terá de ficar abaixo do horizonte B textual e ter início após 50 cm de profundidade e não coincidir com a parte superficial deste horizonte; e
- horizontes plíntico, vértico ou plânico, se presentes, não podem estar acima nem serem coincidentes com a parte superficial do horizonte B textual.

Os LUVISSOLOS enquadram os solos anteriormente classificados pela EMBRAPA como: Brunos não Cálcicos, Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos com argila de alta atividade, Podzólicos Bruno-Acinzentados Eutróficos e alguns Podzólicos Vermelho-Escuros com argila de alta atividade.

No levantamento dos solos do Estado da Paraíba, elaborado pela EMBRAPA em 1971, os LUVISSOLOS somam 1.295.787,50 ha que representam 22,99 % da área do Estado.

- Neossolos

São solos formados por materiais minerais ou orgânicos, pouco espessos, sem expressões relevantes de ações de processos pedogenéticos, mesmo porque a respectiva intensidade é insuficiente para ocasionar modificações significativas nos materiais desses solos, em razão da resistência dos materiais ao intemperismo, composição químico-mineralógica e fatores

como o relevo e também clima e tempo, os quais atuam no sentido de limitar a evolução do solo.

Os NEOSSOLOS apresentam sequência de horizontes A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C sem atender, evidentemente, requisitos que os enquadrem nas classes dos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos. Diversos tipos de horizontes superficiais, até mesmo o horizonte 0 com menos de 20 cm de espessura, se sobrejacente à rocha ou horizonte A único ou proeminente com mais de 50 cm quando acima da camada R, C ou Cr, nos NEOSSOLOS.

Certos NEOSSOLOS podem apresentar um horizonte B, porém não terá expressão muito fraca dos atributos (cor, estrutura ou concentração de minerais secundários e/ou colóides) e espessura muito pequena, evidentemente sem enquadramento a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Afora o que já dito, os NEOSSOLOS devem atender aos seguintes critérios:

a) ausência de horizonte glei imediatamente abaixo do A dentro de 150 cm a partir da superfície, a não ser no caso de solos de textura arenosa (areia ou areia franca) e sem materiais primários intemperizáveis;

b) ausência de horizonte plíntico dentro de 40 cm ou dentro de 150 cm a partir de superfície se imediatamente abaixo de horizontes A ou E ou antecedidos de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosquedos abundantes;

c) Ausência de horizonte A chernozênico com caráter carbonático ou conjugado com horizonte C cálcico ou com caráter carbonático; e

d) Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A.

Pertencem também à classe dos NEOSSOLOS solos com horizonte A hístico com menos de 20 cm de espessura seguidos de camada (s) com 90% ou mais (expresso em volume) de fragmentos de rocha ou do material de origem, independentemente de sua resistência ao intemperismo.

Os NEOSSOLOS enquadram solo classificados anteriormente pela EMBRAPA como: Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas (Distróficas, Marinhas e Hidromórficas). Engloba, também, solos com horizonte A húmico ou A proeminente, com espessura superior a 50 cm, seguido por contato lítico ou lítico fragmentário com sequência de horizontes A, C ou A Cr.

No Estado da Paraíba, segundo o levantamento da EMBRAPA, básico para este estudo, os NEOSSOLOS somam 2.575.472,50 ha que representem 45,68% da área objeto deste trabalho.

- Nitossolos

Compreendem solos minerais que apresentem horizonte B nítico. A textura é argilosa ou muito argilosa (os teores de argila são iguais ou até maiores que 350g kg^{-1} de TFSA) desde a superfície. Apresentam estrutura na forma de blocos subângulares ou angulares ou prismática, moderada ou forte. Também expressam cerosidade e/ou superfície compressivas nas faces dos agregados e/ou caráter retrátil. O gradiente textural é igual ou inferior 1,5. A classe não apresenta acréscimo significativo no teor de argila com a profundidade, como acontece no horizonte B textual, no entanto, a diferenciação de horizontes é bem menos acentuada que nos

Argissolos. A transição de A para B é clara ou gradual e nos subhorizontes do B gradual ou difusa. Os solos são profundos, bem drenados com coloração variando de vermelha a brunada.

No que tange à parte química, são solos com pH de moderadamente ácidos a ácidos, apresentam-se com argila de baixa atividade ou com caráter alítico conjugado com argila de alta alividade e com composição caulínico-oxídica. O caráter alítico apresenta mineralogia de argila com presença de argilominerais 2:1 com hidroxi-AL entre- camadas (VHE e EHE). O horizonte A pode ser de qualquer tipo.

A distinção entre Nitossolos e Argilossos Vermelhos ou Vermelho Amarelos, quando são coincidentes nas demais situações é realizada pela policromia, como veremos a seguir.

Os NITOSSOLOS, praticamente, não apresentam policromia acentuada no perfil, devendo atender aos seguintes critérios de cores:

a) Solos apresentando cores dos horizontes A e B, exceto BC, dentro de uma mesma página de matiz, são permitidas variações de no máximo 2 unidades para valor e/ou 3 unidades para croma;

b) Nos solos que nos horizontes A e B exceto BC, apresentam cores em duas páginas de matiz, admite-se variação de ≤ 1 unidade de valor e ≤ 2 unidades de cromas.

c) Quando as cores dos horizontes A e B, exceto BC, estão em mais de duas páginas de matiz, não é admissível variação de valor e é permitido apenas variação de ≤ 1 unidade de croma.

Os NITOSSOLOS enquadram os solos classificados, na maioria, como Terra Roxa Estruturada, Terra Roxa Estruturada Similar, Terra Bruna Estruturada, Terra Bruna Estruturada Similar e alguns Podzólicos Vermelho-Escuros e Podzólicos Vermelho-Amarelos.

Os NITOSSOLOS no Estado da Paraíba, segundo o levantamento da EMBRAPA (1971), perfazem 21.750,00 ha que correspondem a 0,39% da área do Estado.

- Organossolos

Esses solos são pouco evoluídos e tem como característica básica sua formação predominantemente à base de material orgânico. Possuem coloração escura, geralmente, preta ou cinzenta e às vezes brunada, o que não deixa de ser esperado, devido à acumulação de resíduos vegetais, em variáveis condições de decomposição da matéria orgânica, sob condições de má drenagem ou de estarem presentes em ambientes úmidos e fs, em altitudes elevadas, os quais estejam saturados com água, mesmo que por pouco tempo, durante o período chuvoso.

Os locais de sua formação são de clima tropical e com hidromorfia, em regiões costeiras, em deltas e ambientes lacustres. Também em clima frio e úmido e com vegetação alto-montana.

O horizonte hístico acontece quando as condições ambientais geram anaerobiose, porém, se a drenagem for livre, ocorre o horizonte 0.

O material de origem orgânico em vários estágios de decomposição está associado ao material mineral de granulometria variável.

Em ambientes em que o lençol freático permanece elevado, na maior parte do ano, a mineralização da matéria orgânica é restrita e em decorrência, fica restrito o desenvolvimento

pedogenético. Por sua vez, em clima úmido, frio e de vegetação alto-montana a baixa temperatura reduz a atividade biológica. Nesses ambientes, o distrofismo e a acidez elevada reduzem a transformação da matéria orgânica.

Normalmente, são solos fortemente ácidos, com alta capacidade de troca de cáltions e baixa saturação de bases, raramente ocorrendo saturação média ou alta.

Pode acontecer horizonte sulfúrico, materiais sulfídricos, caráter sálico e propriedade sódica ou solódica, recobertos por camada pouco espessa (<40 cm de espessura) de material mineral.

A degradação dos Organossolos é dependente da composição do material vegetal, a espessura dos materiais orgânicos depositados, as condições de clima e hidromorfismo e a intensidade de manejo-drenagem, calagem e adubação.

Os critérios relativos a altos teores Al no solo (maior que $4cmol_C Kg^{-1}$ de TFSA; caracteres alumínico e alítico) ou de saturação por Al (caráter álico) não podem ser utilizados para horizontes orgânicos, posto que a metodologia aplicada para solos minerais é inadequada para Organossolos subestimando o efeito da toxidez do Al (PEREZ et. al., 2009).

Os ORGANOSSOLOS apresentam domínio de material orgânico em mistura com maior ou menor proporção de material mineral e devem satisfazer a, pelo menos, um dos seguintes requisitos:

a) 60 cm ou mais de espessura se 75% (expresso em volume) ou mais do material orgânico for representado por tecido vegetal na forma de ramos finos, fragmentos de troncos, raízes finas, cascas de árvores, excluindo partes vivas; ou

b) solos saturados com água no máximo por 30 dias, consecutivos por ano, quando do período mais chuvoso, com horizonte O hístico, apresentando as seguintes espessuras:

i – 20 cm ou mais, se sobrejacente a um contato lítico ou lítico fragmentáRio ou a um horizonte ou camada formado por 90% ou mais (em volume) de material mineral com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus, matacões); ou

ii – 40 cm ou mais quando sobrejacente a horizontes A, B ou C; ou

c) Solos saturados com água na maior parte do ano e na maioria dos anos, a menos que artificialmente drenados. Apresentando horizonte H hístico, com espessura de 40 cm ou mais que se estendendo em seção única a partir da superfície, quer tomado, cumulativamente, dentro dos 80 cm a partir da superfície

Os ORGANOSSOLOS na atual classificação engloba os antigos solos Orgânicos, Semiorgânicos, Solos Tiomórficos de constituição orgânica ou semiorgânica e parte dos solos Litólicos com horizonte 0 hístico com 20 cm ou mais de espessura.

No Estado da Paraíba, os ORGANOSSOLOS não são expressivos. Somam apenas 1.280,00 ha que representam somente 0,02% de área do Estado.

- Planossolos

São solos minerais com o horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, normalmente de textura leve (arenosa), contrastando de forma abrupta com um horizonte B imediatamente subjacente compacto, muito adensado, com elevada concentração de argila, podendo gerar um

horizonte pã. A permeabilidade é lenta ou muito lenta, causando nos PLANOSSOLOS, saturação de água superficial. Evidentemente, são imperfeitamente ou mal drenados.

Os PLANOSSOLOS apresentam qualquer tipo de horizonte A, seguido de horizonte E ou não, imediatamente acima de B plânico. A sequência normal de horizontes é a seguinte: A, AB ou A, E (álbico ou não) ou Eg, sequenciados por Bt, Btg, Btn ou Btng.

A característica morfológica mais expressiva nos PLANOSSOLOS é a mudança textural abrupta que ocorre entre o horizonte A ou E e o horizonte B, ou com transição abrupta conjugada com acentuada diferença de textura de A para B. Ocorrência notável, nos solos quando secos, é a exposição de um contato paralelo à disposição dos horizontes, gerando limite drástico, configurando um faturamento bem nítido entre o horizonte A ou E e o B.

A estrutura do horizonte B é, quase sempre, forte, grande e em blocos angulares, com aspectos cúbicos, ou ainda estrutura colunar e prismática, pelo menos na parte superior do referido horizonte. Geralmente, a consistência é dura ou extremamente dura para o solo em Estado seco.

Normalmente, um ou mais horizontes subsuperficiais mostram-se adensados, podendo apresentar teores elevados de argila dispersa, formando, às vezes um horizonte pã, condição que responde pela restrição à percolação de água, independentemente da posição do lençol freático. Isto ocasiona retenção de água por algum tempo acima do horizonte B, o que se reflete em feições associadas a excesso de umidade.

A influência do comportamento da água no solo proporciona cores pouco vivas, geralmente acinzentadas ou escurecidas, com a possibilidade de predominância de cores neutras de redução, as quais, inclusive, podem apresentar mosqueados, conforme especificado para o horizonte B plânico.

Os solos de classe dos PLANOSSOLOS podem ou não apresentar horizonte cálcico, caráter carbonático, duripã, propriedade sódica, solódica, características de salino ou sálico. Podem se mostrar com plintita, porém em quantidade ou em situação não diagnóstica suficiente para conduzí-lo à classe dos PLINTOSSOLOS.

Os PLANOSSOLOS ocorrem, geralmente, em áreas de relevo plano ou suave ondulado e quando as condições ambientais e do própRio solo induzem a deposição temporária e vigência anual periódica de excesso de água, embora que de curta duração, geralmente, em regiões caracterizadas por estiagens prolongadas, inclusive sob condições de semiaridez.

Em áreas de baixadas, várzeas e depressões sob condição de clima úmido, referidos solos são verdadeiramente hidromórficos, com horizonte plânico apresentando, por coincidência, características de horizonte glei. Em regiões semiáridas e também em áreas onde o excesso de água acontece por um período curto, quando o relevo é do tipo suave ondulado, esses solos não alcançam a condição de hidromórficos.

Resumindo, são solos minerais com horizonte superficial A ou E sequenciado de horizonte B plânico. Horizonte plânico sem caráter sódico perde em precedência taxonômica para o horizonte plíntico.

Os PLANOSSOLOS identificados na área do estudo foram os PLANOSSOLOS HÁPLICOS, Eutróficos e Distróficos e PLANOSSOLOS Nátricos Órticos.

Os PLANOSSOLOS incluem os solos que na classificação anterior da EMBRAPA eram tidos como PLANOSSOLOS, SOLONETZ-SOLODIZADOS e parte dos HIDROMÓRFICOS CINZENTOS.

Na área levantada (Estado da Paraíba), eles somam um total de 367.050 ha, equivalentes a 6,51% de todas as classes presentes.

- Vertissolos

São solos minerais dotados de horizonte vértico (entre 25 e 100 cm de profundidade) com baixíssima variação textural ao longo do perfil, sempre insuficiente para caracterizar um B textural. Apresentam considerado aumento de volume, se existir elevação do teor de umidade e devem atender ainda, os seguintes requisitos:

- Fendas verticais no período seco, com pelo menos 1 cm de largura e 50 cm de profundidade. Nos solos rasos, o limite de profundidade das fendas é de aproximadamente 30 cm;
- O coeficiente de expansão linear dos solos em áreas irrigadas ou mal drenadas terá de ser além de 0,06 ou a expansibilidade linear é igual ou superior a 6 cm;
- Nos 20 cm superficiais do solo, após misturado, o teor mínimo de argila é de 30%;
- Não é permitida a presença de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico, acima do horizonte vértico; e
- Ausência de contato lítico ou horizonte petrocálcico, ou duripã, dentro dos primeiros 30 cm de profundidade do solo.

Os VERTISSOLOS, quando umedecidos ao apresentarem aumento de volume, geram movimentação da massa do solo, dando origem a formas de superfícies de fricção, conhecidas como slikensides. Também favorecem o surgimento de micro relevo gilgai e estruturas cuneiformes. A presença significativa de argilas expansíveis ou mistura dessas com outros tipos de argilominerais, conduzem os solos, quando molhados, à situação de muito plásticos e muito pegajosos.

Apresentam sequência de horizontes A-Cv, A-Bv-C ou A-Biv-C. São solos pouco profundos a profundo, embora possam ser rasos. No que se refere à cor, normalmente, são escuros ou acinzentados, podendo se mostrar amarelados ou avermelhados. A parte correspondente ao horizonte superficial, que já sofreu transformação suficiente, de modo a não ser considerada como saprólito (Cv, Ck, Crk, etc), possui estrutura prismática composta de blocos, ou a estrutura é quase sempre prismática composta de blocos angulares, subangulares ou cuneiformes e/ou paralelepipédicas. A textura é argilosa ou muito argilosa, podendo até ser média (com um conteúdo mínimo de argila de 300 gKg^{-1}, nos horizontes superficiais. Quanto à consistência, mostra-se muito duro ou extremamente duro (solo seco), firme e extremamente firme (solo úmido) e muito plástico e muito pegajoso (solo molhado), como fora dito antes. São imperfeitamente ou mal drenados.

Fisicamente, quando úmidos, tem permeabilidade à água muito lenta.

Quimicamente, apresentam elevada capacidade de troca de cátions, alta saturação por bases (>50%), teores altos de cálcio e magnésio e alta relação Ki (>2,0). Na maioria dos casos, o pH é neutro com tendência a alcalino, mas admite se mostrar moderadamente ácido.

Os VERTISSOLOS são desenvolvidos, principalmente, em ambientes de bacias sedimentares ou a partir de sedimentos onde predominam materiais de granulometria fina com altos teores

de cálcio e magnésio ou, ainda, diretamente de rochas básicas ricas dos referidos elementos químicos.

Os VERTISSOLOS são ocorrentes em diversos tipos de climas, dos mais úmidos (desde que apresentem uma estação seca definida) aos mais secos, como nas bacias sedimentares da região semiárida do Nordeste do Brasil. No que concerne ao tipo de relevo, aparecem sempre em áreas aplainadas ou pouco movimentadas. Em áreas movimentadas, como encostas e topos de serras ou serrotes, ocorrem com raridade.

Na taxonomia, prevalecem as características do horizonte vértico, embora os solos apresentem horizonte glei, cálcico, duripã, caráter solódico, sódico, salino ou sálico.

Os solos intermediários para vertissolos apresentam horizonte vértico, mas não atendem a definição dessa classe, pois os atributos identificadores (fendas, slikensides, estruturas cuneiformes e/ou paralelepipédicas não são suficientes em quantidade e expressão, para caracterizar o horizonte vértico.

Na classe dos VERTISSOLOS, estão incluídos os hidromórficos, na mais recente classificação da EMBRAPA.

Na área deste estudo, os VERTISSOLOS participam com 178.625,00 ha equivalentes a 3,16% da superfície total do Estado da Paraíba.

2.5.2.3 Participação da Classe de Solos

Neste item, serão quantificadas as áreas de cada classe de solo que ocorrem no Estado da Paraíba, conforme constante no levantamento base adotado para este estudo, ou seja, o mapeamento em termos de exploratório – reconhecimento realizado pela EMBRAPA em 1971.

Serão somadas as superfícies de unidades de solos individuais e/ou participantes de associações pertencentes a cada classe de solo. Portanto, apresentaremos, por meio da tabela a seguir, a totalidade de cada classe de solo e seu respectivo percentual.

Participação individualizada dos solos e seus respectivos percentuais

Ordens e/ou subordens	Área (ha)	%
Argissolos	747.685,00	13,26
Latossolos	54.570,00	0,97
Cambissolos	25.075,00	0,44
Planossolos	367.050,00	6,51
Luvissolos	1.295.787,50	22,99
Gleissolos	5.120,00	0,09
Espodossolos	76.425,00	1,36
Nitossolos	21.750,00	0,39
Organossolos	1.280,00	0,02
Vertissolos	178.625,00	3,16
Neossolos Litólicos	2.300.272,50	40,80
Neossolos Regolíticos	181.525,00	3,22
Neossolos Quartzarênicos	60.612,50	1,07
Neossolos Flúvicos	33.062,50	0,59
Solos de Mangues	14.000,00	0,25

Ordens e/ou subordens	Área (ha)	%
SUBTOTAL	**5.362.840,00**	**95,12**
Afloramento de Rochas	263.860,00	4,69
Águas	10.500,00	0,19
TOTAL	**5.637.200,00**	**100,00**

2.5.2.4 Legenda de Identificação e Classificação Atualizada dos Solos

LVAd1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia.

LVAd2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

LVAe1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A fraco, textura argilosa, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

LVAe2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

LVAe3 - Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, fase relevo plano e caatinga hipoxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase concrecionária, relevo ondulado e caatinga hipoxerófila (60%) e (40%)

PVAd1 - ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo forte ondulado e montanhoso e floresta subperenifólia.

PVAd2 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, com fragipã, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia.

PVAd3 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e cerrado e ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico fragipânico, textura indiscriminada, fase relevo plano e cerrado + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico, fase relevo plano e cerrado (65%) e (35%)

PVAd4 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e transição floresta subperenifólia cerrado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico, fase relevo plano e cerrado (40%), (30%) e (30%)

PVAd5 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico, fase relevo plano e cerrado (50%), (30%) e (20%)

PVAd6 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrúptico, com fragipã, textura argilosa, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

PVAe1 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média a argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e floresta caducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia. (60%) e (40%)

PVAe2 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média a argilosa, fase relevo ondulado e caatinga hipoxerófila.

PVAe3 - Associação de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média a argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e

granito e caatinga hipoxerófila. (55%) e (45%)

PVAe4 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média a argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO REGOLITÓLICO Eutrófico fragipânico, A fraco, textura arenosa, fase relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa, e relevo forte ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila. (45%), (30%) e (25%)

PVAe5 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura argilosa, cascalhenta, fase relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, raso, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila. (40%), (35%) e (25%)

PVAe6 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHAS. (55%), (30%) e (15%)

PVAe7 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia. (80%) e (20%).

PVAe8 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico, com fragipã, textura argilosa, fase relevo suave ondulado e floresta subcaducifólia.

PVAe9 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico plintossólico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e floresta caducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa fase relevo suave ondulado e floresta caducifólia. (50%), (30%) e (20%).

PVAe10 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico plintossólico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e relevo suave ondulado, substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila. (65%) e (35%).

PVAe11 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico A proeminente, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A proeminente, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado a montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subperenifólia. (65%) e (35%).

PVAe12 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo ondulado e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito floresta subcaducifólia. (70%) e (30%).

PVAe13 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A proeminente, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subcaducifólia. (80%) e (20%).

PVAe14 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo ondulado e floresta subcaducifólia +

NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia. (60%) e (40%).

NVe1 - Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, fase relevo ondulado e floresta subcaducifólia + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia. (65%) e (35%).

NVe2 - Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A proeminente, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subperenifólia + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia. (40%), (30%) e (30%).

TCo1 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila (60%) e (40%).

TCo2 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila (45%), (40%) e (15%).

TCo3 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila (55%) e (45%).

TCo4 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico planossólico, fase relevo suave ondulado e ondulado e floresta caducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, A fraco relevo suave ondulado e floresta caducifólia (50%), (25%) e (25%).

TCo5 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico planossólico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, A fraco relevo suave ondulado e floresta caducifólia (50%), (25%) e (25%).

TCo6 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila (70%) e (30%).

TCo7 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado a ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (60%) e (40%).

TCo8 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (35%) e (15%).

TCo9 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico,

A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (30%) e (20%).

TCo10 - Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (50%), (25%) e (25%).

CXbe1 - Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, A fraco, textura média, fase relevo forte ondulado e substrato granito e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A proeminente textura argilosa, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subcaducifólia. (60%) e (40%).

CXbe2 - Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, A fraco, textura média, fase relevo forte ondulado e substrato granito e floresta caducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hipoxerófila. (50%), (25%) e (25%).

CXbe3 - Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, A fraco, textura média, fase relevo forte ondulado e substrato granito e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila. (60%) e (40%).

VEo1 - VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase relevo ondulado e floresta caducifólia.

VEo2 - Associação de VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hipoxerófila. (45%), (30%) e (25%).

VEo3 - Associação de VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (50%), (30%) e (20%).

VEo4 - Associação de VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura indiscriminada, fase pedregosa e rochosa e relevo plano a suave ondulado e substrato arenito e folhelho e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila. (50%), (20%), (15%)e (15%).

SXk - Associação de PLANOSSOLO HÁPLICO Carbonático solódico, A fraco, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico plintossólico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hipoxerófila. (70%) e (30%).

SNo1 - Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico

típico, A fraco, textura média e/ou arenosa, fase pedregosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + PLANOSSOLO HÁPLICO Carbonático solódico, A fraco, fase relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila. (45%), (35%) e (20%).

SNo2 - Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (65%) e (35%).

SNo3 - Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (30%) e (20%).

SNo4 - Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura indiscriminada, fase pedregosa e rochosa e relevo plano e suave ondulado e substrato arenito e folhelho e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila. + VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila. (35%), (25%), (20%) e (20%).

SM - SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUES hidromóficos, textura indiscriminada, relevo plano e vegetação floresta permanente de mangues.

GXbd - Associação de GLEISSOLO HÁPLICO Tb distróficos típicos, textura indiscriminada, fase relevo plano e floresta perenifólia de várzeas + ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico típico, fase relevo plano e campos de várzeas. (80%) e (20%).

EKg - Associação de ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico típico, fase relevo plano e cerrado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e cerrado. (70%) e (30%).

RYve - NEOSSOLOS FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e floresta perenifólia de várzea.

RLe1 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato filtro e xisto e caatinga hiperxerófila.

RLe2 - NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado a montanhoso e substrato filtro e xisto e caatinga hiperxerófila.

RLe3 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado a montanhoso e substrato biotita e xisto e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (85%) e (15%).

RLe4 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado a montanhoso e substrato biotita e xisto e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (70%) e (30%).

RLe5 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (85%) e (15%).

RLe6 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato biotita e xisto e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (65%) e (35%).

RLe7 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia + AFLORAMENTOS DE ROCHA + LUVISSOLO

CRÔMICO Órtico planossólico, fase relevo ondulado e forte ondulado e floresta caducifólia. (65%), (20%) e (15%).

RLe8 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (85%) e (15%).

RLe9 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%), (35%) e (15%).

RLe10 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, A fraco, fase relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila. (65%) e (35%).

RLe11 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hipoxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (55%), (25%) e (20%).

RLe12 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, raso, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hipoxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (60%), (20%) e (20%).

RLe13 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico, típico, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila. (70%) e (30%).

RLe14 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, raso, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (60%), (25%) e (15%).

RLe15 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo forte ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (35%) e (15%).

RLe16 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (60%), (25%) e (15%).

RLe17 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (60%) e (40%).

RLe18 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (60%)

e (40%).

RLe19 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (55%) e (45%).

RLe20 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%) e (50%).

RLe21 - Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato quartzito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%) e (50%).

RRd - NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico, fase relevo suave ondulado e floresta caducifólia.

RRe1 - Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico, fase relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila. (60%) e (40%).

RRe2 - Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, fase relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila. (80%) e (20%).

RRe3 - Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, fase relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hipoxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hipoxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%), (25%) e (25%).

RRe4 - Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (80%) e (20%).

RRe5 - Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, fase relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (40%), (35%) e (25%).

RRe6 - Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico, fase relevo suave ondulado e caatinga hipoxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hipoxerófila. (70%) e (30%).

RQo1 - Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, fase relevo plano e cerrado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, com fragipã, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico típico, fase relevo plano e cerrado. (45%), (35%) e (20%).

RQo2 - Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, fase relevo plano + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico típico, fase relevo plano e campos de restinga e floresta perenifólia de restinga. (60%) e (40%).

RQo3 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico.

Obs: RQo3 corresponde a areias quartzosas marinhas (dunas).

Tabela 2.52 - Distribuição das Unidades e Associações de Solos

Símbolos	Áreas (ha)	Percentuais (%)
Unidades		
LVAd1	3.550	0,06
LVAd2	3.750	0,07
LVAe1	11.250	0,20
LVAe2	4.250	0,08
PVAd1	6.500	0,11
PVAd2	5.550	0,10
PVAd6	26.000	0,46
PVAe2	35.000	0,62
PVAe8	16.825	0,30
VEo1	13.750	0,24
RYve	15.000	0,27
RLe1	187.050	3,32
RLe2	189.250	3,36
RRd	61.000	1,08
RQo3	5.675	0,10
SM	14.000	0,25
Associações		
LVAe3	6.325	0,11
PVAd3	82.500	1,46
PVAd4	50.500	0,90
PVAd5	65.750	1,17
PVAe1	11.250	0,20
PVAe3	159.000	2,82
PVAe4	52.750	0,94
PVAe5	250.250	4,44
PVAe6	21.500	0,38
PVAe7	6.500	0,11
PVAe9	25.750	0,46
PVAe10	28.500	0,51
PVAe11	46.250	0,82
PVAe12	41.650	0,74
PVAe13	44.000	0,78
PVAe14	26.250	0,47
NVe1	16.750	0,30
NVe2	12.500	0,22
TCo1	551.500	9,78
TCo2	165.000	2,93
TCo3	23.250	0,41
TCo4	214.500	3,81
TCo5	54.000	0,96
TCo6	98.750	1,75
TCo7	357.750	6,35
TCo8	189.000	3,35
TCo9	192.500	3,41
TCo10	369.750	6,56

Símbolos	Áreas (ha)	Percentuais (%)
CXbe1	13.250	0,23
CXbe2	7.250	0,13
CXbe3	22.500	0,40
VE02	28.250	0,50
VE03	34.500	0,61
VE04	69.750	1,24
SXk	8.750	0,15
SNo1	32.750	0,58
SNo2	204.500	3,63
SNo3	74.250	1,32
SNo4	38.000	0,67
GXbd	6.400	0,11
EKg	27.500	0,49
RLe3	102.750	1,82
RLe4	31.000	0,55
RLe5	3.000	0,05
RLe6	24.750	0,44
RLe7	37.500	0,67
RLe8	87.500	1,55
RLe9	104.000	1,84
RLe10	49.500	0,88
RLe11	13.250	0,23
RLe12	23.750	0,42
RLe13	19.250	0,34
RLe14	32.000	0,57
RLe15	20.500	0,36
RLe16	33.050	0,59
RLe17	32.500	0,58
RLe18	339.000	6,01
RLe19	18.200	0,32
RLe20	39.250	0,70
RLe21	26.000	0,46
RRe1	27.500	0,49
RRe2	35.750	0,63
RRe3	26.050	0,46
RRe4	26.625	0,47
RRe5	21.250	0,38
RRe6	2.750	0,05
RQo1	113.750	2,02
RQo2	6.250	0,11
ÁGUA	10.500	0,19
TOTAL	**5.637.200**	**100**

A **Figura 2.128** apresenta o mapa de classificação pedológica dos solos do Estado da Paraíba, com a nomenclatura atualizada segundo a EMBRAPA 2018.

2.5.2.5 Potencialidade, Aptidão Agrícola e Manejo dos Solos

No que tange ao potencial dos solos, aplicamos três situações: bom, regular e baixo; e a respeito da aptidão agrícola consideramos, além do potencial do solo, as características das culturas e o aspecto topográfico.

Quanto ao manejo, levaremos em conta as características morfológicas, propriedades físicas e químicas do solo, a topografia da área (tipo de relevo e declividade) e as culturas a serem exploradas.

Os solos que apresentam bom potencial agrícola, na área do Estado da Paraíba são: Latossolos, Argissolos, Nitossolos e Neossolos Flúvicos (aluviões).

Os Neossolos Flúvicos ocorrem em áreas planas, por sua vez, os demais solos de bom potencial podem ocupar relevos desde planos a montanhosos. Para as áreas de relevo forte, ondulado e montanhoso, recomenda-se mantê-las como reserva vegetal, podendo, no entanto, em caso de reflorestamento, serem empregadas espécies arbóreas frutíferas, desde queambientalmente adaptadas. Nas áreas de relevo ondulado, os referidos solos poderão ser explorados com culturas, porém os cuidados com a erosão deverão ser intensos. Nessas áreas, é aconselhável o cultivo de espécies arbóreas ou culturas que ocupem toda a superfície do solo. No caso do cultivo de espécies arbóreas, sugerimos que as limpas do cultivo (capinas) fiquem restritas às áreas de projeção da copa das árvores. O espaço entre as espécies deve, apenas, sofrer um roço rasteiro.

O material resultante do referido roço pode ser recolhido e triturado, se possível, e submetido a um processo de degradação orgânica e voltar, posteRiormente, ao solo como forma de adubo e também, para reter por maior tempo, a umidade do terreno sob a copa das árvores.

A calagem para a correção do pH, se necessária, será feita por ligeira movimentação superficial do solo próximo a planta, e, em seguida, aplicase o calcário. A adubação química deve ser processada, no mínimo, 30 dias após a calagem, se tiver havido alguma precipitação pluviométrica ou se a área for explorada com irrigação. No caso da exploração com cultura arbórea, o método da irrigação indicado seria a microaspersão. São culturas exploráveis, dentre outras: abacate, manga, graviola, goiaba, citrus, sapoti etc.

Caso o proprietário opte por outros tipos de culturas, são recomendadas aquelas que protejam a superfície do solo como cana, feijão, soja, girassol e alguns tipos de hortaliças. Nesses casos, a correção do pH será antecipada de uma leve gradagem superficial, antes da aplicação do calcário. O processo de irrigação pode ser a aspersão ou a microaspersão, dependendo da cultura a explorar. Qualquer mecanização agrícola deve obedecer as curvas de níveis do terreno, mesmo a gradagem leve.

Nas áreas de relevo suave, ondulado ou plano, a mecanização pode ser a aradagem e a gradagem. Para a primeira situação, a mecanização deve ser elaborada segundo o sentido das curvas de níveis. Mesmo nessas áreas, se a exploração for de culturas arbóreas, as limpas do terreno devem obedecer o que fora recomendado antes. Nos terrenos planos, a mecanização apenas deverá considerar o sistema radicular das culturas.

Na situação das áreas do terreno suave ondulado, qualquer método de irrigação pode ser adotado, desde que não seja gravitáRio. Quanto às culturas, todas adaptadas ou adaptáveis à região, podem ser exploradas. Hortaliças, fruteiras, graníferas, tubérculos, fibrosas etc. Nos terrenos planos ocupados por Neossolos Flúvicos, até os métodos gravitários poderão ser adotados. Nesse caso, a limitação do método gravitáRio será a permeabilidade elevada que o solo possa apresentar.

Os solos considerados de potencial agrícola médio foram os Luvissolos os Cambissolos e os Vertissolos. Esses solos apresentam limitações para exploração de determinadas culturas e para mecanização agrícola, principalmente. Na maioria deles, a exploração agrícola é restrita a culturas do período chuvoso. Impedimentos como pedregosidade, profundidade, mudança textural abrupta, plasticidade e pegajosidade excessivas impedem a utilização de tecnologia avançada pela obtenção de altas produtividades.

Apesar do exposto acima, apresentam propriedade químicas satisfatórias e permitem a exploração de algumas culturas regionais como o milho, o feijão, o algodão e a palma forrageira, além de alguns tipos de gramíneas no período chuvoso. Nos Vertissolos, é possível o cultivo do arroz e do algodão.

O processo de manejo das culturas nesses solos é resumido a limpas manuais dos plantios (capinas).

Os solos de baixa potencialidade agrícola, no Estado da Paraíba, são representados pelos Neossolos Regolíticos. São solos arenosos, fertilidade muito baixa, ácidos e fortemente ácidos, praticamente sem matéria orgânica, baixa retenção de umidade e elevada permeabilidade. Em condições naturais, a aptidão cultural é restrita a culturas adaptadas como: mandioca, caju, coqueiro e poucas outras.

A exploração racional desses solos requer custos elevados com calagem, adubação organo-mineral e irrigação por microaspersão e, principalmente, gotejamento.

Os demais solos da Paraíba, predominantemente, não apresentam condições para o uso com cultivos racionais. O respectivo potencial agrícola é considerado inexpressivo. **Figura 2.129**

Registramos que se encontra em andamento o estudo de "Zoneamento do Potencial Pedoclimático para Culturas Agrícolas na Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba (ZON-PB)", coordenado pela EMBRAPA, tendo como participantes a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA).

Esse estudo terá como resultado:

- O levantamento de solos em termos de reconhecimento de alta intensidade e elaboração do mapa pedológico na escala 1:50,000;
- Mapas do potencial pedoclimático para as culturas de milho, sorgo, abacaxi e cana-de-açucar, em três cenários climáticos (anos secos, anos regulares e anos chuvosos) e em dois sistemas de manejos (manejo B – média tecnologia e manejo C – alta tecnologia);
- Mapas de potencial de terras para irrigação, mapas de uso e cobertura atual das terras, organização e disponibilização das informações geradas pelo zoneamento em um visualizador de zoneamentos (ViZon).

Quando da assinatura do Contrato (05/2017), os trabalhos deveriam ser concluídos em outubro do ano de 2019.

39°0'W
38°0'W
37°0'W
36°0'W
35°0'W
6°0'S
7°0'S
8°0'S
N
RIO GRANDE DO NORTE
CEARÁ
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Sousa
Pombal
Cajazeiras
São Bento
Patos
Monteiro
Esperança
Campina Grande
Queimadas
Guarabira
Mamanguape
Sapé
Santa Rita
Bayeux
João Pessoa
Cabedelo
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM SIRGAS 2000
20 10 0 20 40 Km
1:500.000
1: 200.000.000
Fontes:
Divisões Políticas e Sedes Municipais: IBGE (2017)
Bacias e sub-bacias hidrográficas: Adaptado de ANA (2018) e AESA (2006)
Classificação de Solos: Embrapa (2018)

Convenções Cartográficas
- Limites Estaduais
- Estado da Paraíba
- Bacias hidrográficas
- Capital
- Sedes Municipais

NVe1 Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, fase relevo ondulado e floresta subcaducifólia + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia. (65%) e (35%).

NVe2 Associação de NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A proeminente, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subperenifólia + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia. (40%), (30%) e (30%).

TCo1 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa a rochosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila (60%) e (40%).

TCo2 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito + caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (30%) e (20%).

TCo3 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa a rochosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila (50%), (25%) e (25%).

TCo4 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico planossólico, fase relevo suave ondulado e ondulado e floresta caducifólia + NEOSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A moderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, A fraco relevo suave ondulado e floresta caducifólia (50%), (25%) e (25%).

TCo5 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico planossólico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hiperxerófila + NESSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, A fraco relevo suave ondulado e floresta caducifólia (50%), (25%) e (25%).

TCo6 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila (70%) e (30%).

TCo7 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado a ondulado substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (60%) e (40%).

TCo8 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (35%) e (15%).

TCo9 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa a rochosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila (50%), (30%) e (20%).

TCo10 Associação de LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (50%), (25%) e (25%).

CXbe1 Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, A fraco, textura média, fase relevo forte ondulado e substrato granito e floresta caducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A proeminente textura argilosa, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subcaducifólia. (60%) e (40%).

CXbe2 Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (25%) e (25%).

CXbe3 Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico, A fraco, textura média, fase relevo forte ondulado e substrato granito e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hiperxerófila. (60%) e (40%).

RRd NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico, fase relevo suave ondulado e floresta caducifólia.

RRe1 Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (60%) e (40%).

RRe2 Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragiláurico, fase e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (80%) e (20%).

RRe3 Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragiláurico, fase relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%), (25%) e (25%).

RRe4 Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragiláurico, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (80%) e (20%).

RRe5 Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragiláurico, fas e relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (40%), (35%) e (25%).

RRe6 Associação de NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragiláurico, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila. (70%) e (30%).

RQo1 Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, com fragipã, textura média, fase relevo plano e flor esta suberenifólia + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico típico, fase relevo plano e cerrado. (45%), (25%) e (20%).

RQo2 Associação de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, fase relevo plano + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico típico, fase relevo plano e campos de restinga e floresta perenifólia de restinga. (60%) e (40%).

RQo3 NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico.

VEo1 VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase relevo ondulado e floresta caducifólia.

VEo2 Associação de VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (45%), (30%) e (25%).

VEo3 Associação de VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (50%), (20%). (15%)e (15%).

VEo4 Associação de VERTISSOLO EBÂNICO Órtico típico, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura indiscriminada, fase pedregosa e rochosa e relevo plano a suave ondulado e substrato arenito e folhelho e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila. (50%), (30%) e (20%).

SXk Associação de PLANOSSOLO HÁPLICO Carbonático sódolico, A fraco, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico plintossólico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (70%) e (30%).

SNo1 Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura médi a, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média e/ou arenosa, fase pedregosa e relevo suave ondulado e substrato granito e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO HÁPLICO Carbonático sodólico, A fraco, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (45%), (35%) e (20%).

SNo2 Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (65%) e (35%).

SNo3 Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NESSOLO LITÓLICI Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + NESSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragiláurico, fase relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (30%) e (20%).

SNo4 Associação de PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%), (35%) e (15%).

SM SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUES Hidromórficos, textura indiscriminada, relevo plano e vegetação floresta permanente de mangues.

GXbd Associação de GLEISSOLO HÁPLICO Tb distróficos típicos, textura indiscriminada, fase relevo plano e floresta perenifólade várzeas + ORGANOSSOLO HÁPLICO Hêmico típico, fase relevo plano e campos de várzeas. (80%) e (20%).

EKg Associação de ORGANOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico típico, fase relevo plano e cerrado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e cerrado. (70%) e (30%).

RYve NEOSSOLOS FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e floresta perenifólia de várzea.

RLe1 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato filtro e xisto e caatinga hiperxerófila.

RLe2 NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado a montanhoso e substrato filtro e xisto e caatinga hiperxerófila.

RLe3 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado a montanhoso e substrato biotita e xisto e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (85%) e (15%).

RLe4 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado a montanhoso e substrato biotita e xisto e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (85%) e (15%).

RLe5 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (85%) e (15%).

RLe6 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato biotita e xisto e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, fase pedregosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (65%) e (35%).

RLe7 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia + AFLORAMENTOS DE ROCHA + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico planossólico, fase relevo ondulado e forte ondulado e floresta caducifólia. (65%), (20%) e (15%).

RLe8 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (85%) e (15%).

RLe9 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%), (35%) e (15%).

RLe10 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%) e (50%).

RLe11 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%), (25%) e (20%).

RLe12 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, raso, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (60%), (20%) e (20%).

RLe13 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico, típico, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila. (70%) e (30%).

RLe14 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, raso, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (60%), (25%) e (15%).

RLe15 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, fase pedregosa e relevo forte ondulado e caatinga hiperxerófila. (50%), (35%) e (15%).

RLe16 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (60%), (25%) e (15%).

RLe17 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila. (60%) e (40%).

RLe18 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (60%) e (40%).

RLe19 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (55%) e (45%).

RLe20 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo suave ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%) e (50%).

RLe21 Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato quartzito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA. (50%) e (50%).

LVAd1 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia.

LVAd2 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

LVAe1 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A fraco, textur a argilosa, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

LVAe2 LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

LVAe3 Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média, fase relevo plano e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase concrecionária, relevo ondulado e caatinga hiperxerófila (60%) e (40%)

PVAd1 ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo forte ondulado e montanhoso e floresta subperenifólia.

PVAd2 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, com fragipã, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia.

PVAd3 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e cerrado e ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico fragiláurico, textura indiscriminada, fase relevo plano e cerrado + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico, fase relevo plano e cerrado (65%) e (35 %)

PVAd4 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e transição floresta subperenifólia cerrado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico, fase relevo plano e cerrado. (40%), (30% e (30%)

PVAd5 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, fase relevo plano e floresta subperenifólia + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico arênico, fase relevo plano e cerrado (50%), (30%) e (20%)

PVAd6 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrúptico, com fragipã, textura arenosa, fase relevo plano e floresta subcaducifólia.

PVAe1 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média a argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e floresta caducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia. (60%) e (40%)

PVAe2 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média argilosa, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila.

PVAe3 Associação de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média a argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (55%) e (45%)

PVAe4 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média a argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO REGOLITÓLICO Eutrófico fragiláurico, A fraco, textura arenosa, fase relevo suave on dulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa, e relevo forte ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (45%), (30%) e (25%)

PVAe5 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura argilosa, cascalhenta, fase relevo suave ondulado e ondulado e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, raso, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (40%), (35%) e (25%)

PVAe6 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média cascalhenta, fase relevo ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHAS. (55%), (30%) e (15%)

PVAe7 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia. (80%) e (20%).

PVAe8 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico, com fragipã, textura argilosa, fase relevo suave ondulado e floresta subcaducifólia.

PVAe9 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico plintossólico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e floresta caducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa fase relevo suave ondulado e floresta caducifólia. (50%), (30%) e (20%).

PVAe10 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrúptico plintossólico, textura média, fase relevo plano e suave ondulado e caatinga hiperxerófila + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e relevo suave ondulado, substrato gnaisse e granito e caatinga hiperxerófila. (65%) e (35%).

PVAe11 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico A proeminente, textura argilosa, fase relevo forte ondulado e floresta subperenifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A proeminente, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado a montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subperenifólia. (65%) e (35%).

PVAe12 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo ondulado e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A moderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e substrato gnaisse e granito floresta caducifólia. (70%) e (30%).

PVAe13 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo ondulado e forte ondulado e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A proeminente, textura média, fase pedregosa e rochosa e relevo forte ondulado e montanhoso e substrato gnaisse e granito e floresta subcaducifólia. (80%) e (20%).

PVAe14 Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A proeminente, textura argilosa, fase relevo ondulado e floresta subcaducifólia + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, A oderado, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado e forte ondulado e substrato gnaisse e granito e floresta caducifólia. (60%) e (40%).

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 DO ESTADO DA PARAÍBA
FIGURA 2.128
SOLOS: CLASSIFICAÇÃO PEDOLóGICA

-38°0′0″ -37°0′0″ -36°0′0″ -35°0′0″

-6°0′0″

-7°0′0″

-8°0′0″

N

OCEANO ATLÂNTICO

Rio Grande do Norte

Ceará

Pernambuco

Natal

Recife

Rio Piranhas-Açu

Rio Seridó

Rio Acauã

Médio Piranhas

Alto Piranhas

Seridó Ocidental

Seridó Oriental

Trairi

Jacu

Guaju

Curimataú

Camaratuba

Mamanguape

Miriri

Piancó

Espinharas

Taperoá

Baixo Paraíba

Médio Paraíba

Alto Paraíba

Gramame

Abiaí

Peixe

Convenções

- Capital
- Sede Municipal
- Divisão Hidrográfica
- Área Urbana de João Pessoa
- Açude / Barragem
- Rio
- Riacho
- Rodovia Federal Pavimentada
- Rodovia Estadual Pavimentada
- Rodovia Estadual Implantada

Potencial Agrícola

- Bom potencial agrícola
- Médio potencial agrícola
- Baixo potencial agrícola
- Inexpressivo potencial agrícola

Escala Gráfica

10 0 10 20 30 40 50 km

Escala 1:1.250.000

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

MAPA 2.129

MAPA DE POTENCIAL AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA

2.5.3 Classificação Hidrológica dos Solos

2.5.3.1 Metodologia: Soil Conservation Service

A classificação hidrológica dos solos do Estado da Paraíba foi realizada com o auxílio do Mapa Exploratório de Reconhecimento de Solos, em escala 1:500.000, com classificação/nomenclatura atualizada pela EMBRAPA em 2018 e conforme as normas preconizadas pelo USDA – Soil Conservation Service. (**Figura 2.130 - Classificação Hidrológica dos Solos**).

Foram considerados quatro Grupos Hidrológicos, subdivididos em dez Subgrupos Hidrológicos --- quatro modais representativos dos próprios grupos e seis intergrades --- estes definidos de acordo com a proximidade do grupo correspondente.

- GRUPO A - Mais baixo potencial de deflúvio superficial - Solos com alto coeficiente de infiltração, mesmo quando saturados e constituídos basicamente por perfis profundos, bem a excessivamente drenados, de textura arenosa ou cascalho. Apresentam alto coeficiente de condutividade hidráulica.
- GRUPO B - Solos com coeficiente de infiltração moderado, quando saturados, e constituídos, normalmente, por perfis moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bem drenados e de textura média. Mostram coeficiente de condutividade hidráulica moderado.
- GRUPO C - Solos com baixo coeficiente de infiltração, quando saturados, e basicamente constituídos por perfis com uma camada que impede o movimento de água em profundidade ou com textura média a argilosa. Possuem baixa taxa de condutividade hidráulica.
- GRUPO D - Mais alto potencial de deflúvio superficial - Solos com coeficiente de infiltração muito baixo, quando saturados, e constituídos principalmente por perfis argilosos, com elevados teores de argila expansiva (2:1), ou rasos sobre material quase impermeável, com camada de impedimento de drenagem de textura argilosa ou claypan. na superfície ou à pequena profundidade, ou, ainda, com lençol freático permanentemente elevado.

Os Subgrupos são evidenciados no esquema abaixo:

GRUPO A	SUBGRUPOS A- B+	GRUPO B	SUBGRUPOS B- C+	GRUPO C	SUBGRUPOS C- D+	GRUPO D

<----------

infiltração

Fonte: REIS (1998)

Verifica-se, assim, que, considerando-se os Grupos Hidrológicos básicos A, B, C e D e os Subgrupos A-, B+, B-, C+, C- e D+, têm-se dez opções de enquadramento dos solos sob o ponto de vista hidrológico.

Devido à natureza dos dados básicos utilizados, registramos as limitações dos resultados da interpretação.

O sistema do Soil Conservation Service, em sua região de origem, baseia-se em informações pedológicas no nível de série, categoria taxonômica suficientemente homogênea, para que se possa prever com segurança o comportamento hidrológico do solo.

No caso das bacias do Estado da Paraíba, os estudos sobre a classificação pedológica dos solos encontram-se no nível de subgrupo, categoria que admite variação de características dentro da mesma unidade taxonômica de solo.

Nos Estados Unidos, a interpretação é baseada em mapas detalhados de solos, nos quais praticamente todas as séries são cartografadas isoladamente, o que permite prever, com segurança, o desempenho hidrológico das diversas manchas mapeadas por corresponderem a um único grupo ou subgrupo hidrológico de solo.

Para as condições das bacias sob análise, considerou-se a seguinte correlação do solo com o relevo na definição da classificação hidrológica (REIS, 1998):

Correlação dos Grupos Hidrológicos de Solo com o Relevo

Relevo	Grupo Hidrológico de Solo			
	A	**B**	**C**	**D**
Plano a Suave Ondulado - P-SO	X	X	X	X
Ondulado – O		X	X	X
Fortemente Ondulado - FO			X	X
Montanhoso - M				X

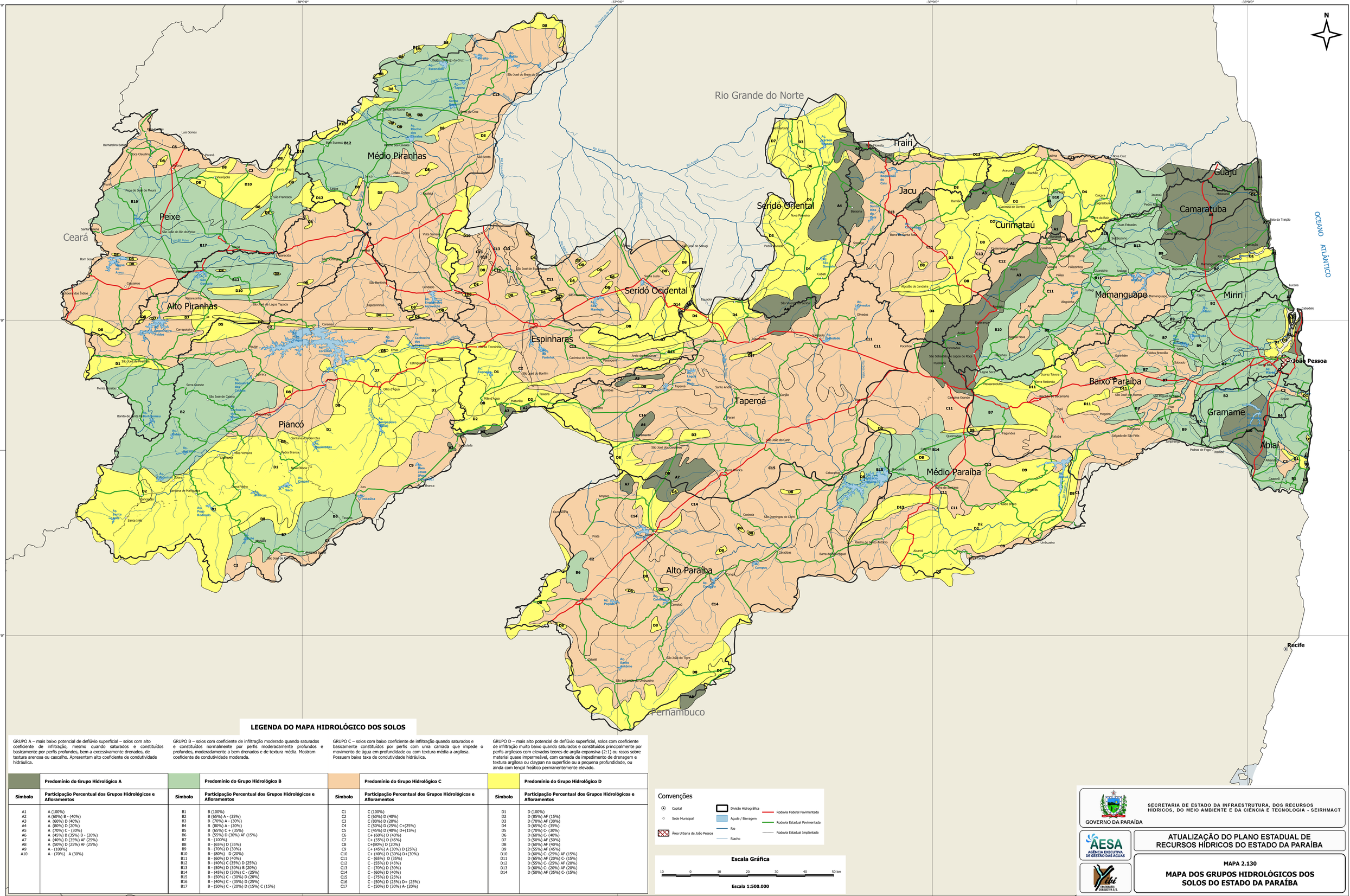
Grupo Hidrológico	Relevo
A	Plano a suave ondulado
B	Plano a ondulado
C	Plano a fortemente ondulado
D	Plano a montanhoso

Observa-se, no quadro anterior, que o tipo de relevo "montanhoso" é definidor do Grupo Hidrológico D, maior produtor de escoamento superficial, independentemente das propriedades do solo. Verifica-se, também, no outro extremo, que, apenas na faixa de relevo "plano e suave ondulado", tem-se o Grupo Hidrológico A, característico dos mais baixos índices de deflúvio superficial. Constitui exceção a unidade taxonômica Areias Quartzosas Marinhas (Dunas) que pode chegar ao relevo ondulado ou até mesmo ao forte ondulado, enquadrando-se no Grupo Hidrológico A.

Entretanto, apesar das limitações, as informações resultantes da interpretação dos dados constituem subsídios importantes ao gerenciamento dos recursos hídricos.

2.5.3.2 Legenda Hidrológica dos Solos

As unidades taxonômicas de solos ocorrentes, nas áreas das bacias, foram enquadradas nos Grupos e Subgrupos Hidrológicos A , A-, B+, B, B-, C+, C, C-, D+ e D.



LEGENDA DO MAPA HIDROLÓGICO DOS SOLOS

GRUPO A – mais baixo potencial de deflúvio superficial – solos com alto coeficiente de infiltração, mesmo quando saturados e constituídos basicamente por perfis profundos, bem a excessivamente drenados, de textura arenosa ou cascalho. Apresentam alto coeficiente de condutividade hidráulica.

GRUPO B – solos com coeficiente de infiltração moderado quando saturados e constituídos normalmente por perfis moderadamente profundos e profundos, moderadamente a bem drenados e de textura média. Mostram coeficiente de condutividade moderada.

GRUPO C – solos com baixo coeficiente de infiltração quando saturados e basicamente constituídos por perfis com uma camada que impede o movimento de água em profundidade ou com textura média a argilosa. Possuem baixa taxa de condutividade hidráulica.

GRUPO D – mais alto potencial de deflúvio superficial, solos com coeficiente de infiltração muito baixo quando saturados e constituídos principalmente por perfis argilosos com elevados teores de argila expansiva (2:1) ou rasos sobre material quase impermeável, com camada de impedimento de drenagem e textura argilosa ou claypan na superfície ou a pequena profundidade, ou ainda com lençol freático permanentemente elevado.

	Predomínio do Grupo Hidrológico A		Predomínio do Grupo Hidrológico B		Predomínio do Grupo Hidrológico C		Predomínio do Grupo Hidrológico D
Símbolo	**Participação Percentual dos Grupos Hidrológicos e Afloramentos**	**Símbolo**	**Participação Percentual dos Grupos Hidrológicos e Afloramentos**	**Símbolo**	**Participação Percentual dos Grupos Hidrológicos e Afloramentos**	**Símbolo**	**Participação Percentual dos Grupos Hidrológicos e Afloramentos**
A1	A (100%)	B1	B (100%)	C1	C (100%)	D1	D (100%)
A2	A (60%) B - (40%)	B2	B (65%) A - (35%)	C2	C (60%) D (40%)	D2	D (85%) AF (15%)
A3	A (60%) D (40%)	B3	B (70%) A - (30%)	C3	C (80%) D (20%)	D3	D (70%) AF (30%)
A4	A (80%) D (20%)	B4	B (80%) A - (20%)	C4	C (50%) D (25%) C+(25%)	D4	D (65%) C- (35%)
A5	A (70%) C - (30%)	B5	B (65%) C + (35%)	C5	C (45%) D (40%) D+(15%)	D5	D (70%) C- (30%)
A6	A (45%) B (35%) B - (20%)	B6	B (55%) D (30%) AF (15%)	C6	C+ (60%) D (40%)	D6	D (60%) C- (40%)
A7	A (40%) D (35%) AF (25%)	B7	B - (100%)	C7	C+ (55%) D (45%)	D7	D (50%) AF (50%)
A8	A (50%) D (25%) AF (25%)	B8	B - (65%) D (35%)	C8	C+(80%) D (20%)	D8	D (60%) AF (40%)
A9	A - (100%)	B9	B - (70%) D (30%)	C9	C+ (45%) A (30%) D (25%)	D9	D (55%) AF (45%)
A10	A - (70%) A (30%)	B10	B - (80%) D (20%)	C10	C+ (40%) D (30%) D+(30%)	D10	D (60%) C- (25%) AF (15%)
		B11	B - (60%) D (40%)	C11	C - (65%) D (35%)	D11	D (65%) AF (20%) C- (15%)
		B12	B - (40%) C (35%) D (25%)	C12	C - (55%) D (45%)	D12	D (55%) C- (25%) AF (20%)
		B13	B - (50%) D (30%) B (20%)	C13	C - (70%) D (30%)	D13	D (60%) C- (20%) AF (20%)
		B14	B - (45%) D (30%) C - (25%)	C14	C - (60%) D (40%)	D14	D (50%) AF (35%) C- (15%)
		B15	B - (50%) C - (30%) D (20%)	C15	C - (75%) D (25%)		
		B16	B - (40%) C - (35%) D (25%)	C16	C - (50%) D (25%) D+ (25%)		
		B17	B - (50%) C - (20%) D (15%) C (15%)	C17	C - (50%) D (30%) A- (20%)		

Convenções

- Capital
- Sede Municipal
- Área Urbana de João Pessoa
- Divisão Hidrográfica
- Açude / Barragem
- Rio
- Riacho
- Rodovia Federal Pavimentada
- Rodovia Estadual Pavimentada
- Rodovia Estadual Implantada

Escala Gráfica

10 0 10 20 30 40 50 km

Escala 1:500.000

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HIDRICOS, DO MEIO AMBIENTE E DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SEIRHMACT

GOVERNO DA PARAÍBA

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

YBTI ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

MAPA 2.130

MAPA DOS GRUPOS HIDROLÓGICOS DOS SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA

A interpretação realizada considerou cada componente das associações de solos presentes no mapa básico. Algumas dessas associações foram reduzidas a unidades simples quando seus componentes, apesar de pedologicamente diferentes, apresentavam idêntico comportamento sob o ponto de vista hídrico, sendo, portanto, enquadráveis no mesmo grupo ou subgrupo hidrológico. No caso em que aqueles componentes se comportavam de modo distinto hidrologicamente, resultaram também associações de Grupos ou Subgrupos Hidrológicos no mapa hidrológico.

No mapa exploratório-reconhecimento de solos, básico para o estudo, foram evidenciados os afloramentos de rocha (AF), ocorrentes na área como componentes subalternos em diversas associações de solos cartografadas. Por constituírem o não-solo, como são consideradas em Pedologia, essas exposições rochosas não são enquadradas nos grupos e subgrupos Hidrológicos de solos, preconizados pelo Soil Conservation Service. Enquadram-se como superfícies impermeáveis, atribuindo-se-lhes curva de deflúvio de número 100, no processo de avaliação do deflúvio superficial. Por constarem do mapa utilizado na interpretação hidrológica, contudo, persistem na carta resultante, sendo também representados pela sigla AF, que passa a constar também da legenda hidrológica.

Do mesmo modo que no mapa básico de solos, no mapa hidrológico, cada unidade cartográfica é representada pelo símbolo Grupo e Subgrupo Hidrológico, isolado ou dominante, utilizando-se um número índice para distinguir entre unidades simples e ou associações de mesmo componente dominante e componentes subalternos, distintos ou presentes em diferentes percentuais. A ordenação da legenda foi programada, inicialmente, segundo a sequência estabelecida para os Grupos e Subgrupos Hidrológicos; em segunda instância, de acordo com os percentuais de ocorrência do Grupo ou Subgrupo isolado ou dominante na respectiva Associação; e, finalmente, segundo a ordem estabelecida para os Grupos e Subgrupos, em relação ao segundo componente, depois ao terceiro e ao quarto.

2.5.3.3 Correlação dos Grupos e Subgrupos Hidrológicos com Unidades e Associações de Solos

GRUPO A – mais baixo potencial de deflúvio superficial – solos com alto coeficiente de infiltração, mesmo quando saturados e constituídos basicamente por perfis profundos, bem a excessivamente drenados, de textura arenosa ou cascalho. Apresentam alto coeficiente de condutividade hidráulica.

Símbolos	Grupos e/ou subgrupos isolados ou associações e percentuais de participações	Unidades cartográficas (EMBRAPA) atualizadas
A1	A (100%)	LVAd1, LVAd2, LVAe2, RRd e RQo3
A2	A (60%) B - (40%)	LVAe3 e RQo2
A3	A (60%) D (40%)	RRe1
A4	A (80%) D (20%)	RRe2 e RRe4
A5	A (70%) C - (30%)	RRe6
A6	A (45%) B (35%) B - (20%)	RQo1
A7	A (40%) D (35%) AF (25%)	RRe5
A8	A (50%) D (25%) AF (25%)	RRe3
A9	A - (100%)	LVAe1
A10	A - (70%) A (30%)	EKg

GRUPO B – solos com coeficiente de infiltração moderado quando saturados e constituídos normalmente por perfis moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bem drenados e de textura média. Mostram coeficiente de condutividade moderada.

Símbolos	Grupos e/ou subgrupos isolados ou associações e percentuais de participações	Unidades cartográficas (EMBRAPA) atualizadas
B1	B (100%)	PVAd2
B2	B - (65%) A - (35%)	PVAd3
B3	B (70%) A - (30%)	PVAd4
B4	B (80%) A - (20%)	PVAd5
B5	B (65%) C + (35%)	NVe1
B6	B (55%) D (30%) AF (15%)	PVAe6
B7	B - (100%)	PVAd6, PVAe2, PVAe8, RYve e VEo1
B8	B - (65%) D (35%)	PVAe10
B9	B - (70%) D (30%)	PVAe12
B10	B - (80%) D (20%)	PVAe13
B11	B - (60%) D (40%)	PVAe14
B12	B - (40%) C (35%) D (25%)	PVAe5
B13	B - (50%) D (30%) B (20%)	PVAe9
B14	B - (45%) D (30%) C - (25%)	VEo2
B15	B - (50%) C - (30%) D (20%)	VEo3
B16	B - (40%) C - (35%) D (25%)	SNo4
B17	B - (50%) C - (20%) D (15%) C (15%)	VEo4

GRUPO C – solos com baixo coeficiente de infiltração quando saturados e basicamente constituídos por perfis com uma camada que impede o movimento de água em profundidade ou com textura média a argilosa. Possuem baixa taxa de condutividade hidráulica.

Símbolos	Grupos e/ou subgrupos isolados ou associações e percentuais de participações	Unidades cartográficas (EMBRAPA) atualizadas
C1	C (100%)	PVAd1
C2	C (60%) D (40%)	TCo1, CXbe1 e CXbe3
C3	C (80%) D (20%)	GXbd
C4	C (50%) D (25%) C+(25%)	CXbe2
C5	C (45%) D (40%) D+(15%)	TCo2
C6	C+ (60%) D (40%)	PVAe1
C7	C+ (55%) D (45%)	PVAe3
C8	C+(80%) D (20%)	PVAe7
C9	C+ (45%) A (30%) D (25%)	PVAe4
C10	C+ (40%) D (30%) D+(30%)	NVe2
C11	C - (65%) D (35%)	PVAe11, SNo1, SNo2 e TCo8
C12	C - (55%) D (45%)	TCo3
C13	C - (70%) D (30%)	TCo9, SXk, TCo6 e TCo5
C14	C - (60%) D (40%)	TCo7
C15	C - (75%) D (25%)	TCo10
C16	C - (50%) D (25%) D+ (25%)	TCo4
C17	C - (50%) D (30%) A- (20%)	SNo3

GRUPO D – mais alto potencial de deflúvio superficial, solos com coeficiente de infiltração muito baixo quando saturados e constituídos principalmente por perfis argilosos com elevados teores de argila expansiva (2:1) ou rasos sobre material quase impermeável, com camada de impedimento de drenagem e textura argilosa ou claypan, na superfície, ou à pequena profundidade, ou ainda com lençol freático permanentemente elevado.

Símbolos	Grupos e/ou subgrupos isolados ou associações e percentuais de participações	Unidades cartográficas (EMBRAPA) atualizadas
D1	D (100%)	SM, RLe1 e RLe2
D2	D (85%) AF (15%)	RLe3, RLe5, RLe8 e RLe9
D3	D (70%) AF (30%)	RLe4
D4	D (65%) C- (35%)	RLe6 e RLe10
D5	D (70%) C- (30%)	RLe13
D6	D (60%) C- (40%)	RLe17
D7	D (50%) AF (50%)	RLe20 e RLe21
D8	D (60%) AF (40%)	RLe18
D9	D (55%) AF (45%)	RLe19
D10	D (60%) C- (25%) AF (15%)	RLe14 e RLe16
D11	D (65%) AF (20%) C- (15%)	RLe7
D12	D (55%) C- (25%) AF (20%)	RLe11
D13	D (60%) C- (20%) AF (20%)	RLe12
D14	D (50%) AF (35%) C- (15%)	RLe15

2.5.3.4 Distribuição Quantitativa dos Grupos e Subgrupos Hidrológicos dos Solos

Grupos Hidrológicos	Área (ha)	%
A1	78.225	1,39%
A2	12.575	0,22%
A3	27.500	0,49%
A4	62.375	1,10%
A5	2.750	0,05%
A6	113.750	2,02%
A7	21.250	0,38%
A8	26.050	0,46%
A9	11.250	0,20%
A10	27.500	0,49%
Subtotal	**383.225**	**6,80%**
B1	5.550	0,10%
B2	82.500	1,46%
B3	50.500	0,90%
B4	65.750	1,16%
B5	16.750	0,30%
B6	21.500	0,38%
B7	106.575	1,89%
B8	28.500	0,50%
B9	41.650	0,73%
B10	44.000	0,78%
B11	26.250	0,47%
B12	250.250	4,43%
B13	25.750	0,46%
B14	28.250	0,50%
B15	34.500	0,61%
B16	38.000	1,24%
B17	69.750	1,24%
Subtotal	**936.025**	**16,58%**

Grupos Hidrológicos	Área (ha)	%
C1	6.500	0,11%
C2	587.250	10,50%
C3	6.400	0,11%
C4	7.250	0,13%
C5	165.000	2,93%
C6	11.250	0,20%
C7	159.000	2,82%
C8	6.500	0,11%
C9	52.750	0,93%
C10	12.500	0,22%
C11	472.500	8,38%
C12	23.250	0,41%
C13	354.000	6,27%
C14	357.750	6,34%
C15	369.750	6,55%
C16	214.500	3,80%
C17	74.250	1,31%
Subtotal	**2.880.400**	**51,12%**
D1	390.300	6,93%
D2	297.250	5,26%
D3	31.000	0,55%
D4	74.250	1,32%
D5	19.250	0,34%
D6	32.500	0,58%
D7	65.250	1,16%
D8	339.000	6,01%
D9	18.200	0,32%
D10	65.050	1,16%
D11	37.500	0,67%
D12	13.250	0,23%
D13	23.750	0,42%
D14	20.500	0,36%
Subtotal	**1.427.050**	**25,31%**
Águas	10.500	0,19%
TOTAL	**5.537.200**	**100%**

Constata-se, pela tabela anterior, que um pouco mais da metade da área do Estado da Paraíba, apresenta-se com a dominância de solos com baixo coeficiente de infiltração. Por sua vez, um quarto da área do referido Estado se revela com a predominância de alto potencial de deflúvio superficial e coeficiente de infiltração muito baixo. Em apenas 7,0% do território paraibano, constata-se o domínio de solos com baixo potencial de deflúvio e alto coeficiente de infiltração. Áreas com a superioridade de solos com coeficiente de infiltração moderado representam 16,58% de todo o Estado da Paraíba.

2.5.3.5 Metodologia do Manual do Pequeno Açude

2.5.3.5.1. Determinação do Coeficiente L600 Padrão

O Coeficiente L600 de uma bacia hidrográfica caracteriza sua capacidade de escoamento e corresponde a lâmina anual média escoada na bacia hidrográfica.

Os autores dessa classificação (BHD), François Molle e Eric Cadier, constantes no Manual do Pequeno Açude, SUDENE, 1992, elaborou para os eEstados do Nordeste e, inclusive, o Norte

de Minas Gerais, alicerçado em levantamentos pedológicos, realizados pela EMBRAPA, os coeficientes L600 dos solos.

Essa classificação hidrológica é, praticamente, orientada para áreas semiáridas e tem como objetivo principal determinar a contribuição hídrica das bacias dos cursos de Rios e proporcionar elementos para elaboração de projetos de reservatórios de águas.

Entre as unidades de mapeamento individuais ou associações de solos do Estado da Paraíba, em um total de 84, foi calculado o L600 de 58 das quais 52 se referem a associações de solos, e 6 de unidades de solos individuais.

Foram adotados os dados do L600, constantes da Tabela B dos autores, e usaremos o TS (tipo de solo) constante da Tabela A dos mesmos autores, principalmente para as unidades de solos individuais. Para as demais (associações de solos), estimaremos o L600 com base nos TS dos solos das unidades componentes das associações e seus respectivos percentuais da classificação pedológica, atualizada segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA, editada em 2018.

Apesar das limitações, o fator L600 é um indicativo importante, relativo ao escoamento das pequenas bacias hidrográficas. O referido fator, associado às condições de relevo e cobertura vegetal, contribui para a locação de reservatórios, considerando a existência de boqueirões favoráveis e o dimensionamento do volume de água represável.

2.5.3.5.2. Correlação Coeficiente L600 Padrão e Unidades e Associações de Unidades de Solos

Coeficiente L600	**Tipos de Solos – TS Unidades cartográficas (unidades e associações de unidades de solos) atualizadas pela EMBRAPA**
0	RQo3
2	RQo2
3	RRd
4	RQo1
5	EKg
10	LVAd1, LVAd2 e LVAe2
11	RRe2 e RRe4
12	PVAd4
13	PVAd5
15	LVAe1
17	RRe1
18	LVAe3, CXbe1 e CXbe3
20	PVAd1
21	CXbe2
25	PVAd2, PVAd3, NVe1 e VEo1
26	NVe2
27	VEo3 e PVAe4
28	TCo10
29	PVAe10, PVAe11, PVAe12, TCo6 e VEo2
30	TCo7
31	PVAe9, PVAe13 e TCo8
33	PVAe6 e RLe6
34	RRe3
37	PVAd6, PVAe1, PVAe2, PVAe3, PVAe5, PVAe7, PVAe8, PVAe14, TCo1, TCo2, TCo3, RLe1, RLe2, RLe13 e RRe5
38	TCo5
39	TCo4
41	RRe6

Coeficiente L600	Tipos de Solos – TS Unidades cartográficas (unidades e associações de unidades de solos) atualizadas pela EMBRAPA
45	RLe3, RLe5, RLe8 e RLe9
46	RLe7
47	VEo4
48	RLe10, RLe11 e RLe12
49	TCo9
50	RYve e RLe14
53	SNo4 e RLe4
55	RLe15
63	RLe18 e RLe19
64	RLe20 e RLe21
67	RLe16
70	GXbd
72	RLe17
75	SNo3
83	SNo1
94	SNo2
98	SM
115	SXk

Fonte: Sudene, François Molle e Eric Cadier, 1992. Manual do Pequeno Açude .

2.5.3.5.3. Distribuição Quantitativa do Coeficiente L600

Coeficiente L600	Área (ha)	%
L600 < 15 mm		
0	5.675	0,10
2	6.250	0,11
3	61.000	1,08
4	113.750	2,02
5	27.500	0,49
10	11.550	0,21
11	62.375	1,10
12	50.500	0,90
13	65.750	1,17
Sub-total	**404.350**	**7,18**
L600 entre 15 e 37 mm		
15	11.250	0,20
17	27.500	0,49
18	42.075	0,74
20	6.500	0,11
21	7.250	0,13
25	118.550	2,10
26	12.500	0,22
27	87.250	1,55
28	369.750	6,56
29	243.400	4,32
30	357.750	6,35
31	258.750	4,59
33	46.250	0,82
34	26.050	0,46
Sub-total	**1.614.825**	**28,64**
L600 ≥ 37 mm		
37	1.687.625	29,94
38	54.000	0,96
39	214.500	3,81
41	2.750	0,05
45	297.250	5,26

Coeficiente L600	Área (ha)	%
46	37.500	0,67
47	69.750	1,24
48	86.500	1,53
49	192.500	3,41
50	47.000	0,84
53	69.000	1,22
55	20.500	0,36
63	404.250	7,17
64	18.200	0,32
67	33.050	0,59
70	6.400	0,11
72	32.500	0,58
75	74.250	1,32
83	32.750	0,58
94	204.500	3,63
98	14.000	0,25
115	8.750	0,15
Sub-total	**3.607.525**	**63,99**
Águas Internas	10.500	0,19
TOTAL	**5.637.200**	**100,00**

Considerando-se todos os solos do Estado da Paraíba, constata-se que 3.607.525 ha correspondem a 63,99% e apresentam o fator L600 igual ou superior a 37mm, sendo, portanto, favoráveis à captação de água.

Os solos considerados de escoamento fraco e irregulares totalizam 1.614.825 ha e representam 28,64% da área do referido Estado. EsSes solos apresentam fator L600 entre 15 e 37mm. Apesar do deflúvio reduzido, ainda permitem a construção de açudes.

Apenas 404.350 ha, equivalentes a 7,18%, não apresentam praticamente escoamentos que proporcionem a captação d'água em reservatórios. O fator L600 é inferior a 15mm. **Figura 2.131.**

2.5.4 Síntese do Estudo dos Solos das Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba

2.5.4.1 Dados Interpretativos

- Bacia do Rio Piranhas

Sub-bacias

Sub-bacia do Piancó – tem área aproximada de 9.242,75 km² da superfície do Estado da Paraíba.

Os solos predominantes que ocupam esSa sub-bacia são os Neossolos Litólicos (solos rasos) pedregosos, rochosos, associados a áreas representativas de afloramentos de rochas. Observa-se, também, em áreas pouco significativas, a presença de Luvissolos e Argissolos.

O relevo dominante da sub-bacia é do tipo ondulado a forte ondulado, com áreas insignificantes, do tipo suave ondulado.

A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila.

O mais representativo grupo hidrológico dos solos é do tipo D, embora possa ocorrer, em algumas partes da área, a presença dominante do grupo C. O grupo D tem alto potencial de deflúvio superficial e coeficiente de infiltração muito baixo.

Com referência ao coeficiente L600, predomina a lâmina d'água de 37 mm e algumas áreas de lâminas 63 e 64 mm. As lâminas inferiores a 37 mm são insignificantes. Portanto, o escoamento superficial dos solos é favorável para construção de reservatórios hídricos.

Sub-bacia do Alto Piranhas – também na região oeste da Paraíba, essa sub-bacia hidrográfica tem uma expressão geográfica relativamente pequena. Sua área é de cerca de 2.588,45 km².

O espaço territorial da sub-bacia é ocupado, principalmente, por Luvissolos e, em segundo lugar, por Argissolos. Há pequenas ocorrências de Vertissolos e Neossolos Litólicos.

A forma de relevo predominante é a suave ondulado. O tipo de vegetação que impera na área é a caatinga, principalmente, a hiperxerófila.

O grupo hidrológico dos solos dominante é do tipo C, isto é, baixo coeficiente de infiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica.

O coeficiente L600 possui como lâmina principal 37mm e como ocorrências lâminas de 47, 63 e 64 mm.

Essa sub-bacia também é favorável para a construção de açudes, desde que haja pontos disponíveis para barramentos.

Sub-bacia do Rio do Peixe – essa sub-bacia hidrográfica tem área aproximada de 3.420,84 km².

Quanto aos solos que a ocupam, há uma distribuição quase equitativa entre os mais expressivos. São eles: Argissolos, Vertissolos, Neossolos Litólicos e Luvissolos, este com área pouco superior aos demais.

O tipo de relevo predominante é o suave ondulado.

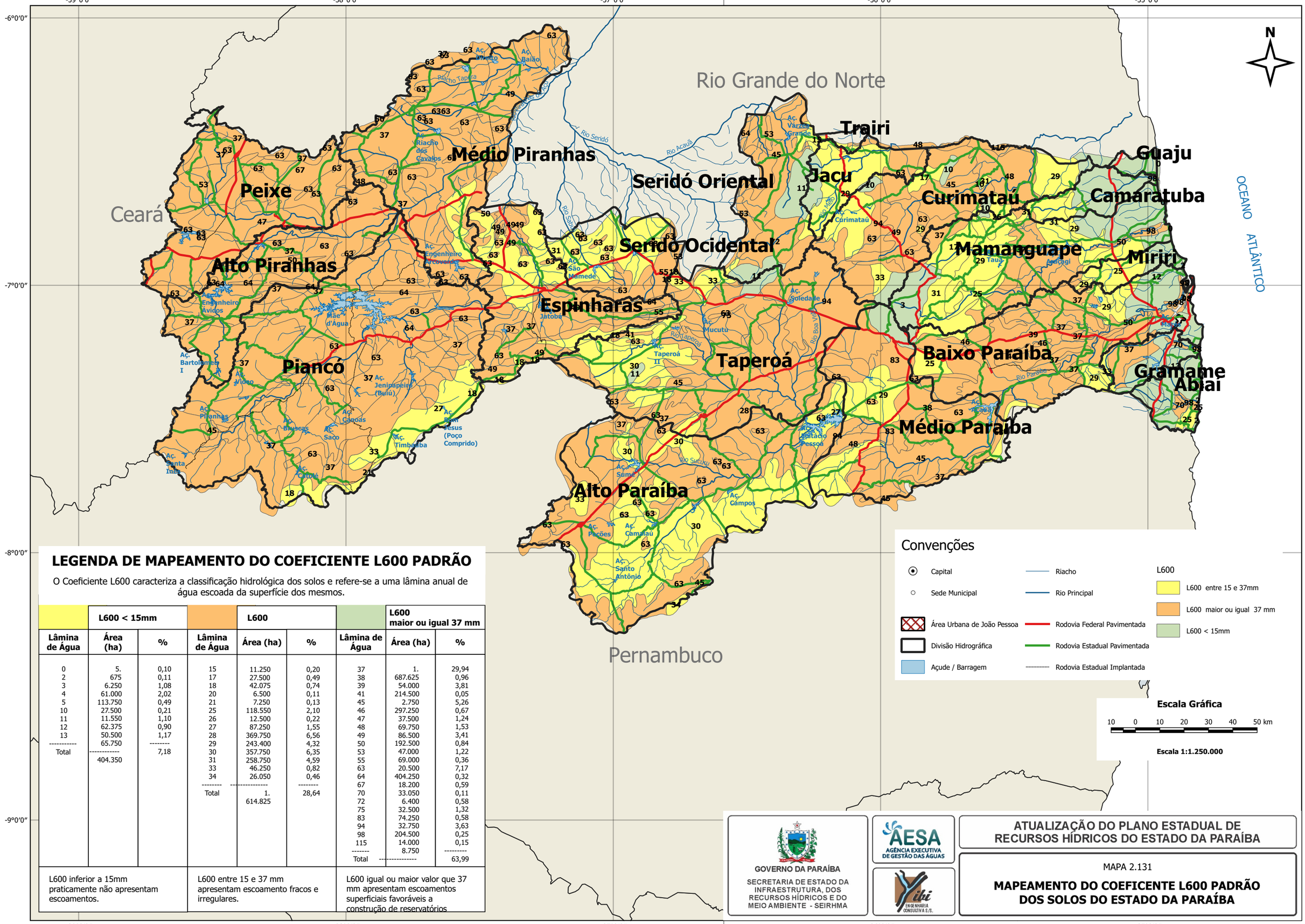
A vegetação é a caatinga hiperxerófila.

O grupo hidrológico mais expressivo é o tipo C, porém há áreas representadas com domínio do grupo B e do grupo D. O grupo hidrológico predominante tem baixo coeficiente da infiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica.

No que se refere ao coeficiente L600, as lâminas de água são iguais ou superiores a 37mm. Existem áreas significativas, com lâminas de 47, 53 e 67 mm. Portanto, o escoamento superficial da água na superfície dos solos é favorável a represamentos, desde que haja boqueirões satisfatórios.

Sub-bacia do Médio Piranhas – essa sub-bacia hidrográfica fica na região Noroeste e tem área de aproximadamente 4.461,48 km².

Os solos dominantes são os Luvissolos, seguidos pelos Argissolos. Há ocorrências insignificantes de Neossolos Litólicos.



LEGENDA DE MAPEAMENTO DO COEFICIENTE L600 PADRÃO

O Coeficiente L600 caracteriza a classificação hidrológica dos solos e refere-se a uma lâmina anual de água escoada da superfície dos mesmos.

L600 < 15mm			L600			L600 maior ou igual 37 mm		
Lâmina de Água	Área (ha)	%	Lâmina de Água	Área (ha)	%	Lâmina de Água	Área (ha)	%
0	5.	0,10	15	11.250	0,20	37	1.	29,94
2	675	0,11	17	27.500	0,49	38	687.625	0,96
3	6.250	1,08	18	42.075	0,74	39	54.000	3,81
4	61.000	2,02	20	6.500	0,11	41	214.500	0,05
5	113.750	0,49	21	7.250	0,13	45	2.750	5,26
10	27.500	0,21	25	118.550	2,10	46	297.250	0,67
11	11.550	1,10	26	12.500	0,22	47	37.500	1,24
12	62.375	0,90	27	87.250	1,55	48	69.750	1,53
13	50.500	1,17	28	369.750	6,56	49	86.500	3,41
---	65.750	---	29	243.400	4,32	50	192.500	0,84
Total	---	7,18	30	357.750	6,35	53	47.000	1,22
	404.350		31	258.750	4,59	55	69.000	0,36
			33	46.250	0,82	63	20.500	7,17
			34	26.050	0,46	64	404.250	0,32
			---	---	---	67	18.200	0,59
			Total	1.	28,64	70	33.050	0,11
				614.825		72	6.400	0,58
						75	32.500	1,32
						83	74.250	0,58
						94	32.750	3,63
						98	204.500	0,25
						115	14.000	0,15
						---	8.750	---
						Total	---	63,99

L600 inferior a 15mm praticamente não apresentam escoamentos.

L600 entre 15 e 37 mm apresentam escoamento fracos e irregulares.

L600 igual ou maior valor que 37 mm apresentam escoamentos superficiais favoráveis a construção de reservatórios

Convenções

- Capital
- Sede Municipal
- Área Urbana de João Pessoa
- Divisão Hidrográfica
- Açude / Barragem
- Riacho
- Rio Principal
- Rodovia Federal Pavimentada
- Rodovia Estadual Pavimentada
- Rodovia Estadual Implantada

L600

- L600 entre 15 e 37mm
- L600 maior ou igual 37 mm
- L600 < 15mm

Escala Gráfica

10 0 10 20 30 40 50 km

Escala 1:1.250.000

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

MAPA 2.131

MAPEAMENTO DO COEFICENTE L600 PADRÃO DOS SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA

O relevo dominante é do tipo suave ondulado. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila. A hidrologia dos solos mais expressiva é do tipo C, ou seja, baixo coeficiente de infiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica.

O coeficiente L600 apresenta lâmina de água dominante de 37 mm, seguido pela lâmina de 49 mm. Portanto, favorável para construção de reservatórios hídricos.

Sub-bacia do Rio Espinharas – a sub-bacia hidrográfica tem área de aproximadamente 2.891,60 km². Essa sub-bacia é ocupada, principalmente, por Luvissolos (mais de 60%) e, em segundo lugar, por Neossolos Litólicos, com ocorrências insignificantes de Neossolos Regolíticos e Cambissolos. O relevo dominante é do tipo suave ondulado, com ocorrências da forma ondulado.

Predomina a vegetação caatinga hiperxerófila, em praticamente toda a área da sub-bacia.

O grupo hidrológico dos solos dominante é do tipo C. Portanto, baixo coeficiente de infiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica.

A respeito do coeficiente L600, há um certo equilíbrio entre lâminas superiores a 37 mm e lâminas (de água) entre 15 e 37 mm. Há uma expressão geográfica equivalente de dominância entre as lâminas de águas de 31 mm e a soma das lâminas de 37 a 49 mm. É possível ainda a construção de açudes, se houver boqueirões.

Sub-bacia do Rio Seridó - situa-se na parte norte do Estado e ocupa uma área de aproximadamente 3.442,36 km².

Os solos dominantes são os Neossolos Litólicos seguido pelos Luvissolos. Esses solos ocupam aproximadamente 70 a 80% da sub-bacia. Os relevos dominantes são dos tipos suave ondulado e forte ondulado.

A vegetação da área é a caatinga hiperxerófila. O grupo hidrológico dos solos mais expressivos é do tipo D, seguido de perto pelo grupo C.

O coeficiente L600 dominante apresenta lâmina de água superior a 37 mm, variável de 45 a 64 mm. Em seguida, o coeficiente L600 inferior a 37 mm (31 mm) apresenta área pouco significativa. Portanto, o escorrimento superficial da água nos solos é favorável à construção de reservatórios hídricos, se houver condições topográficas satisfatórias.

- Bacia do Rio Paraíba

Sub-bacias

Sub-bacia do Rio Taperoá - a sub-bacia hidrográfica fica na região central do Estado e tem área de mais ou menos 5.666,38 km².

Os solos dominantes da sub-bacia são os Luvissolos seguido pelos Planossolos.

O tipo de relevo dominante é o suave ondulado seguido do plano.

A vegetação muito predominante é a caatinga hiperxerófila. O grupo hidrológico dos solos mais expressivos é do tipo C, baixo coeficiente de infiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica.

Referente ao coeficiente L600, há um ligeiro predomínio de lâminas de águas entre 15 e 37 mm, seguido por lâminas de água iguais ou superiores a 37 mm. A área mais expressiva apresenta L600 de 28 mm. Existe uma área significativa com L600 de 94 mm.

Sub-bacia do Alto Paraíba - situa-se na região sul do Estado e apresenta uma superfície aproximada de 6.717,39 km².

Essa sub-bacia é ocupada praticamente por Luvissolos, com áreas pouco significativas de Neossolos Litólicos e Vertissolos.

O relevo dominante é do tipo suave ondulado e ondulado com pequena ocorrência de forte ondulado.

A vegetação é a caatinga hiperxerófila.

O grupo hidrológico dos solos amplamente dominante é do tipo C, ou seja, baixo coeficiente de infiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica.

O coeficiente L600 dominante tem lâmina de água inferior a 37 mm, variando de 27 a 30 mm. Há ocorrência da lâmina de 37 mm e menos significativa de 63 mm.

Conclui-se como fraca a possibilidade de represamento de água.

Sub-bacia do Médio Paraíba - essa sub-bacia tem área de aproximadamente 3.760,65 km². Os principais solos que ocupam sua superfície são: Neossolos Litólicos, Planossolos, Luvissolos e Vertissolos. O relevo mais expressivo é do tipo ondulado, seguido pelo suave ondulado.

A vegetação é do tipo caatinga, sendo a hiperxerófila dominante em relação a hipoxerófila.

No que concerne aos grupos hidrológicos, há um certo equilíbrio entre as áreas mais expressivas dos grupos C e D e ocorrência do grupo B. O coeficiente L600 superior a 37 mm é dominante com lâminas de água variáveis de 38 a 94 mm, portanto, favorável à construção de açudes. Aproximadamente 15% da superfície dessa sub-bacia apresenta coeficiente L600 variável de 27 a 30mm.

Sub-bacia do Baixo Paraíba - a sub-bacia hidrográfica fica na região Leste do Estado e ocupa uma área de aproximadamente 3.925,40 km².

Os solos mais expressivos são os Luvissolos, seguidos de perto pelos Argissolos, com ocorrências na parte mais a oeste da sub-bacia de Neossolos Litólicos e uma pequena área de Vertissolos.

O relevo dessa sub-bacia tem como formas expressivas o tipo ondulado e o plano com ocorrências, sem expressão geográfica, do tipo forte ondulado.

A vegetação dominante é formada pela floresta subcaducifólia e floresta caducifólia.

Os grupos hidrológicos dos solos predominantes são dos tipos B e C, os quais,, aparentemente, equivalem-se geograficamente. Os grupos hidrológicos do tipo C se situam mais a Oeste da sub-bacia, enquanto os do tipo B ocupam a parte Leste. Portanto, os coeficientes de infiltração variam de moderado a baixo, assim como a taxa de condutividade hidráulica.

No que se refere ao coeficiente L600, há supremacia de lâmina de água superior a 37 mm. Os solos da faixa litorânea apresentam L600 inferiores a 37 mm, normalmente inferiores a 25 mm. Nesses solos, a possibilidade de condições de escoamento favoráveis à construção de reservatórios é carente de estudos mais aprofundados.

- Bacia do Rio Mamanguape

Essa bacia hidrográfica situada, predominantemente, na região leste do Estado da Paraíba, ocupa uma superfície de 3.522,59 km².

Os solos dominantes na área da referida bacia são os Argissolos seguidos pelos Neossolos, expressados segundo a sua dominância territorial pelos Neossolos: Quartzarênicos, Regolíticos e Litólicos. Existe uma área representativa de Luvissolos e com pouca significância áreas de Nitossolos.

No que diz respeito ao relevo, constata-se a dominância das formas ondulado/forte ondulado e suave ondulado, na parte mais a oeste da bacia. Na parte central da bacia, impera o relevo ondulado. Na região mais a leste, o relevo plano é dominante. Resumindo, as formas de relevo mais expressivas da bacia são: ondulado e forte ondulado. Em segundo lugar, a forma suave ondulado.

No que toca à vegetação, domina o tipo floresta, ora sub-perenifólia, ora sub-caducifólia, e poucas vezes caducifólia. A caatinga hipoxerófila aparece em segundo plano, assim como o cerrado.

Os grupos hidrológicos dos solos são distribuídos com certa equivalência, quanto à expressão geográfica. Aparentemente, existe um ligeiro predomínio do tipo B sobre os tipos C e A. O tipo D aparece como ocorrência.

Analisando-se a condição do coeficiente L600, verifica-se o domínio da lâmina de água entre 15 e 37 mm. Em segundo lugar, aparecem lâminas inferiores a 15 mm, sendo as mais significativas de 3 a 4 mm. Coeficiente L600 igual ou superior a 37 mm, talvez não atinja 1/6 da área desta bacia.

- Bacia do Rio Curimataú

A bacia é direcionada para a parte norte e chega a penetrar no Estado do Rio Grande do Norte, contando com uma área de 3.131,58 km².

Os Neossolos dominam praticamente quase toda a área de bacia, sendo os Litólicos extremamente mais expressivos, embora também apareçam os Regolíticos. Em segundo plano, aparecem os Planossolos. Há ainda menos significativas áreas de Luvissolos e Argissolos. Latossolos, Nitossolos e Neossolos Quartzarênicos aparecem quase como ocorrências. O relevo ondulado/suave ondulado é dominante.

A caatinga hiperxerófila é praticamente todo o tipo de vegetação dessa bacia hidrográfica.

O grupo hidrológico plenamente dominante da bacia é do tipo D, isto é, mais alto potencial de deflúvio e muito baixo coeficiente de infiltração. Em segundo lugar, encontra-se o tipo C, ou seja, baixo coeficiente de ilfiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica.

No que tange ao coeficiente L600, há um amplo predomínio de lâminas de água superiores a 37 mm, variando de 37 a 115 mm.

Trata-se de uma bacia hidrográfica favorável a represamentos hídricos, caso as condições topográficas dos vales se mostrem satisfatórias.

- Bacia do Rio Jacú

A bacia hidrográfica do Rio Jacú possui uma área de 977,31 km², na zona norte do Estado da Paraíba, embora tenha continuidade no Rio Grande do Norte.

Os solos que ocupam a referida bacia são, principalmente, os Luvissolos bem expressivos e Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, com áreas menos significativas. Há ocorrência de Latossolos.

A forma de relevo predominante é do tipo ondulado, seguida à distância, pelo forte ondulado e ainda, em menor expressão, o tipo suave ondulado. Há ocorrências insignificantes do relevo plano.

Tratando-se de vegetação, a caatinga hiperxerófila domina quase a totalidade da área da bacia. Existem em áreas sem significação geográfica vegetação tipo floresta subcaducifólia.

O grupo hidrológico tipo C, ou seja, baixo coeficiente de infiltração e baixa taxa de condutividade hidráulica, impera plenamente nessa bacia. O grupo hidrológico D aparece em aproximadamente 1/7 da superfície. Ainda com menor expressão, ocorre o tipo hidrológico A. O tipo hidrológico do solo D possui o mais alto potencial de deflúvio e coeficiente de infiltração muito baixo. Por sua vez, o grupo hidrológico do solo tipo A apresenta o mais baixo potencial de deflúvio superficial e o mais alto coeficiente de condutividade hidráulica.

Relativo ao coeficiente L600, os valores de lâmina de água escoante situam-se, na sua grande maioria (muito significativa), na faixa dos 20 mm. Há áreas pouco expressivas com lâminas de 53 mm e outras com lâminas que vão de 10 a 15 mm.

Conclui-se que as possibilidades de barramentos com certo volume de armazenamento de água são relativamente fracas.

- Bacia do Rio Camaratuba

Área da bacia hidrográfica desse Rio é de 637,16 km², situa-se na região leste do Estado da Paraíba.

O solo dominante nessa bacia é o Neossolo Quartzarênico, os Argissolos vem em segundo lugar, bem menos expressivos.

O relevo mais representativo se mostra de forma plana e apenas uma área de pouca significância apresenta relevo ondulado.

A vegetação tipo cerrado é plenamente dominante. Há, no entanto, sem muita expressão, áreas com florestas caducifólia e subcaducifólia.

O grupo hidrológico dos solos amplamente representado é do tipo A, isto é, o mais baixo potencial de deflúvio superficial e alto coeficiente de infiltração. Em seguida, porém, ocupando poucas áreas, aparece o tipo B, que reúne solos com coeficiente de infiltração moderado, assim como coeficiente de condutividade hidráulica.

No que diz respeito ao coeficiente L600 dominante, atinge no máximo uma lâmina de 4 mm. Há poucas áreas com L600, que oscila de 29 a 31 mm, porém, praticamente sem representatividade geográfica.

As condições do barramento são praticamente nulas.

- Bacia do Rio Gramame

Situada na região leste/sudeste do Estado, essa bacia hidrográfica conta com uma área de 589,38 km².

A bacia é ocupada, predominantemente, por Argissolos, mais ou menos ¾ da área. Em segundo plano, aparecem os Espodossolos e, na sequência, uma pequena área de Gleissolos. No deságue da água para o mar, existe área insignificante de Solos Indiscriminados de Mangues.

O relevo dessa bacia épraticamente plano.

No que tange à vegetação, há um certo equilíbrio entre o tipo cerrado e o tipo floresta. Essa pode se mostrar subperenifólia e subcaducifólia.

O grupo hidrológico dos solos que impera na bacia é o tipo B (infiltração moderada e coeficiente de condutividade moderado). O grupo tipo A aparece com pouca expressão geográfica. Ele apresenta o mais baixo potencial de deflúvio superficial e alto coeficiente de condutividade hidráulica.

O coeficiente L600 dominante se mostra com o valor de 25 mm. Em segundo lugar, estão os L600 de 5 ou 13 mm. Três pequenas áreas se mostram com lâminas de água de 37,70 e 98 mm. Estas duas próximas ao desague das águas no mar.

- Bacia do Rio Abiaí

Localiza-se no extremo sudeste da Paraíba e dispõe de uma área de 585,51 km².

Os Argissolos dominam a superfície dessa bacia hidrográfica, constituino, no mínimo, ¾ do total. O restante da área é ocupada, na sequência, por Espodossolos, Gleissolos e Solos Indiscriminados de Mangues. Há ocorrências de Neossolos Quartzarênicos à beira mar.

O relevo da bacia é totalmente plano.

Há domínio de floresta subperenifólia na área. Em segundo plano, o cerrado e, posteriormente, Campo de Várzeas.

O grupo hidrológico dos solos predominante é do tipo B. Em segundo plano, surge o tipo A. Sem expressividade, aparecem os grupos C e D. Este restrito a área de mangues.

O coeficiente L600, plenamente superior aos demais, situa-se na faixa que vai de 13 a 25 mm de lâmina de escoamento. Bem distante, em segundo plano, o L600 pode variar de 2 a 5 mm. Uma parte da pequena área de Gleissolos e Solos de Mangue tem L600 de 70 a 98 mm.

- Bacia do Rio Miriri

Essa bacia hidrográfica de 436,19 km², localiza-se na zona leste da Paraíba.

Dominantemente, a bacia é ocupada por Argissolos.

O relevo é plano e poucas vezes se mostra suave ondulado.

Possui vegetação tipo cerrado e floresta subperenifólia e ainda pequena área de floresta subcaducifólia.

O grupo hidrológico dos solos, plenamente dominante, é do tipo B, coeficiente de infiltração moderado, assim como o coeficiente de condutividade hidráulica.

O coeficiente L600, que caracteriza a classificação hidrológica dos solos, varia de 12 mm a 29 mm. A área expressiva dessa bacia tem L600 de 25 mm.

Trata-se de bacia não é favorável a represamentos de água consideráveis.

- Bacia do Rio Guajú

Possui área de apenas 152,62 km² e fica no extremo nordeste da Paraíba, ocupada basicamente por Neossolos Quartzarênicos, com participação de Argissolos e Espodossolos.

O relevo é plano.

A vegetação, tipo cerrado, ocupa pelo menos 65% da área da bacia, o restante é representado por floresta do tipo suberenifólia.

O grupo hidrológico do solo, plenamente dominante, é do tipo A, o de mais baixo potencial de deflúvio e mais alto coeficiente de condutividade hidráulica.

O coeficiente L600 dominante vai de 4 a 5 mm.

- Bacia do Rio Trairi

Situada no extremo norte do Estado, apresenta área de apenas 105,08 km². No eEstado da Paraíba, é ocupada por Latossolos, Luvissolos e Neossolos Litólicos.

Apresenta formas de relevo plano, ondulado e forte ondulado, sendo a mais significativa a do tipo relevo plano.

No que se refere à vegetação, há uma equidade de área entre a floresta subcaducifólia e a soma das áreas da caatinga hipo e hiperxerófila.

O grupo hidrológico dos solos tipo A apresenta área igual ao somatóRio da superfície dos grupos C e D presentes.

O coeficiente L600 entre 15 e 37 mm representa ¾ da área da bacia. Dessa, 2/4 de superfície tem valores de 15 mm em, e ¼ dela, valores de 20 mm. O restante da superfície total tem o L600 de 48 mm.

2.6 HIDROGEOLOGIA

2.6.1 Fontes de Consultas Adotadas e Metodologia

CAVALCANTE, I.N. – 1998 - **Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza**, Estado do Ceará. Tese de Doutoramento. IG/USP. São Paulo – SP. 167p.

COSTA, W.D. – 1997 – **Uso e gestão de água subterrânea**. In: FEITOSA, F.A.C. & MANUEL FILHO, J. (1997) – Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM. Cap. 14. p. 341 – 365.

CPRM/ Serviço Geológico do Brasil – 2007b - **Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe – PB**. Relatório Integrado. Rede Cooperativa de Pesquisa Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro. 214p.

CPRM/Serviço Geológico do Brasil – 2005 - **Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Projeto "Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea".

CPRM/SIAGAS – 2019 - **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. **Erro! A referência de hiperlink não é válida.**.

CPRM/UFCG/FINEP – 2007b - **Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe – PB**. Relatório Integrado. Rede Cooperativa de Pesquisa Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro.

DANTAS, J.W.S. – 2012 – **Caracterização hidrogeológica e critérios para construção de poços na Bacia Sedimentar Paraíba**. Dissertação de Mestrado. CTG/UFPE. Recife – PERNAMBUCO. 193p.

ROCHA, D.; AMARAL C., 2006 - **Hidrogeologia da Bacia do Rio do Peixe -Geologia da Bacia do Rio do Peixe**. Serviço Geológico do Brasil/CPRM. Recife-PE.

SOUSA, J.A.de; RIBEIRO, MM.R.; Z.M.C.L. VIEIRA – 2010 – **Gestão da águas subterrâneas no Estado da Paraíba: proposta de modelos de cobrança**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. ABRH. Vol 15, nº 4, 121-132p.

2.6.2 Metodologia

Este texto reflete uma atualização daquele apresentado no PERH/PB (AESA, 2006). A partir deste, e com base em dados secundários, publicados em projetos técnicos, publicações acadêmicas e trabalhos publicados em congressos técnicos, além de dados/informações contidos no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, sob a responsabilidade da CPRM/Serviço Geológico do Brasil, foi desenvolvido o capítulo que mostra as águas subterrâneas na Paraíba, refletindo seus sistemas hidrogeológicos, ocorrência, captação, qualidade e disponibilidades hídricas do meio subterrâneo.

Os recursos de água subterrânea resultam da interação dos aspectos climáticos com a fisiografia da região influenciada, sobremaneira, por sua constituição geológica. As características físicas de porosidade e permeabilidade do embasamento rochoso que compõe o território paraibano representam seis (6) sistemas hidrogeológicos: Cristalino, Rio do Peixe, Paraíba-Pernambuco, Serra dos Martins, Aluvionar e Elúvio-coluvionar. Os litotipos sedimentares da Formação Mauriti embora, em princípio, possam constituir, também, um sistema aquífero, isso parece não ocorrer, seja devido às suas dimensões irrisórias, seja por causa de sua posição geomorfológica desfavorável. Não há registro de poços produtivos nessa formação.

2.6.3 Dados e Informações Utilizadas

Basicamente, este relatório consta da revisão da Caracterização Hidrogeológica constante no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (AESA, 2006), e, assim sendo, tal documento foi peça essencial.

A partir dele, fez-se um levantamento do acervo técnico hidrogeológico publicado para a Paraíba (mapas temáticos, documentos acadêmicos, relatórios técnicos e trabalhos técnicos) junto a Universidades, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente, dentre outras, utilizando-se, prioritariamente, a consulta aos documentos digitais. Dentre os principais documentos consultados, destacam-se os seguintes:

- AESA – 2006 – Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba - PERH/PB. João Pessoa – PB.
- CPRM/Serviço Geológico do Brasil – 2005 - Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.
- CPRM/UFCG/FINEP – 2007b - Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe – PB. Relatório Integrado. Rede Cooperativa de Pesquisa Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semiárida do Nordeste Brasileiro.
- COSTA, W.D; ALBUQUERQUE, J.do P.T. de; BRANCO, R.L. de C.; MARANHÃO, C.M.L.; GOLDFABER, M. – 2007 – Estudo de caracterização e verificação da disponibilidade hídrica da vertente litorânea do Estado da Paraíba. Ministério da Integração Nacional. Relatório Final. Tomo I – Texto. Mapas.
- CPRM/SIAGAS – 2019 - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/acesso em março/2019.
- Agência Nacional das Águas - ANA/IBI engenharia Consultiva SS - 2011 – As águas subterrâneas da Bacia Piranhas-Açu. Relatório Final. Mapas.

Os dados de poços foram obtidos do banco de dados, denominado Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, sob a responsabilidade da CPRM/Serviço Geológico do Brasil, resultando em 19.363 poços cadastrados até março/2019, os quais, posteRiormente, foram tratados por meio de programa estatístico e ambiente SIG, utilizando-se krigagem, traduzidos em mapas de zoneamento temáticos de parâmetros previamente selecionados, a exemplo de profundidade de poços e nível estático das águas subterrâneas. Cabe ressaltar que, no texto do PERH-PB/2006, os dados dos poços do SIAGAS não foram objeto de análise.

2.6.4 Conceituação/Glossário Hidrogeológico Simplificado

Objetivando facilitar a leitura e entendimento do leitor, lista-se, a seguir, alguns termos e definições simplificadas.

Aquífero – corpo litológico capaz de armazenar e liberar água, ou seja, com boas porosidade e permeabilidade;

Disponibilidade Efetiva (Disponibilidade Instalada) - Representa o volume de água normalmente captado pelos poços instalados;

Disponibilidade Instalável – Representa o volume de água normalmente captado pelos poços que não estão em uso, mas são passíveis de entrarem em operação;

Permeabilidade – Capacidade que um corpo litológico possui de se deixar atravessar por um fluido (água);

Porosidade – Capacidade que um corpo litológico possui de armazenar um determinado fluido (água);

Reservas Renováveis (Rr) **-** São representadas pelo volume hídrico, armazenado entre os níveis de flutuação máximo e mínimo dos aquíferos livres. Participa do ciclo hidrológico em uma escala de tempo anual, interanual ou sazonal estando, dessa forma, em constante movimento.

Reservas Permanentes (Rp) **-** Essas reservas representam o volume de água subterrânea que participa do ciclo hidrológico, em uma escala de tempo plurianual, centenária ou milenar. Correspondem aos volumes estocados abaixo do limite inferior de flutuação sazonal do nível de saturação dos aquíferos livres ou dos níveis potenciométricos dos aquíferos confinados (CAVALCANTE, 1998).

Recursos explotáveis (Re) ou Potencialidade Aquífera (P) - Representam os volumes que podem ser utilizados das reservas naturais, em função das reservas renováveis (reguladoras) ou dos meios técnico-financeiros de que se disponha, ou seja, da variável de decisão que leva em consideração outros objetivos e fatores limitantes, a exemplo da taxa de renovabilidade natural (CAVALCANTE, 1998); DUARTE (1996, 1997) define recursos explotáveis como sendo "*aqueles que estão disponíveis sem que haja comprometimento do aquífero nem do meio ambiente*" e os associa com as disponibilidades hídricas do sistema, resultando no dimensionamento da potencialidade aquífera.

Sólidos Totais Dissolvidos – SomatóRio das concentrações iônicas de uma solução (água), sem a presença de colóides;

Sistema Hidrogeológico – Abrange unidades sedimentares ou um conjunto de formações litológicas com características geológicas similares, resultando em características hidrogeológicas similares em relação ao armazenamento e liberação de água subterrânea;

Sistema Hidrogeológico Poroso – Conjunto de unidades sedimentares ou formações sedimentares clásticas;

Sistema Hidrogeológico Fraturado – Conjunto de rochas ígneas e/ou metamórficas, comumente designadas como "cristalinas".

Vazão informada – Vazão informada verbalmente pelo usuário à época de um cadastramento de campo;

Vazão medida – Vazão obtida de ensaios de bombeamento.

2.6.5 As Águas Subterrâneas da Paraíba

O conhecimento sobre as águas subterrâneas do Estado da Paraíba é abordado neste documento sob dois focos de entendimento: 1º. Como um conjunto de águas subterrâneas independente da forma de sua ocorrência, fluxo ou captação, possibilitando ao gestor a visão destss aspectos, de uma forma geral, na Paraíba; 2º. Como conjuntos unificados e definidos como sistemas aquíferos, dentro de uma compreensão mais técnica, permitindo um entendimento mais específico sobre essas águas.

Um mapa hidrogeológico envolve o conhecimento de uma série de parâmetros, os quais,nem sempre, estão disponíveis na literatura e, assim sendo, exigem investimentos financeiros para obtenção, por exemplo, de permeabilidade, porosidade, transmissividade, coeficiente de armazenamento, vazão de poços, cota de boca de poço e profundidade do nível estático,

dentre outros, os quais poderão gerar mapas de fluxo das águas subterrâneas, vocação aquífera e vulnerabilidade e risco à poluição. Neste trabalho de revisão da hidrogeologia do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, não será elaborado um mapa hidrogeológico, mas, sim, um em que conste a classificação dos sistemas que poderão armazenar água subterrânea e a atual distribuição dos poços no território paraibano permitindo, assim, que vislumbremos o relacionamento entre a geologia e a hidrogeologia, refletindo os meios poroso clástico, cárstico e fraturado. Da análise do documento publicado em 2006, concordou-se que, tecnicamente, o território paraibano pode ser representado por seis (6) sistemas hidrogeológicos e, assim, foi mantida aquela classificação, sendo eles: Cristalino, Rio do Peixe, Paraíba-Pernambuco, Serra dos Martins, Aluvionar e Elúvio-coluvionar (**Figura 2.132)**.

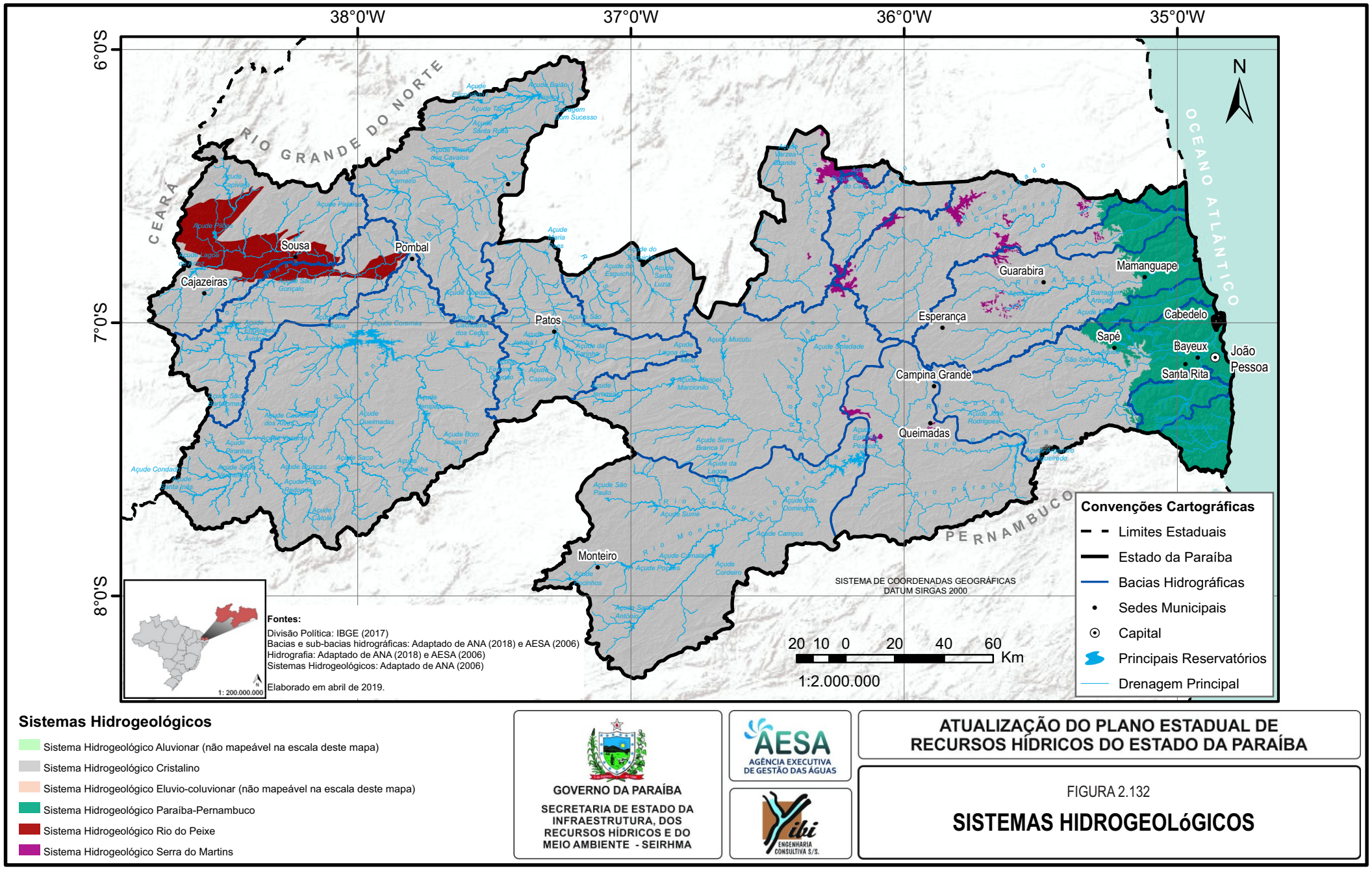
Observa-se que o Sistema Cristalino ocupa, predominantemente, 89,82% da área paraibana, seguido dos Sistemas Sedimentares Paraíba-Pernambuco (6,99%), Rio do Peixe (2,38%) e Serra do Martins (0,79%), não sendo cartografados os Sistemas Aluvionar e Elúvio-Coluvionar em função direta de suas pequenas ocorrências e da escala regional do mapa (**Tabela 2.53**).

Tabela 2.53 – Sistemas hidrogeológicos e nº de poços cadastrados na Paraíba

Sistemas Hidrogeológicos	N° de poços	Área (km²)
Cristalino	16.212,00	50.789,84
Aluvionar	0,00	0,00
Eluvio-coluvinar	0,00	0,00
Paraíba-Pernambuco	1.415,00	3.956,58
Rio do Peixe	1.526,00	1.347,13
Serra do Martins	208,00	449,51
Total	**19.361,00**	**56.543,06**

Dos 19.363 poços existentes no SIAGAS, a predominância está no Sistema Cristalino (83,73%%), seguido dos poços no Sistema Rio do Peixe (7,88%), Paraíba-Pernambuco (7,30%) e Serra do Martins (1,07%). Apesar da ausência de dados, tem-se a absoluta certeza da existência de poços construídos no Sistema Aluvionar, em particular, até mesmo porque as águas desse ambiente representam a permanência de inúmeras famílias no sertão paraibano, caso comum no nordeste brasileiro, onde a Aluvião é explotada por poços tubulares rasos que captam suas águas freáticas, direcionadas para consumo humano e utilidades diversas.

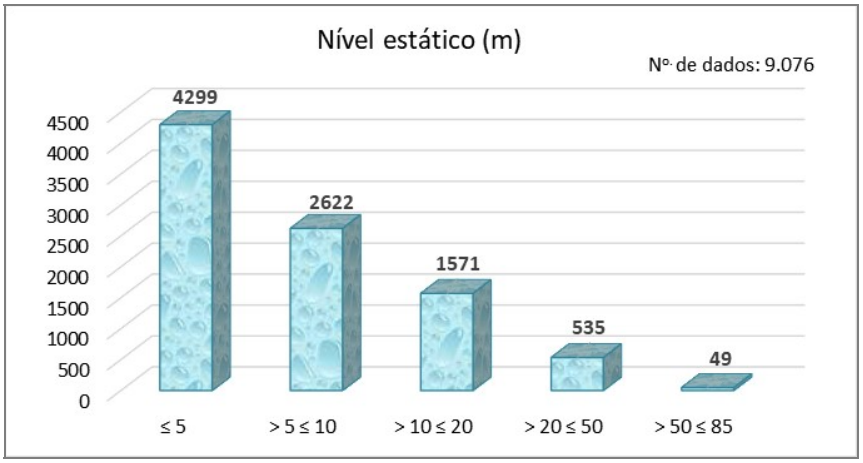
A profundidade onde se encontra água subterrânea, a partir da superfície, é denominada, tecnicamente, de nível estático. Ele deve ser medido para cada sistema aquífero e, quando utilizado mais especificamente, a exemplo da construção de mapas de fluxo hídrico subterrâneo, é necessário se conhecer a data de obtenção desse dado e as características das condições de funcionamento do poço no qual está sendo realizada a medida e dos poços em determinado raio de interferência. Quando um poço capta água de mais de um aquífero, convém ressaltar que pode ocorrer interferência de posicionamento de nível estático, particularmente, quando se trabalha com meios confinados.


38°0'W
37°0'W
36°0'W
35°0'W
6°0'S
7°0'S
8°0'S
N
CEARÁ
RIO GRANDE DO NORTE
PERNAMBUCO
OCEANO ATLÂNTICO
Sousa
Pombal
Cajazeiras
Patos
Monteiro
Guarabira
Mamanguape
Esperança
Cabedelo
Sapé
Bayeux
João Pessoa
Santa Rita
Campina Grande
Queimadas
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM SIRGAS 2000
20 10 0 20 40 60 Km
1:2.000.000
1: 200.000.000
Fontes:
Divisão Política: IBGE (2017)
Bacias e sub-bacias hidrográficas: Adaptado de ANA (2018) e AESA (2006)
Hidrografia: Adaptado de ANA (2018) e AESA (2006)
Sistemas Hidrogeológicos: Adaptado de ANA (2006)
Elaborado em abril de 2019.
Convenções Cartográficas
Limites Estaduais
Estado da Paraíba
Bacias Hidrográficas
Sedes Municipais
Capital
Principais Reservatórios
Drenagem Principal
Sistemas Hidrogeológicos
Sistema Hidrogeológico Aluvionar (não mapeável na escala deste mapa)
Sistema Hidrogeológico Cristalino
Sistema Hidrogeológico Eluvio-coluvionar (não mapeável na escala deste mapa)
Sistema Hidrogeológico Paraíba-Pernambuco
Sistema Hidrogeológico Rio do Peixe
Sistema Hidrogeológico Serra do Martins
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 DO ESTADO DA PARAÍBA
FIGURA 2.132
SISTEMAS HIDROGEOLóGICOS

Sem dados de perfis técnico-construtivos e perfis litológicos, muito usual quando os dados pertencem a poços construídos para usuários comuns e sem fiscalização da obra, o nível estático encontrado no poço dá um posicionamento geral da profundidade da água subterrânea local para aquela obra de captação.

Os dados trabalhados neste documento mostram que, dos 19.363 poços cadastrados, 9.076 (46,87%) possuem dados de nível estático, oscilando de poucos metros até 85m, mas que, predominantemente, denotam um comportamento freático (raso), considerado quando a água subterrânea se encontra até 20,0m de profundidade, com 8.492 deles (93,56%) situados nessa condição, seguidos de 535 (5,89%) posicionados entre 20 e 50m e 49 (0,53%) entre 50 e 85m (**Figura 2.133**), com as águas deste último intervalo, seguramente, sendo captadas de aquíferos mais profundos ou de poços localizados em cotas topográficas mais elevadas.

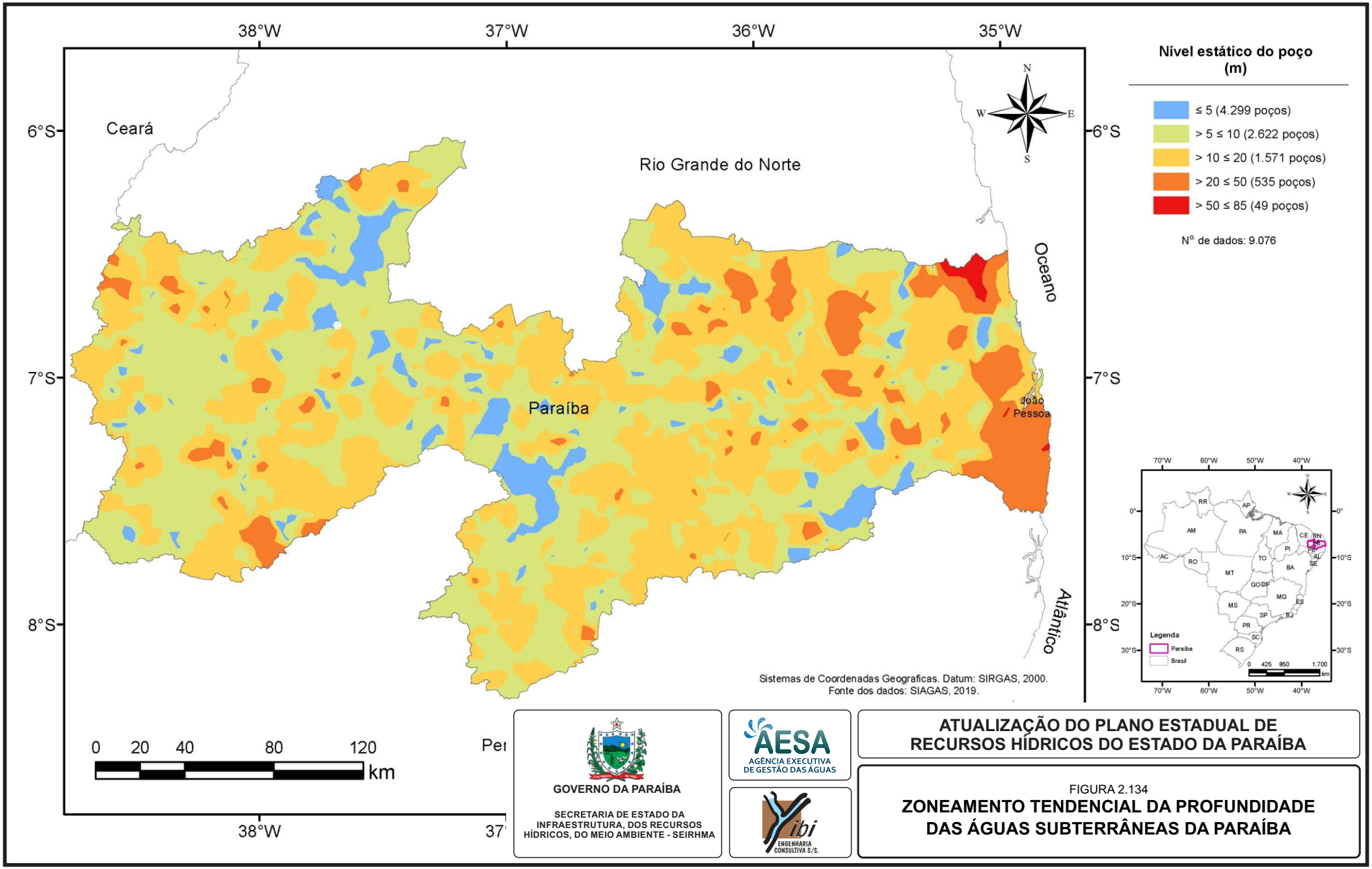
Figura 2.133 - Profundidade (Nível estático) das águas subterrâneas da Paraíba



Fonte dos dados: SIAGAS, Março/2019

O mapa de zoneamento tendencial da profundidade das águas subterrâneas (**Figura 2.134**) mostra que os valores de nível estático entre 20 e 50m (535 poços) encontram-se, predominantemente, na região leste e, entre 50 e 85m (49 poços), no extremo nordeste do Estado. Essa região que bordeja a faixa costeira pertence ao Sistema Hidrogeológico Paraíba-Pernambuco, composto por litotipos sedimentares e com águas que podem estar localizadas em níveis mais profundos, haja vista a existência de aquíferos confinados.

Essa distribuição espacial da profundidade das águas subterrâneas na Paraíba reflete, prioritariamente, na ocorrência dos sistemas hidrogeológicos, onde o Sistema Cristalino (Fraturado) geralmente detém um nível estático inferior a 20m, sendo predominante em nível estadual. As menores profundidades da água em sub-solo, até 5m, estão associadas às ocorrências dos Sistemas Aluvionar e Colúvio-Eluvionar, as quais, no geral, designam manchas clásticas, rasas e de elevadas vulnerabilidades, com águas sub-aflorantes e altamente susceptíveis aos impactos da poluição antrópica, particularmente, quando correlacionadas ao uso e ocupação, a exemplo dos núcleos urbanos onde dados qualitativos de águas subterrâneas, no âmbitomundial, e, especificamente, no Brasil, ressaltam elevadíssimos níveis de nitratos associados à ausência de obras de saneamento básico.



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

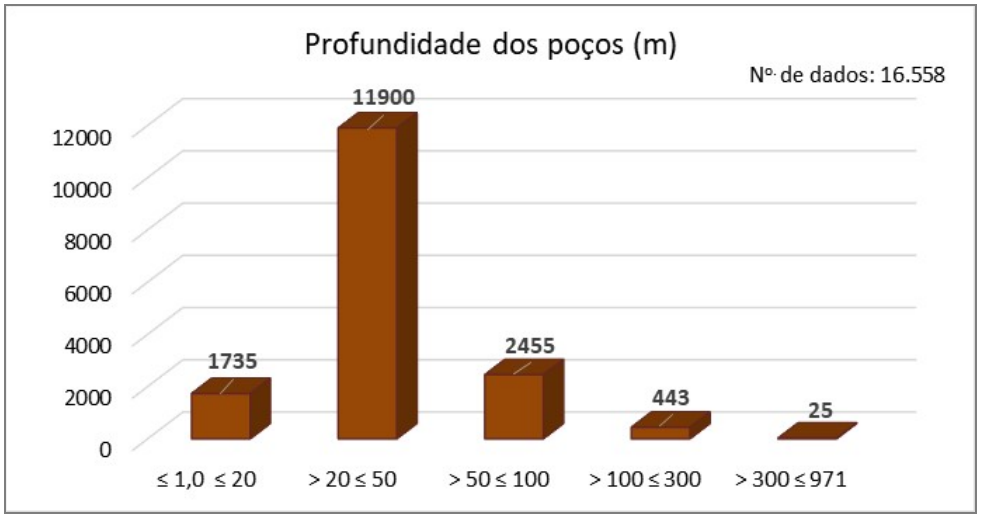
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.134

ZONEAMENTO TENDENCIAL DA PROFUNDIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA PARAÍBA

Os 16.558 dados referentes as profundidades dos poços mostram que elas oscilam de poucos metros até 971m, predominando valores entre 20m e 50m (82,34%), refletindo poços tubulares localizados no Sistema Hidrogeológico Fraturado, predominante, em termos de área na Paraíba, seguida pelos poços com profundidades no intervalo de 50 a 100m (14,82%) e inferiores a 20m (10,47%), estes geralmente construídos nos Sistemas Aluvionar e Elúvio-Coluvionar, onde predominam os poços tubulares rasos (Profundidades até 20m), construídos com trado manual e poços manuais (escavados, cacimbas) (**Figura 2.135**).
Fonte de dados: SIAGAS, Março/2019

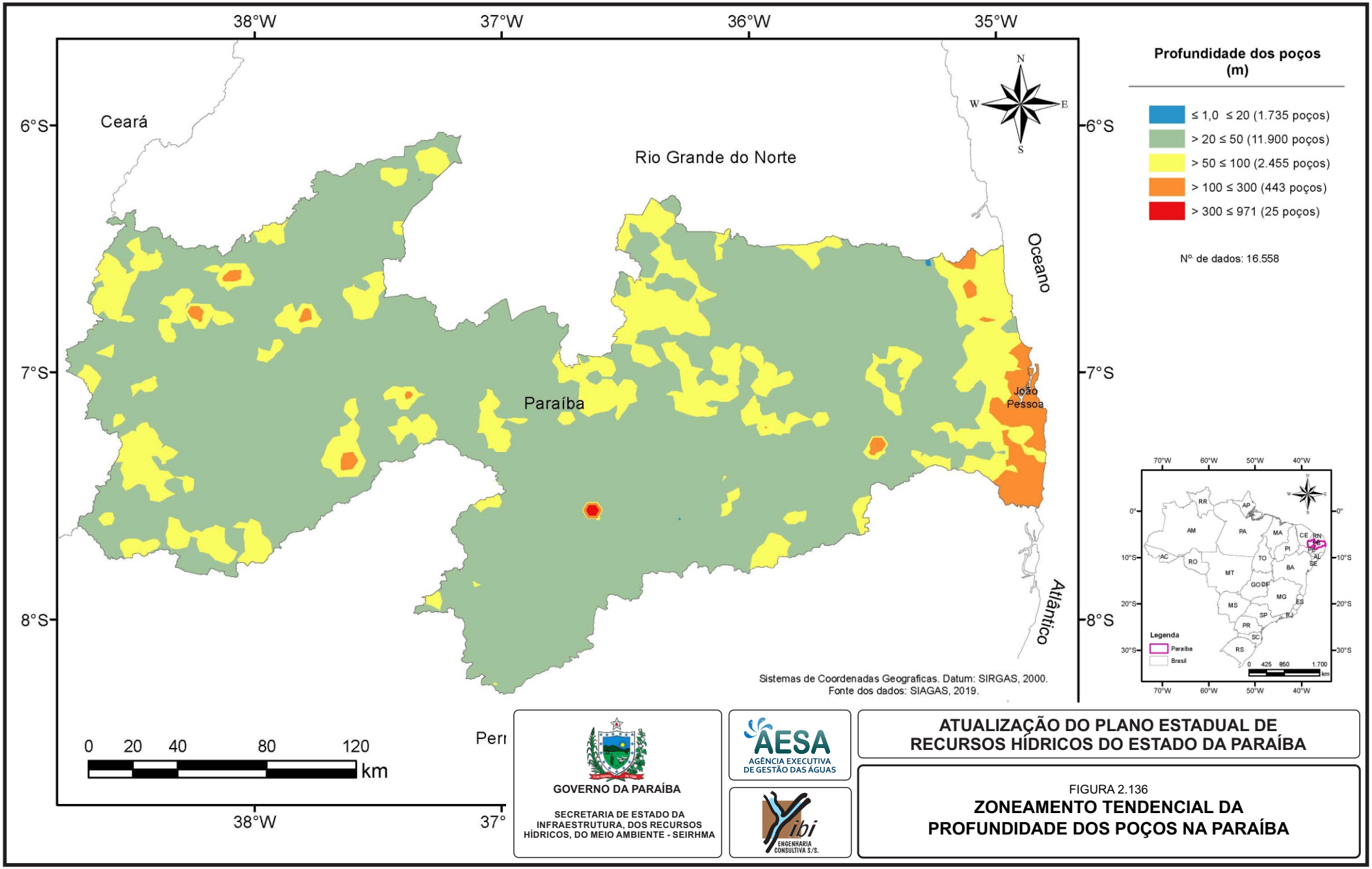
Figura 2.135 - Profundidade dos poços na Paraíba



Fonte de dados: SIAGAS, Março/2019

Os poços com maiores profundidades, intervalo de 100 a 971m, representam 2,82% e estão dispersos na Paraíba, observando-se que aqueles que possuem profundidades entre 100 e 300m distribuem-se aleatoriamente, na porção oeste do Estado, concentrando-se na faixa costeira (Porção leste) e captando aquíferos sedimentares. Os de maiores profundidades (300 a 971m) encontram-se na porção centro sul, certamente captando aquíferos confinados e profundos (**Figura 2.136**).

A vazão do poço reflete o volume de água captado em um determinado tempo, sob condições específicas de um equipamento de bombeamento. Dos 16.363 poços cadastrados, apenas 6.922 (42,30%) possuem dados de vazão medida, refletindo uma predominância de valores inferiores a 2,0 m³/h (55,57%), típicas do Sistema Cristalino onde as águas encontram-se armazenadas em zonas de fraturas, e o meio possui fraca vocação aquífera, seguidas do intervalo superior a 2,0 até 5,0 m³/h (27,96%). O número de dados de vazão também reflete a ausência de testes de bombeamento nos poços tubulares rasos, os quais, no geral, são construídos para atender pequenas demandas hídricas, e o proprietário não executa nem o ensaio de bombeamento para conhecer a vazão segura e, muito menos, realiza análise físico-química e bacteriológica, para conhecer a qualidade da água que utiliza.



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

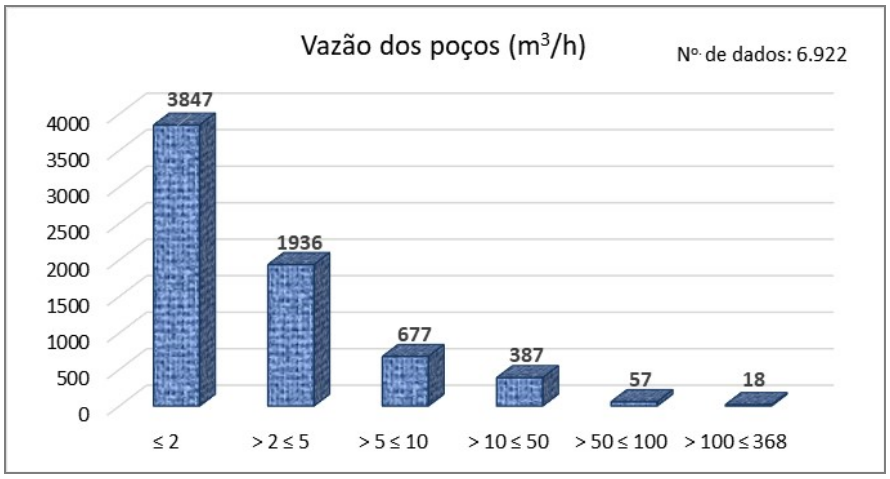
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.136

ZONEAMENTO TENDENCIAL DA PROFUNDIDADE DOS POÇOS NA PARAÍBA

Ressalta-se, todavia, a existência de vazões acima de 50 m³/h, chegando a 368 m³/h, anômalas comparativamente àquelas encontradas no ambiente cristalino. Seguramente, tais valores refletem aquíferos sedimentares com elevada vocação aquífera, com bons projetos técnico-construtivos de poços tubulares e construídos sob critérios técnicos compatíveis ao investimento (**Figura 2.137**). Normalmente, poços com elevadas vazões estão direcionados ao abastecimento público ou associados a grandes empreendimentos particulares.

Figura 2.137 - Vazão dos poços na Paraíba



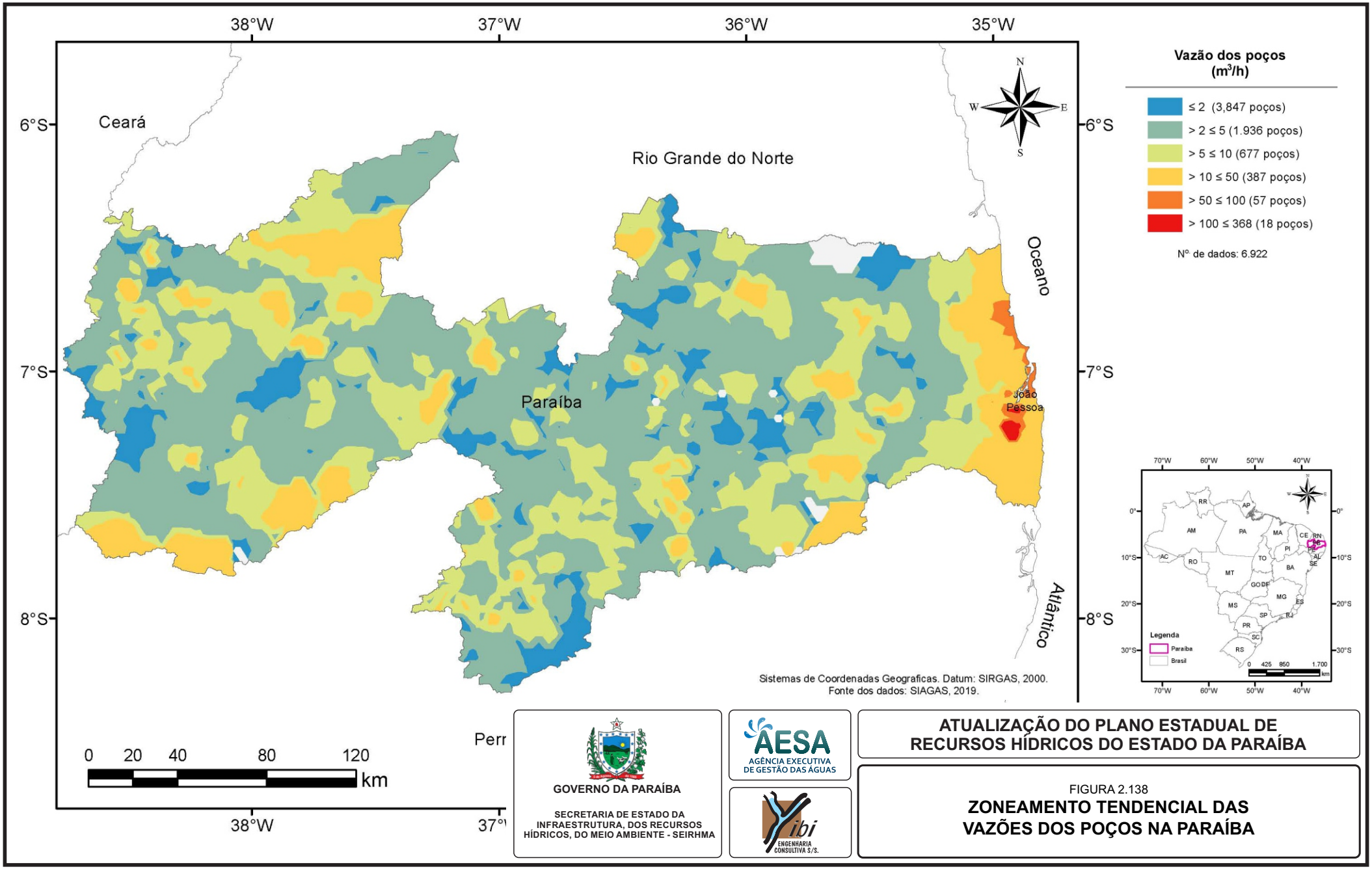
Fonte de dados: SIAGAS, Março/2019

As vazões inferiores a 50m³/h encontram-se dispersas no território e as mais elevadas, entre 50 e 368 m³/h, são correlacionáveis aos litotipos sedimentares, que representam aquíferos porosos, predominantemente clásticos, os quais ocorrem na porção leste da Paraíba (**Figura 2.138**), mas se observa que não existe uma correlação direta entre os poços mais profundos, acima de 300m, e as vazões acima de 50m³/h, como exemplificado nas **Tabelas 2.54** e **2.55**.

Tabela 2.54 - Profundidades muito elevadas de poços tubulares construídos na Paraíba

N° SIAGAS	Localização	Município	Prof. (m)	NE (m)	Q (m³/h)	CE (µS/cm)
2600039344	Barbosa	Serra Branca	**800**	8	1	2400
2600045377	Sede	Mogeiro	**470**	4	4	-
2600054923	Estação	Sousa	**971**	-	-	-
2600054930	Povoado Cajuí	Triunfo	**498**	24	9	330

Fonte dos dados SIAGAS, 2019
Legenda: Prof. – Profundidade do poço; NE – Nível estático; Q – Vazão; CE – Condutividade elétrica.



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.138

ZONEAMENTO TENDENCIAL DAS VAZÕES DOS POÇOS NA PARAÍBA

Tabela 2.55 - Profundidades e vazões elevadas de poços tubulares construídos na Paraíba

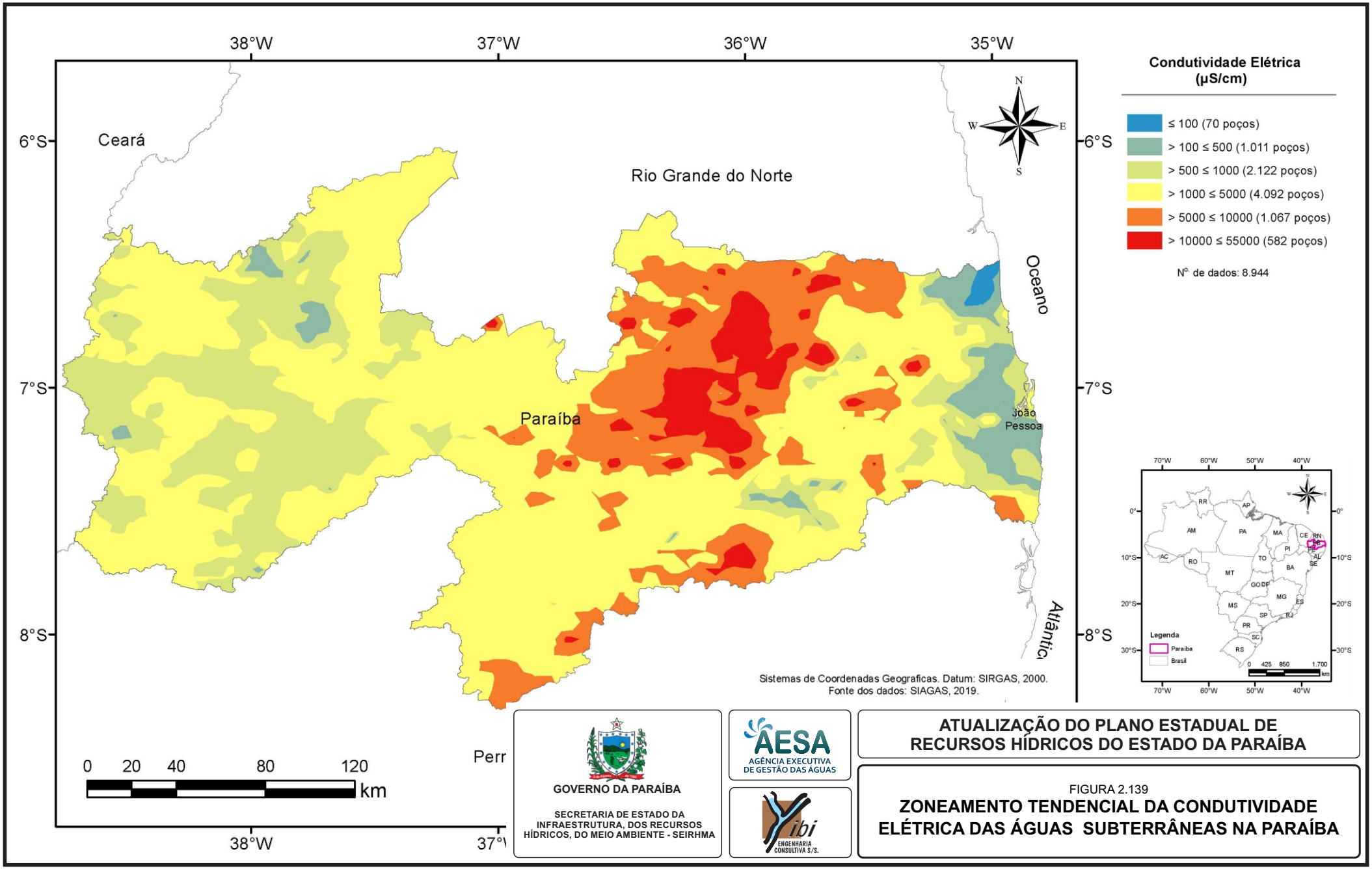
N° SIAGAS	Localização	Município	Q (m³/h)	Prof. (m)	NE (m)	OBS
2600006505	Bayeux II	Bayeux	**117**	224	1	
2600006506	Bayeux III	Bayeux	**112**	206	9	
2600008446	João Pessoa (Buraquinho)	João Pessoa	**144**	373	5	
2600008450	Tambaú	João Pessoa	**113**	386	28	
2600008459	Cabedelo II	Cabedelo	**123**	235	1	
2600008470	Mares	Bayeux	**210**	292	29	
2600008472	Aluvião do Rio Gramame	João Pessoa	**368**	23	5	
2600009686	Bayeux III	Bayeux	**112**	206	9	
2600042191		Cabedelo	**142**	226	1	
2600042192		Cabedelo	**117**	235	1	
2600042195		Cabedelo	**158**	250	3	
2600042327	Bayeux III	Bayeux	**177**	224	1	
2600042328	Bayeux III	Bayeux	**112**	206	9	
2600042344		Bayeux	**160**	300	55	
2600042472		Caapora	**113**	220	7	
2600042504	Praia o Poço	Cabedelo	**100**	60	4	
2600042509	BR-230	Cabedelo	**136**	100	4	
2600045155	UFPB-6	João Pessoa	**120**	180	49	
2600057829		Caapora	**110**	238	22	

Fonte dos dados SIAGAS, 2019

Legenda: Prof. – Profundidade do poço; NE – Nível estático; Q – Vazão; CE – Condutividade elétrica

Os aspectos quanti-qualitativos das águas subterrâneas são importantes para se poder gerenciar os recursos hídricos subterrâneos. Porém, dentro de uma avaliação na escala regional, raramente se tem análises qualitativas em número que possibilite uma interpretação maior, sendo mais comum no decorrer de um cadastramento de poços, medida a condutividade elétrica das águas. Tal parâmetro é entendido como a capacidade da água de conduzir corrente elétrica e pode ser traduzido em concentração iônica da água.

Assim, nos 16.363 poços existentes no SIAGAS, tem-se 8.944 (54,65%) com medidas de condutividade elétrica de suas águas que denotam uma grande variação, oscilando de poucos a até 55.000 µS/cm a 25ºC. Existe uma predominância de valores entre 1.000 a 5.000 µS/cm a 25ºC (45,75%), os quais, transformados para valores de Sólidos Totais Dissolvidos – STD, refletem concentrações de STD oscilando de 600 a 3000 mg/L. Valores até 1.000 µS/cm (STD de 600 mg/L) foram encontrados em 3.203 amostras (35,81%), e valores extremamente anômalos foram registrados oscilando de 10.000 a 55.000 µS/cm (STD de 6.000 a 33.000 mg/L) e representam somente 6,50% das amostras de águas subterrâneas (**Figura 2.139**).



GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Ybi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

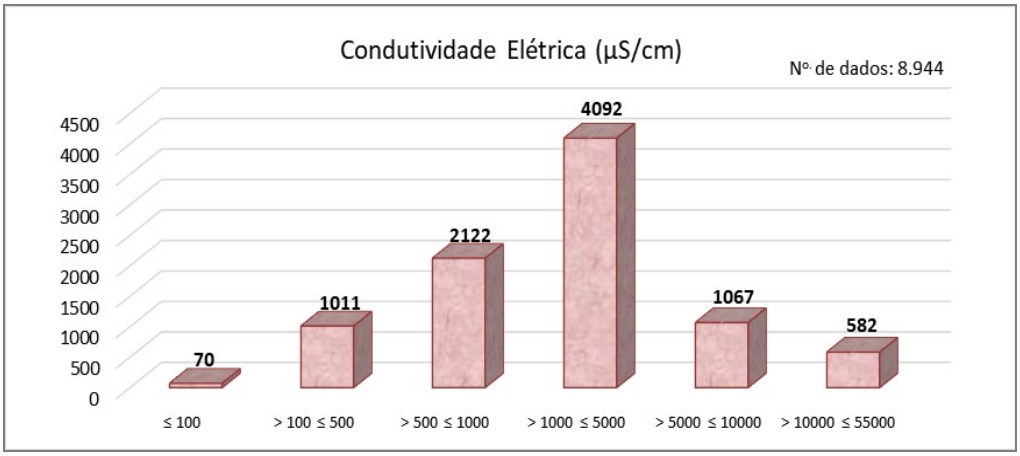
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.139

ZONEAMENTO TENDENCIAL DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA PARAÍBA

Normalmente, as maiores concentrações de sais dissolvidas das águas subterrâneas estão associadas ao Sistema Cristalino (Fraturado), mercê da renovabilidade das suas águas em função da precipitação atmosférica e uma lixiviação de solos, que causa a migração de sais para sub-superfície. Os menores valores de condutividade elétrica estão localizados no extremo leste, faixa costeira, e os valores anômalos, na porção centro-norte do Estado (**Figura 2.140**)

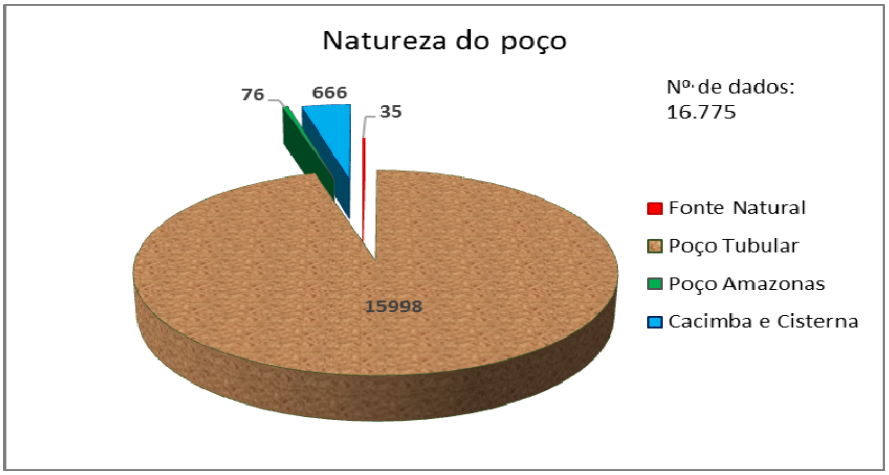
Figura 2.140 - Condutividade elétrica das águas subterrâneas na Paraíba



Fonte de dados: SIAGAS, Março/2019

Em relação à natureza dos poços da Paraíba, existem informações para 16.775; 85,42% do total de poços cadastrados, ressaltando-se a predominância (95,36%) de poços tubulares, ficando o restante para os poços escavados (Cacimbas, amazonas e cisternas) e fontes naturais (**Figura 2.141**). Tal fato pode ser diretamente correlacionável à predominância do Sistema Hidrogeológico Cristalino, no âmbito da Paraíba onde, em função de seus litotipos, a prática da construção de poços escavados e a ocorrência de fontes é restrita.

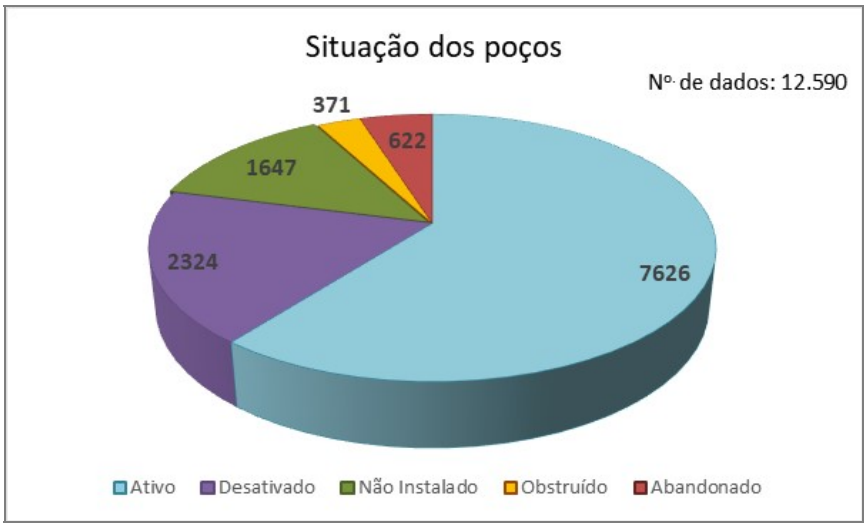
Figura 2.141 - Natureza da captação das águas subterrâneas na Paraíba



Fonte de dados: SIAGAS, Março/2019.

No que concerne à situação dos poços, existem 12.590 dados, 65% dos poços cadastrados, observando-se a predominância de poços ativos (60,57%), seguido pelos poços desativados (18,45%) e somente um pequeno percentual de obras obstruídas (2,94%) (**Figura 2.142**). No geral, o somatóRio de poços ativos com os não instalados e, certamente, os poços desativados, mas que podem ser recuperados, demonstra que existe um potencial expressivo de obras captando, ou que podem captar, as águas subterrâneas para usos em diversos setores. Normalmente, no decorrer de qualquer cadastro de poços em campo, encontram-se poços desativados por vários motivos, desde a retirada da bomba para conserto, por motivos de limpeza, e a respectiva paralisação temporária do poço, , por reparos em instalação elétrica e, até mesmo, por problemas políticos que ocorrem em pequenas comunidades, cuja população sofre com os devaneios políticos absurdos e irresponsáveis.

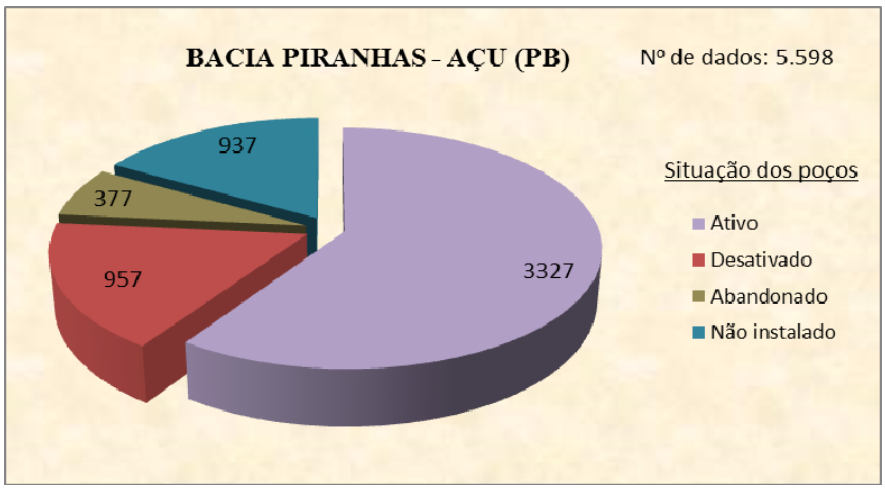
Figura 2.142 - Situação dos poços na Paraíba



Fonte de dados: SIAGAS, Março/2019.

Exemplo da situação dos poços por bacia hidrográfica é ilustrado na **Figura 2.143**, em que 5.598 dados de poços cadastrados até 2005 mostram que a água subterrânea da Bacia Piranhas – Açu, porção Paraíba, é direcionada, principalmente, para usos múltiplos (41,5%). 4% destinam-se ao uso, exclusivamente, doméstico, e, embora 17,7% das fichas técnicas não tenham dados sobre o uso da água, acredita-se que, por serem poços construídos, principalmente, para usuários comuns (maioria em residências), o uso principal seja, também, direcionado ao caráter doméstico. Desse modo, é possível que 53,7% dos poços sejam utilizados para uso doméstico (ANA/IBI, 2011).

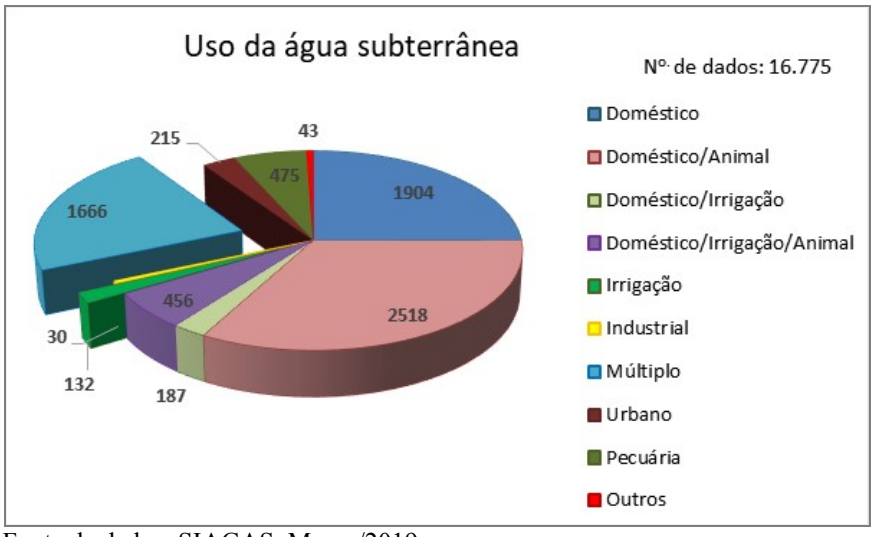
Figura 2.143 - Situação dos poços na Bacia Piranhas – Açu (PB)



Fonte: ANA/IBI, 2011; CPRM, 2005.

Os dados de uso das águas subterrâneas da Paraíba mostram que, predominantemente, existe o direcionamento da captação dessas águas para a utilização Doméstica/Animal (15,01%), seguido pelo Doméstico (11,35%), enquanto o uso múltiplo responde por 9,93% dos casos cadastrados (**Figura 2.144**).

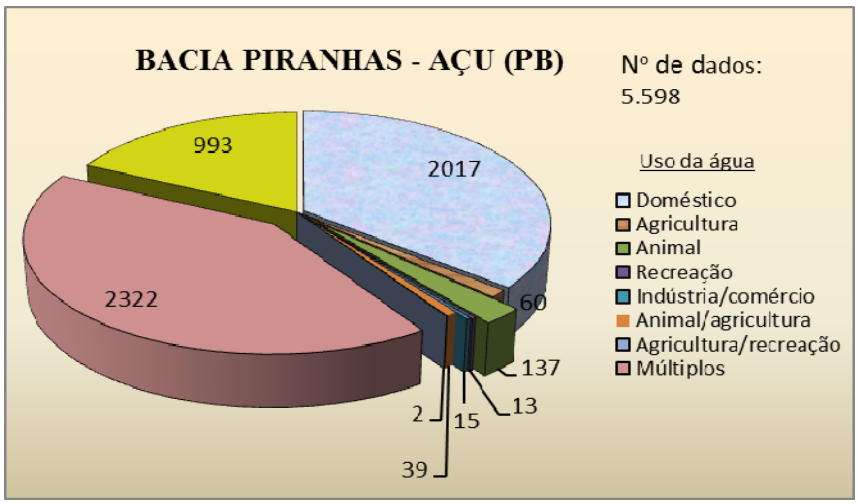
Figura 2.144 - Uso das águas captadas de poços na Paraíba



Fonte de dados: SIAGAS, Março/2019

Os dados do SIAGAS/CPRM referentes a 2005 para a Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu (Paraíba) mostram que o uso da água para múltiplas finalidades, naquela região, era o predominante (41,47%), seguido do doméstico (36,03%) e dessedentação animal (17,73%) (**Figura 2.145**) (ANA/IBI, 2011).

Figura 2.145 - Uso das águas subterrâneas na Bacia Piranhas – Açu, porção Paraíba.



Fonte: ANA/IBI, 201; CPRM, 2005.

2.6.6 Os Sistemas Hidrogeológicos

A designação de sistemas hidrogeológicos, apesar de também ser amplo, envolve o conhecimento de entrada (recarga) e saída (exutório) do sistema hídrico, além de exigir dados hidrogeológicos característicos para as diferentes classificações (Aquíferos, aquitardes, aquífugos). No território paraibano, foram identificados e classificados seis (6) sistemas hidrogeólogicos em diferentes áreas, predominando a presença do Sistema Cristalino, seguido pelo Sistema Paraíba-Pernambuco e Sistema Rio do Peixe, observando-se que os poços mais profundos, com até 971m, estão localizados no Sistema Rio do Peixe e Paraíba-Pernambuco (até 386m) e com até 144m na Serra do Martins.

2.6.6.1 Sistema Cristalino

O Sistema Cristalino ocupa 50.789,84 km² e é constituído pelo conjunto de rochas ígneas e metamórficas Pré-Cambrianas, formado, predominantemente, de termos metamórficos (Migmatitos, gnaisses, mica-xistos, filitos e quartzitos), além de granitos. Essas litologias básicas apresentam-se fazendo parte de associações lito-estratigráficas de idades, as quais variam desde o Arqueano até o Neo-Proterozóico, originadas em ambientes geotectônicos diversos, resultando em uma complexidade tectono- estrutural e, consequente, variedade lito-estratigráfica de difícil individualização.

Ainda assim, pode-se verificar que o Sistema Cristalino é constituído de 3 (três) mega-associações lito-estratigráficas bem distintas, da seguinte forma: 1) Rochas constituintes do embasamento Arqueno e/ou Paleoproterozóico, representadas por migmatitos, ortognaisses e granitóides diversos; 2) rochas constituintes de coberturas supracrustais, de idades Paleo, Meso e Neoproterozóica, desenvolvidas em cinturões orogênicos, representadas por meta-sedimentos com predominância de xistos e, subordinamente, por outros meta-sedimentos, como quartzitos, meta-arcósios, filitos, calcários cristalinos (mármores) e outras rochas cálcio-silicáticas, entremeadas ou associadas a rochas vulcano-clásticas e metavulcânicas diversos, básicas a ácidas, entre outras rochas resultantes de atividades vulcânicas, posteriormente metamorfisadas, e; 3) os granitóides diversos (granitos, granodioritos, dioritos, etc.) que intrudiram as rochas supracrustais no desenvolvimento dos cinturões orogênicos ou

estão, geneticamente, associados à sua origem, por meio do processo de migmatização (anatexia).É possível que essa diversidade tectono-estrutural e litológica, relacionada aos demais fatores fisiográficos e climáticos, imprima caracteres hidrogeológicos diferenciais ao Sistema Cristalino. Assim, o comportamento hidrogeológico das coberturas diferiria entre si (um para coberturas paleomesoproterozoicas e outro para as neoproterozoicas) e das rochas do embasamento. Fundamentalmente, essas diferenças repousariam nos diversos tipos de porosidade eficaz (intergranular, de fraturas de juntas, de dissolução cárstica etc.), de condutividade hidráulica e, claro, nas características dimensionais dos reservatórios formados. Infelizmente, em termos de aquífero, essas avaliações ainda estão em fase incipiente (propriedades hidromecânicas e hidráulicas) ou não podem ser realizadas na atual fase de desenvolvimento tecnológico (características dimensionais dos reservatórios). Restaria uma análise da capacidade de produção de poços abertos, nessa gama de províncias hidrogeológicas possíveis do Sistema Cristalino, o que demandaria um levantamento específico das capacidades específicas dos poços e das suas características construtivas e testes de vazão, ainda indisponível na Paraíba.

Assim sendo, o Sistema Cristalino será caracterizado como um todo indiferenciado, mesmo após a simplificação geológica apresentada neste texto. Também porque a tectônica rutural Neocretássica responsável, segundo Albuquerque (2003), pela formação das zonas aquíferas, praticamente teria quase uniformizado o comportamento hidrogeológico de todas essas províncias hidrogeológicas.

À escala de sistema, o conjunto de rochas ígneas e metamórficas que compõem o Cristalino da Paraíba (integrante do Escudo Oriental do Nordeste do Brasil) apresenta porosidade do tipo secundária, produzida por fraturas de origens e naturezas diversas, onde as águas subterrâneas se acumulam e circulam, significativamente, apenas, naquelas em que se estabelece uma ligação mais estreita com o ciclo hidrológico, o que depende de fatores morfológicos (depressões, vales e, principalmente, rede de drenagens) e da susceptibilidade do fraturamento à formação de reservatórios permeáveis. Trata-se, portanto, de um sistema aquífero descontínuo, heterogêneo, de dimensões volumétricas praticamente não avaliáveis, principalmente em relação aos limites da profundidade das fraturas, ainda um desafio às técnicas geofísicas, entre outras, disponíveis para dimensionamento de corpos ou formações geológicas em sub-superfície.

Apesar de ser difícil, ou mesmo impossível, fazer-se abstrações do tipo Elemento de Volume Representativo, comuns às formações sedimentares aquíferas admitidas homogêneas, de dimensões e limites perfeitamente avaliáveis, nem por isso o Cristalino deixa de se comportar como um sistema aquífero, repartido, naturalmente, em bacias hidrográficas, adotadas neste Plano como unidades de abordagem quantitativa e qualitativa. Esse sistema está quase todo inserido na região semiárida. Ele apresenta disponibilidades modestas de recursos hídricos subterrâneos, quantitativa e qualitativamente, restringindo-se tais disponibilidade às zonas fraturadas produtivas, melhor classificadas, como propuseram Gustafson e Krásný (1994), segundo Manoel Filho (1996), como condutores hidráulicos ou zonas aquíferas (Albuquerque, 1984, 2003). Situações particulares ocorrem nesse sistema, condicionadas pela ocorrência de litotipos mais favoráveis, como são os quartzitos e os calcários cristalinos, os quais, adicionalmente, apresentam porosidade intersticial e cárstica, respectivamente, o que favorece as condições para o armazenamento e a circulação de água subterrânea.

- Comportamento Hidrológico

Esse comportamento diz respeito às relações do sistema aquífero e, mais especificamente, das zonas aquíferas ou dos condutores hidráulicos com o ciclo hidrológico e, particularmente, com as linhas de drenagens congruentes a zonas de falhas, segundo Siqueira (1963). Essa relação se materializa por meio dos processos naturais de recarga, circulação e descarga.

De acordo com os estudos realizados na Bacia do Rio Paraíba, sub-bacia do Alto Paraíba, a recarga se processa durante o período chuvoso, por meio do escoamento fluvial, quando os cursos d'água adquirem condições de carga que favorecem a infiltração de uma fração da lâmina escoada. É o que acusam os registros de linígrafos instalados em quatro (4) poços tubulares (**Figura 2.146**), locados às margens de riachos encaixados em fraturas e tomados como poços de observação. Um fato a ser mencionado é que os riachos apresentavam uma cobertura aluvial arenosa, pouco espessa (1 a 2m), o que deve ter facilitado o processo de recarga. Outro ponto a considerar é que a diferença entre as margens e os talvegues dos cursos d'água é de cerca de 2 (dois) metros.

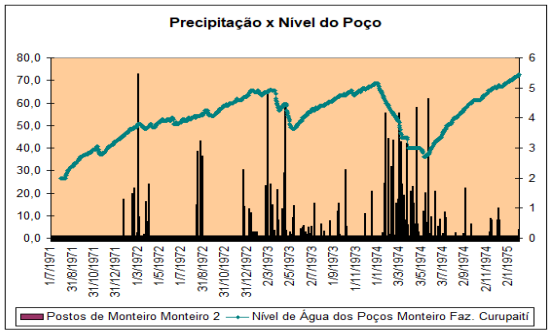
Por essas observações, consolidadas na **Figura 2.146**, o escoamento natural no plano sub-horizontal deve se verificar, apenas, durante o período de recarga, sendo comandado pelo curso d'água sobreposto à zona aquífera e, portanto, realizado de montante (local de prováveis cargas hidráulicas maiores) para jusante desse curso. O decréscimo de carga hidráulica verificado nos postos de observação, correspondente ao decréscimo do nível hidrostático, que se deve, muito provavelmente, às perdas por evapotranspiração. Tais perdas ocorrem no período de estiagem, já que nos poços observados não houve qualquer explotação, nem restituição à rede hidrográfica sobreposta. Uma comprovação dessa afirmação reside no aumento da taxa de Sólidos Totais Dissolvidos - STD, da ordem de 40%, constatado por meio da determinação de dosagens ao fim do referido período de estiagem.

Para a rede hidrográfica sobreposta à zona aquífera ou condutores hidráulicos componentes do sistema, a descarga se faz, única e exclusivamente, durante o período chuvoso, desde que a recarga eleve a carga hidráulica acima das cotas dos talvegues dos cursos d'água sobrepostos. Essas descargas, mesmo quando surgem, são insignificantes. Daí porque tais cursos d'água são efêmeros. Durante os anos de seca, a recarga é insuficiente à elevação das cargas hidráulicas acima das cotas dos talvegues da rede hidrográfica e, portanto, à formação de descargas de base.

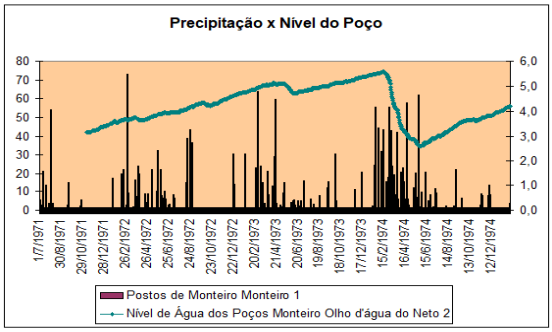
- Parâmetros Hidrodinâmicos

Um dos maiores desafios à quantificação dos recursos hídricos subterrâneos do meio aquífero cristalino, principalmente de suas reservas, é a avaliação de seus parâmetros hidrodinâmicos. Em 1996, Manoel Filho (1996) desenvolveu um novo método de cálculo de parâmetros hidráulicos de meios aquíferos heterogêneos de estrutura muito complexa, como o meio aquífero do Sistema Cristalino do Escudo Oriental do Nordeste, onde se insere o Estado da Paraíba. Esse método, denominado de "*Método da capacidade específica fractal",* baseia-se na teoria do caos, associada ao conceito de fractais, sendo aplicado ao condutor hidráulico, por ele definido como um conjunto fractal, formado pelos blocos não porosos, pelas fendas que os delimitam e pelo poço, com o qual as fendas se conectam, direta ou indiretamente. Na Paraíba, foram analisados 20 (vinte) testes de produção, incluindo medidas de recuperação do nível estático, contemplando diferentes litologias: 05 testes em gnaisses, 03 em granitos, 04 em migmatitos, 04 em xistos e 04 em filitos.

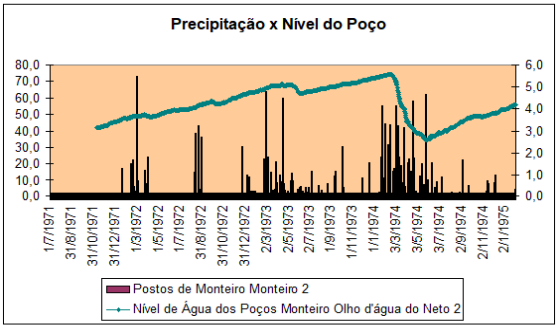
Figura 2.146 - Relação precipitação pluviométrica x variação do nível estático de poços da Bacia do Rio Paraíba, região de Monteiro-Sumé - PB



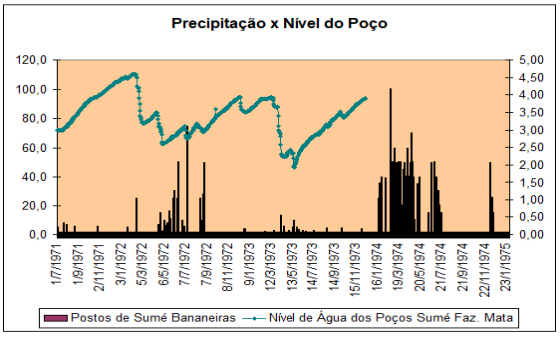
(A)



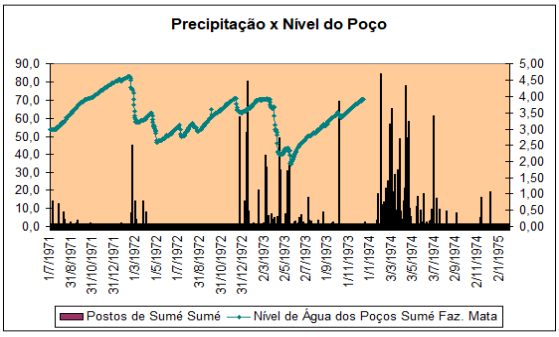
(B)



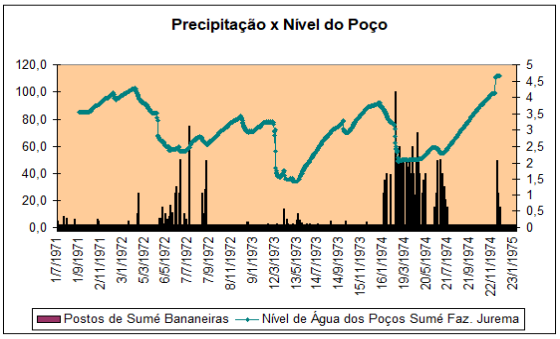
(C)



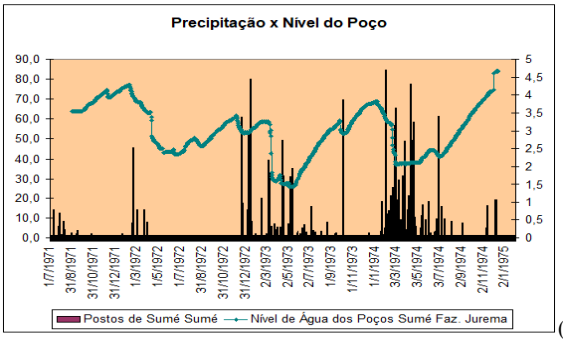
(D)



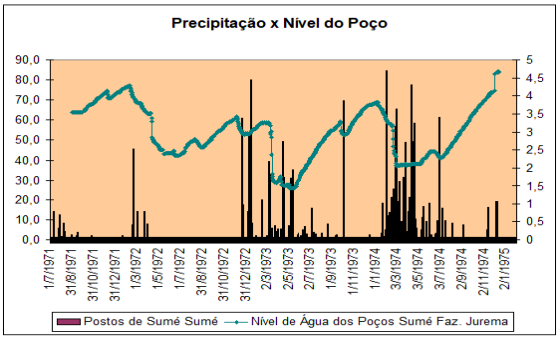
(E)



(F)



(G)



(H)

De acordo com os resultados, verifica-se que os valores da transmissividade (T), fundamentais no cálculo dos demais parâmetros hidráulicos, em testes de recuperação são muito maiores (atingindo o valor de 5,78 x 10-03 m²/s em gnaisses) que os obtidos em testes de bombeamento. Estes valores são muito semelhantes aos obtidos em todas as demais rochas, da ordem de 10-05 m²/s a 10-06 m²/s. As ordens de grandeza encontradas para os outros parâmetros foram: porosidade eficaz (ρe), de 10-03 a 10-04; permeabilidade (K) de 10-02 a 10-06 m/s, as maiores ordens para gnaisses e as menores para migmatitos; e as aberturas das fraturas, da ordem de décimos até quase 1mm.

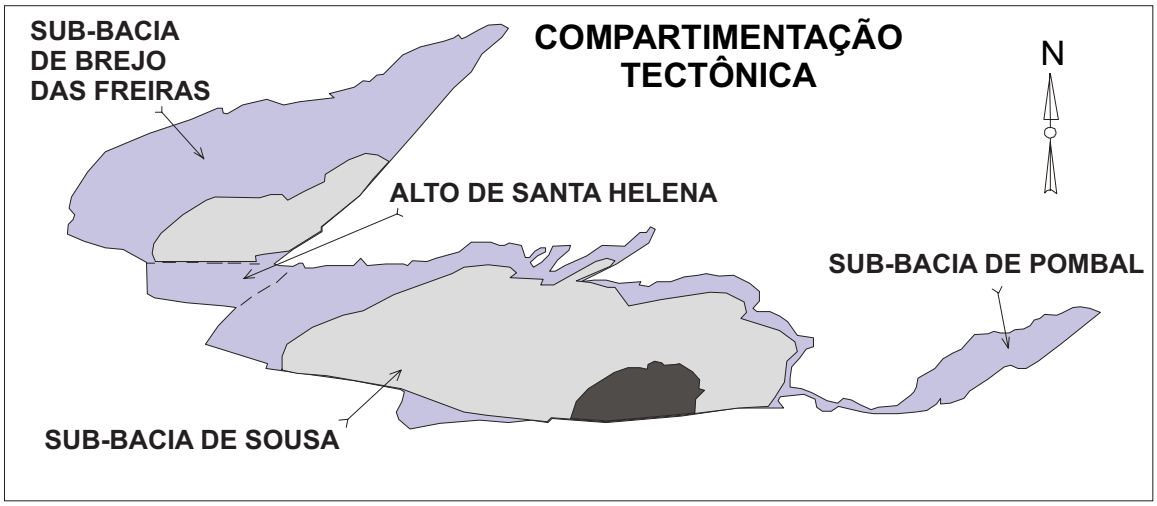
Como sempre, os valores maiores pertencem aos gnaisses, as quais se credenciam como as rochas de maiores chances de obtenção de vazões acima da média de outras rochas, o que vem ao encontro da análise estatística realizada por Albuquerque (1984) sobre a capacidade específica média obtida de 241 poços locados por geólogos da CDRM (Companhia de Desenvolvimento dos Recursos Minerais do Estado da Paraíba), os quais utilizavam critérios técnicos de identificação de rochas e de fraturas, relativamente homogêneos. Infelizmente, a amostragem atual, embora mais numerosa, não permite análise desse tipo, face à sua grande heterogeneidade técnica, particularmente a identificação de rochas.

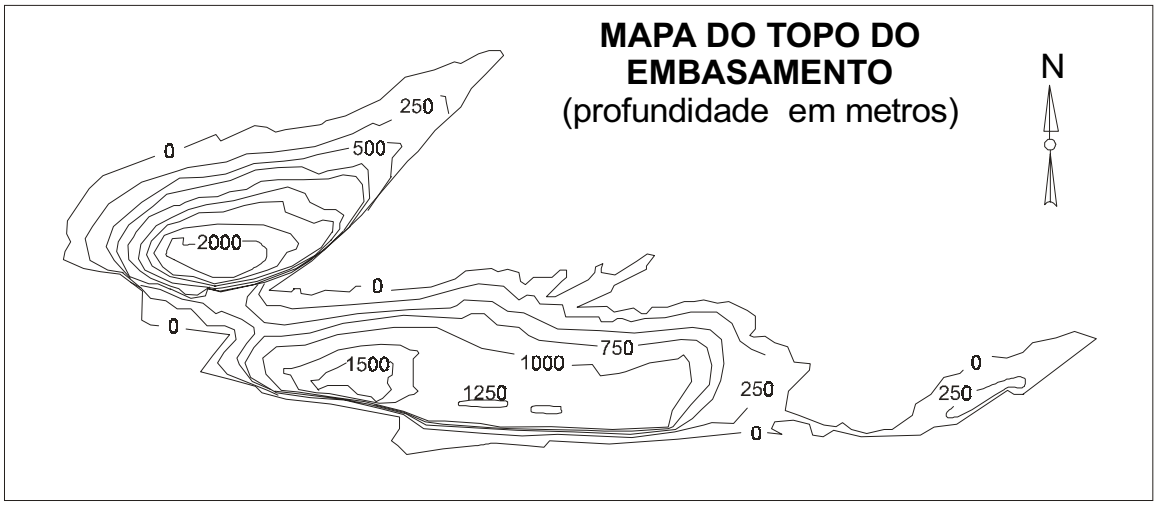
Não obstante, Manoel Filho (1996) ao analisar a capacidade específica sob a ótica do "Método da capacidade específica fractal" concluiu que "*nem a profundidade dos poços, nem a litologia, neste caso, podem ser consideradas como... fatores influentes na produtividade do poço*". Mas, como reconhece o próprio Manoel Filho, "*fica difícil avaliar, no momento, o significado das ordens de grandeza dos valores encontrados, em razão, inclusive do pequeno número de testes analisados e, portanto, de valor estatístico ainda pequeno*".

2.6.6.2 O Sistema Rio do Peixe

Ocupa 1.347,13km² no extremo noroeste do Estado, englobando os municípios de São João do Rio do Peixe (antigo Antenor Navarro), Uiraúna, Santa Helena, Triunfo e Sousa. Trata-se de uma bacia de afundamento tectônico (Graben), limitada por falhas predominantemente de gravidade, encravada no cristalino circundante. Esse graben, segundo estudos geofísicos realizados por Ponte (1991), contém grabens e horsts secundários conforme mostra a **Figura 2.147**, onde se destaca o horst que Françolin (1992) chamou de Alto de Santa Helena (*in* Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba, 2002), que divide a bacia em duas sub-bacias ou dois grabens secundários, denominados de Sub-bacias de Brejo das Freiras e Sousa, a qual apresenta um prolongamento, constituindo a Sub-bacia de Pombal.

Para compreender o arcabouço tectônico da Bacia do Rio do Peixe, Françolin, 1992 (apud CPRM/UFCG/FINEP, 2007b) realizou estudo por gravimetria, que indicou espessuras do pacote sedimentar superiores a 2000 metros na Sub-Bacia Brejo das Freiras e mais de 1500 metros na Sub-Bacia de Sousa, sendo desconhecida na Sub-bacia de Pombal (**Figura 2.147**).





GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi
ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

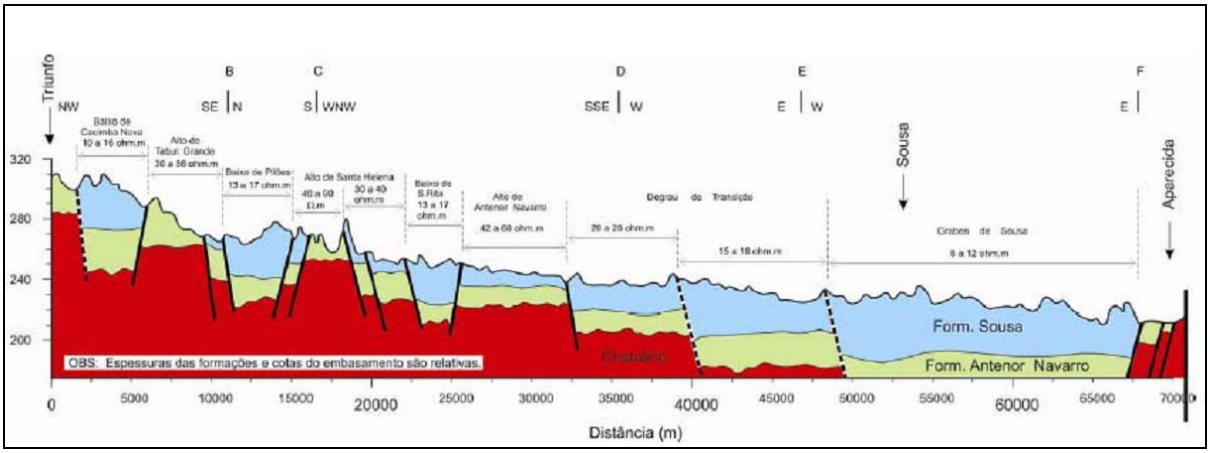
ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.147

COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA E MAPA DO TOPO DO EMBASAMENTO CRISTALINO DA BACIA DO RIO DO PEIXE

O perfil regional ilustrado na **Figura 2.148** mostra os principais aspectos estruturais tectônicos da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe, onde se observa que entre Aparecida, no limite leste da Sub-bacia Sousa, e o povoado de Melancias, e daí para norte, até a cidade de Triunfo, o substrato cristalino da bacia sobe gradativamente. Esse alçamento do substrato se dá em linhas gerais de sudeste para noroeste, tendo ocorrido em reativação tectônica relativamente recente, que deixou nítido registro na topografia da superfície da bacia. O alçamento do embasamento da bacia não se dá de maneira uniforme. Dá-se, antes, em sucessivos degraus ascendentes entremeados de blocos rebaixados cujos assoalhos são também sucessivamente ascendentes. Constituem, assim, degraus ascendentes, o chamado Degrau de Transição, o Alto de Antenor Navarro, o própRio Alto de Santa Helena e o Alto de Tabuleiro Grande. Os baixos de Santa Rita, Pilões e Cacimba Nova, intercalados entre esses degraus, constituem oscilações do topo do substrato cristalino em sua subida na direção do limite oeste da Sub-bacia Triunfo.

Figura 2.148 - Perfil topográfico e geológico

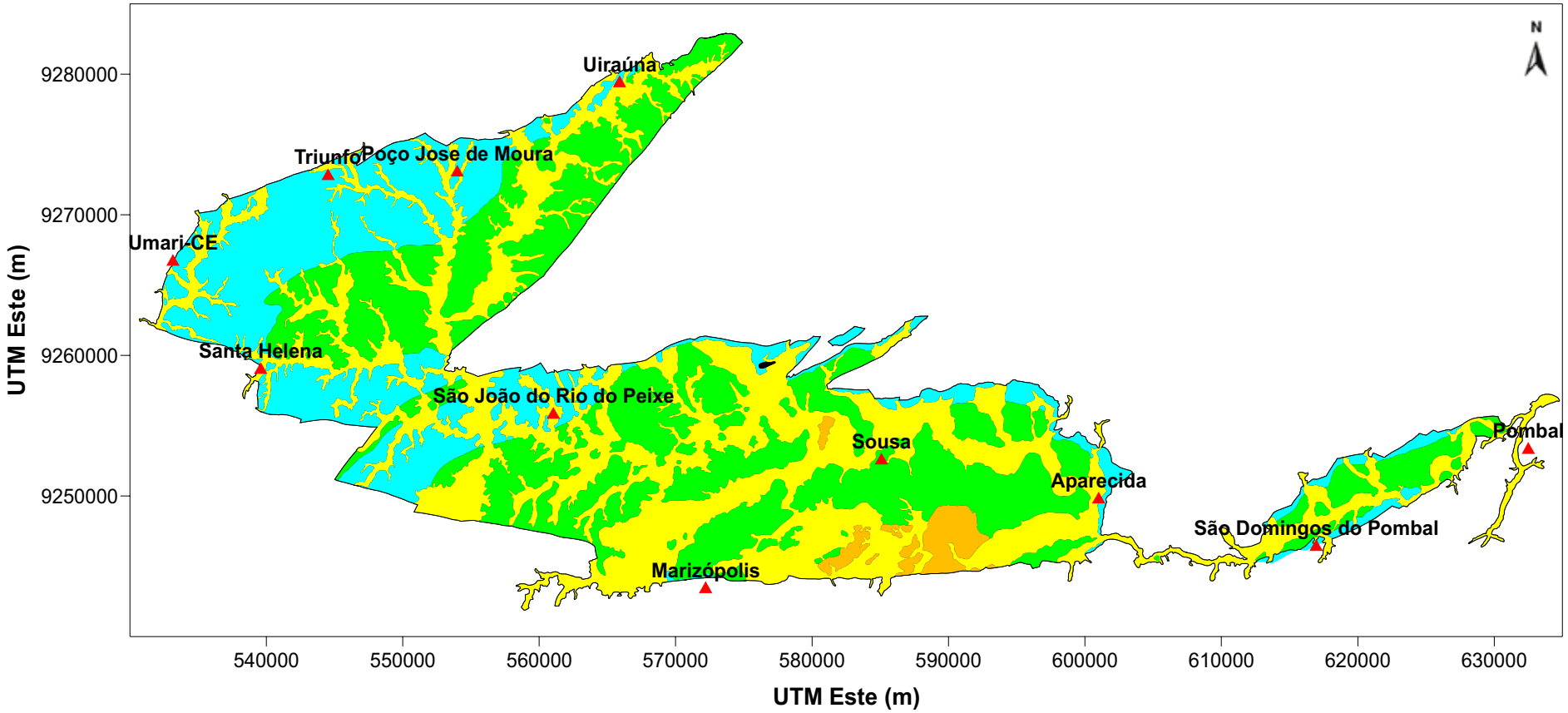


Fonte: CPRM/UFCG/FINEP, 2007b.

Ceballos et al. (2006) mostram que a Antenor Navarro (COSTA, 1964) é composta de quase 100m de arenitos médios a grosseiros, repousando sobre o embasamento cristalino; Sousa (COSTA, 1964) é constituída de argilitos, folhelhos e siltitos, com intercalações de arenitos finos a médios, totalizando cerca do 800m de espessura e, por fim, a Formação Rio Piranhas (ALBUQUERQUE, 1986) de arenitos médios e finos, com espessura de cerca de 200m e de ocorrência restrita à região ao sudeste de Sousa. A **Figura 2.149** mostra o esboço geológico da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe, resultante dos estudos de Rocha & Amaral (2007).

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 dos seguintes níveis: Antenor Navarro, Sousa Superior, Rio Piranhas e o Aquífero Aluvionar.

O Aquífero Antenor Navarro é constituído de arenitos finos, médios, conglomeráticos, tendo por substrato impermeável o cristalino Pré-Cambriano e, por limite superior, o membro inferior da Formação Sousa, constituído de folhelhos siltosos e siltitos. Trata-se, portanto, de um aquífero do tipo confinado, ao que parece, até aqui captado somente no furo de Lagoa do Forno, a julgar pelas descrições dos perfis litológicos dos poços, não condizentes com a litologia do Aquífero Inferior, descrito no citado furo, cujo perfil é mostrado na **Figura 2.150**.



Escala Gráfica

0 5 10 km

UNIDADES GEOLÓGICAS

- Aluviões
- Formação Rio Piranhas
- Formação Sousa
- Formação Antenor Navarro

LEGENDA

- Sede Municipais
- Limite da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe

FONTE: Universidade Federal de Campina Grande, Serviço Geológico do Brasil
Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Rio Do Peixe-PB - Outubro/2007.

GOVERNO DA PARAÍBA

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

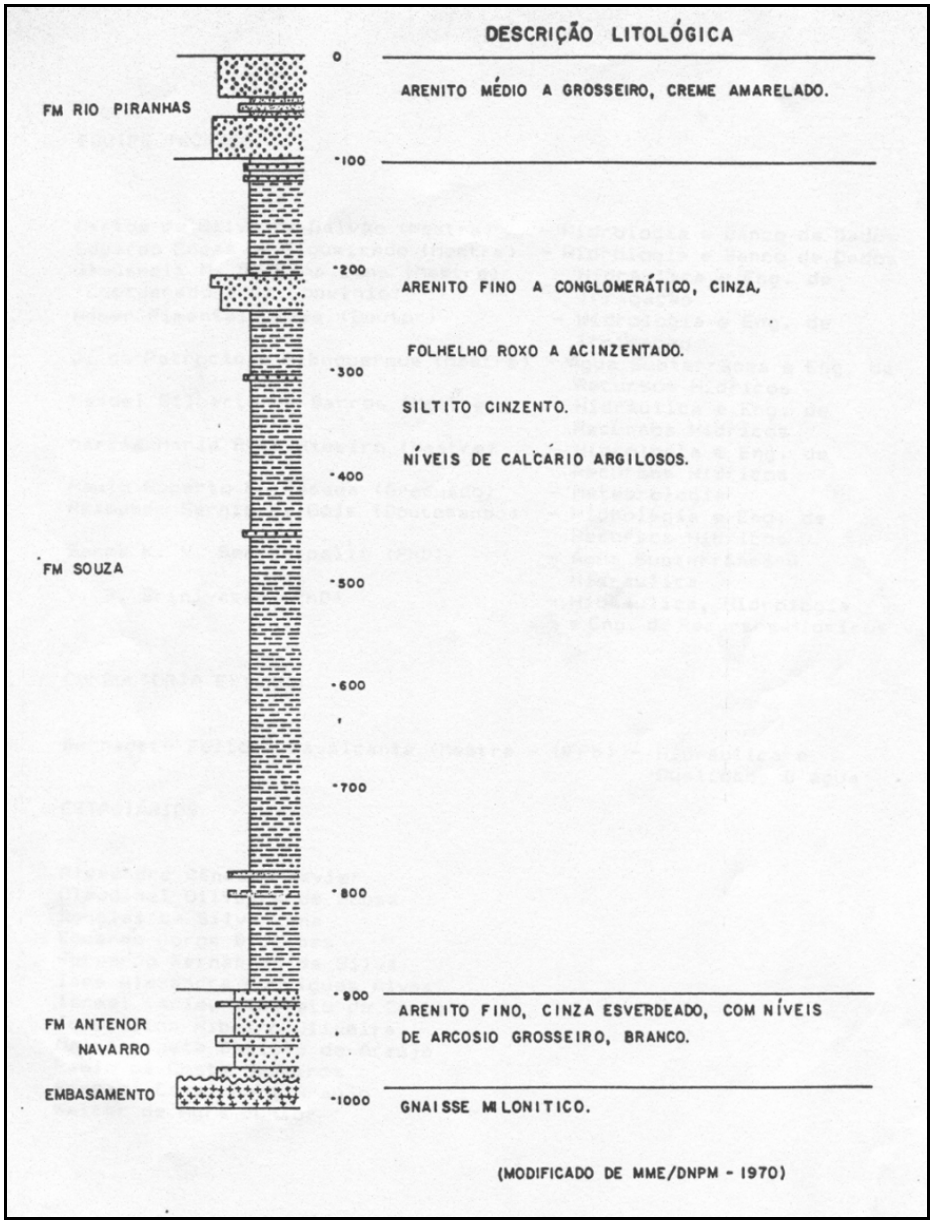
ibi ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.149

ESBOÇO GEOLÓGICO DA BACIA SEDIMENTAR DO RIO DO PEIXE (ROCHA;AMARAL; 2007)

Figura 2.150 - Coluna lito-estratigráfica da Bacia do Rio do Peixe no Furo da Lagoa do Forno/PB.



Assim, sua disposição superficial torna-se duvidosa. Novos estudos de superfície acompanhados de perfilagens sub-superficiais são necessários à definição das suas condições de jazimento, litologia, estrutura e dimensões.

O Aquífero Sousa Superior tem por arcabouço as camadas de arenitos finos a médios, de cores variadas, intercalados, em alternância irregular, nos siltitos e folhelhos micáceos e calcíferos da secção superior da Formação Sousa. Tem por embasamento, impermeável a semi-impermeável, os sedimentos da Formação Sousa Inferior, e por limite superior os siltitos e folhelhos micáceos e calcíferos do próprio membro superior.

Trata-se, portanto, de um aquífero do tipo confinado, heterogêneo e anisotrópico, o qual parece ter sido o objeto das captações até aqui encetadas. Sua espessura confunde-se com a

espessura dos níveis areníticos, localizados na seção superior da Formação Sousa. No furo de Lagoa do Forno, o nível mais espesso, de cerca de 70 metros, foi encontrado à profundidade de 220 metros, não alcançado nos poços construídos na Bacia de Sousa. A partir das informações constantes dos perfis litológicos e construtivos dos poços, os níveis areníticos mais superiores apresentam espessuras de até 45m. A participação das camadas arenosas no pacote pelítico da Formação Sousa é extremamente variável, não se podendo falar em termos proporcionais. O terceiro nível de aquífero é formado por 103,9 m de arenitos médios a grosseiros, amarelos e róseos, da Formação Rio Piranhas.

Feitosa (2006) (in CPRM/UFCG/FINEP, 2007b) ressalta que o melhor conhecimento de subsuperfície da Bacia do Rio do Peixe provém do poço estratigráfico da Lagoa do Forno, com 989,9 m e locado a 7,5 km a sudeste de Sousa, mostrando o seguinte perfil (MME/DNPM, 1970) (**Figura 2.150**):

Unidade C, perfurada até 103,95m: Arenitos amarelos e róseos, médios e grosseiros, feldspáticos, às vezes calcíferos, com intercalações sílticas e argilosas roxas. Essa unidade é atualmente conhecida como Formação Rio Piranhas.

Unidade B, separada em dois membros. Uma característica impar dessa unidade, em ambos os membros, é o caráter carbonático que vêm sendo usado pela CPRM como critério de campo para fins de mapeamento. Atualmente é denominada de Formação Sousa, que conta com dois membros dispostos da seguinte forma: a) Membro superior, perfurado entre 103,95 e 240,35 m (136,40m), representado por siltitos e folhelhos roxos e cinzentos, micáceos, calcíferos, com intercalações de finos leitos de arenitos de cores variegadas, finos a médios, geralmente calcíferos. Pela grande incidência de siltitos, esse membro tem caráter mais clástico que o membro inferior, sendo essa sua feição distintiva; b) Membro Inferior, perfurado entre 240,35 e 903,70 metros (663,35m) é composto por folhelhos silticos e siltitos, roxos, micáceos, às vezes cinzentos, todos calcíferos. Pela grande incidência de folhelhos, esse membro tem caráter mais pelítico que o membro superior, sendo essa a feição que o distingue. Na direção da base, o membro torna-se predominantemente argiloso, mostrando uma sequência de folhelhos roxos e cinzentos, sendo estes piritosos. Ocorrem ainda finas lâminas de calcários impuros e lamitos com gretas de "dissecação", nas cores cinza e verde.

Unidade A, perfurada entre 903,70 e 989,9m (86,20m), é representada por arenitos finos, feldspáticos, de cores claras, localmente com cimento silicoso, e arcósios de granulação média a grossa, com cimento argiloso e atualmente é conhecida como Formação Antenor Navarro. O autor diz que esses arenitos podem ser mais espessos em outras áreas da bacia.

A Geologia e Sondagens Ltda (1970), em seu relatório do furo de Lagoa do Forno, afirma que tais arenitos estão ressequidos. É improvável que isso ocorra dada às condições litológicas, estruturais, dimensionais e topográficas favoráveis, o pacote sedimentar referido, à acumulação e circulação de águas subterrâneas. A corroborar essa tese está a profundidade do nível estático das águas subterrâneas, entre 5,70m e 9,0m no furo de Lagoa do Forno, e de cerca de 3m em outros poços da área. Portanto, pelo menos potencialmente, trata-se de um aquífero do tipo livre, que repousa sobre o substrato impermeável constituído pela secção final de folhelhos e siltitos do membro superior da Formação Sousa, sendo sua superfície hidrostática definida pela pressão atmosférica.

Finalmente, o quarto e último nível aquífero é o contido nas aluviões que atapetam o Vale do Rio do Peixe e seus afluentes. Essas aluviões são bastante extensas superficialmente, devido ao fraco relevo da bacia, o qual favorece a constituição de planícies de inundação. Não se conhece o comportamento da espessura desssas aluviões no espaço da bacia sedimentar, mas se sabe que a

sua composição é extremamente síltica e argilosa, ficando os níveis arenosos restritos a lentes e camadas delgadas. Devem, pois, resultar em um aquífero com fraca vocação aquífera que tem por embasamento a Formação Sousa em quase toda a extensão da bacia, com exceção na parte onde se situa sobre a Formação Rio Piranhas, em que deve originar, em conjunto com essa formação, um subsistema do tipo livre.

- Comportamento Hidrológico

Esse comportamento é comandado pelas relações do sistema aquífero com o ciclo hidrológico e, particularmente, com os cursos d'água superficiais que lhes são sobrepostos. Essa relação se materializa por meio dos processos naturais de recarga, circulação e descarga. Como não se conhecem as relações hidráulicas intra-sistema, a circulação e a descarga serão descritas pelo que se conhece do comportamento do sistema como um todo.

A recarga das unidades aquíferas deve se fazer, ou por meio da infiltração de parte da precipitação pluviométrica que escapa à evapotranspiração e que se transforma em escoamento superficial, ou pela relação de troca entre os aquíferos ditada pelas suas respectivas cargas hidráulicas. Não há medidas ou estudos sobre essa recarga.

No que diz respeito à circulação, Albuquerque (1984) construiu um mapa de rede de fluxo na escala 1:100.000, em que o escoamento das águas do sistema guarda estreitas relações com as configurações geológica, hidrográfica e topográfica da bacia. O mapa de fluxo obtido seria uma expressão resultante de todas as trocas possíveis e imagináveis entre os níveis aquíferos e das explorações por poços a que o sistema estava, à época, submetido.

A análise dessa carta revela que o escoamento se faz das bordas das sub-bacias para os seus interiores, sendo influenciado pelas barreiras impermeáveis, em cujas proximidades as isopiezas se tornam paralelas. Essa influência é, sobremaneira, notável na parte onde se situa o Alto de Santa Helena, em que, por sua posição, o Cristalino, subjacente e impermeável, constitui um divisor de águas subterrâneas.

A descarga, de acordo com o mapa de rede de fluxo, faz-se para a rede hidrográfica estabelecida na bacia, sendo comandada pelos Rios do Peixe e Piranhas. Há uma influência da descarga artificial, resultante da explotação direta de níveis aquíferos captados e indireta das demais unidades aquíferas, traduzida por uma depressão da piezometria, no entorno da cidade de São João do Rio do Peixe (antiga Antenor Navarro). Na Sub-bacia de Brejo das Freiras, o açude de Pilões, localizado em seu interior, nas proximidades do Alto de Santa Helena, constitui-se em outro ponto de descarga do escoamento subterrâneo natural, uma vez que a cota do fundo do reservatório é inferior à da isopieza de 255m, o nível mínimo de operação do reservatório. Isso explicaria o fato de talreservatório, de modesta capacidade de acumulação (apenas, 13 milhões de m^3), resistir a mais de um ano de seca, o que não acontece com outros localizados na região, mesmo com capacidades maiores. Na Sub-bacia de Sousa, o ponto máximo de descarga é a confluência dos Rios Peixe e Piranhas, a qual deve continuar pela sub-bacia de Pombal (se existir conexão entre estas duas sub-bacias), saindo totalmente no Rio Piranhas, depois dos limites orientais da sub-bacia de Pombal.

- Parâmetros Hidrodinâmicos

Muito pouco se conhece sobre os parâmetros hidrodinâmicos do Sistema. Pelos dados disponíveis, apenas três ensaios de bombeamento foram realizados, determinando-se os valores dos coeficientes de Transmissividade (T) e de Condutividade Hidráulica (K). Os valores encontrados dão uma idéia das características hidráulicas de alguns níveis areníticos

da unidade aquífera Sousa Superior, carecendo de maior representatividade em termos de sistema, já que o aquífero de maior participação no Sistema Rio do Peixe, o Antenor Navarro, não foi testado. Os valores encontrados para os coeficientes de permeabilidade e de transmissividade situaram-se, respectivamente, entre $6x10^{-5}$ m/s e $2,82x10^{-6}$ m/s, e entre $6,36x10^{-4}$ e $7,33x10^{-5}$ m²/s.

2.6.6.3 Sistema Paraíba-Pernambuco

O Sistema Paraíba-Pernambuco ocorre em 3.956,58 km² e tem por arcabouço as formações que compõem a bacia sedimentar homônima. Todas essas formações ocorrentes na faixa costeira constituem aquíferos de importância hidrogeológica, maior ou menor, variável em função da composição litológica e das características dimensionais de cada formação. Aluviões, sedimentos de praias e dunas têm uma expressão hidrogeológica secundária e acessória, em termos de ocorrência e vazão, assim como os calcários da Formação Gramame. As demais formações constituem aquíferos importantes no contexto hidrogeológico da região costeira, principalmente, o Beberibe e o Barreiras.

De acordo com as características hidro-estratigráficas e hidrostáticas, os aquíferos da bacia costeira, de uma maneira geral, podem ser reunidos em dois (2) sub-sistemas distintos a seguir: a) O sub-sistema livre, contido predominantemente no Barreiras e, eventualmente, nos sedimentos inconsolidados do Quaternário (Sedimentos de praia, dunas e aluviões) que se lhe sobrepõem e, 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; b) o sub-sistema confinado, o mais importante da bacia, contido nos arenitos quartzozos e/ou calcíferos da Formação Beberibe/Itamaracá, cujo nível confinado superior é variável, ora representado pelas margas da Formação Gramame, ora pelos níveis argilosos inferiores da Formação Guararapes e do Barreiras, ora por lentes argilosas que ocorrem no topo da Formação Beberibe inferior/base da Formação Itamaracá, tendo como nível impermeável inferior, invariavelmente, o substrato cristalino Pré-Cambriano.

- Comportamento Hidrológico

As condições regionais de alimentação desses sub-sistemas são excelentes, em função das características climáticas e fisiográficas (com ênfase à morfologia) muito favoráveis, conforme explicitado anteriormente. As taxas de infiltração efetiva, relacionadas à pluviometria, têm estimativas bastante ponderáveis, desde 10% até 30% das precipitações médias ao ano, à escala de sistema. A repartição dessa infiltração por aquífero e, mesmo por sub-sistema, é desconhecida. A circulação regional dos dois sub-sistemas é a mesma: em gradientes suaves e com significativos volumes, ou restituídos aos rios, via de regra, perenizando-os, ou escoados diretamente ao mar, anualmente. Também são desconhecidas as descargas aos cursos d'água superficiais e ao mar, nas escalas de aquífero e de sub-sistema aquífero.

- Parâmetros Hidrodinâmicos

Em relação aos parâmetros hidrodinâmicos, apenas são conhecidos alguns valores do coeficiente de Transmissividade do Aquífero Beberibe Inferior. Seus valores variam entre um mínimo de $3,2 \times 10^{-4}$ m²/s e um máximo de $3,6 \times 10^{-3}$ m²/s, com média de $1,5 \times 10^{-3}$ m²/s. Para os demais aquíferos, desconhecem-se este e outros parâmetros hidráulicos.

2.6.6.4 Sistema Serra dos Martins

O Sistema Aquífero Serra dos Martins possui 449,51 km² e está contido na formação lito-estratigráfica homônima, sendo constituído de arenitos finos, médios e grosseiros, pela ordem de predominância, com intercalações de argilitos em camadas de espessuras e profundidade de ocorrências variáveis. Esse sistema é, por condicionamento geomorfológico, espacialmente descontínuo, nas "serras" de Areia, Solânea, Araruna, Bombocadinho e Cuité/Nova Floresta, localizadas nos municípios paraibanos homônimos, sendo que esta última fração projeta-se, também, para o Estado do Rio Grande do Norte, ficando sua área dividida em partes iguais para os dois Estados. Em termos de área, essas exposições do Sistema, no domínio territorial do Estado da Paraíba, não ultrapassam mais que 200 km², assim distribuídos: Cuité (60 km²); Araruna (50 km²); Solânea (20 km²); Areia (15 km²) e Bombocadinho (15 km²), o que representa, apenas 0,35% da área total do Estado e 0,4% da área semiárida.

A espessura de sedimentos varia muito em cada nível aquífero. Na exposição de Cuité/Nova Floresta, essa espessura varia de 19m a pouco mais de 50m. Na exposição de Bombocadinho, há registros de até 56m de sedimentos. Não se conhecem as espessuras nas demais, mas estima-se que não sejam muito diferentes das citadas. O que determina essa variação de espessura é a configuração morfológica do substrato cristalino impermeável, muito acidentada. A espessura saturada do nível aquífero inferior somente é conhecida na exposição de Cuité, com média de 10m. O nível superior tem espessura saturada ainda desconhecida.

- Comportamento Hidrológico

Esse comportamento é igualmente ditado pelas relações do sistema aquífero com o ciclo hidrológico, sendo que a ausência de uma rede hidrográfica particulariza tal relação. Assim, a recarga é realizada apenas a partir da infiltração da parcela das precipitações pluviométricas que escapam à evapotranspiração real e vão alimentar, sucessivamente, o nível aquífero superior suspenso e o horizonte inferior, sub-saturado. Na exposição de Cuité-Nova Floresta, as lagoas parecem ter uma relação hidrológica direta com o nível aquífero suspenso e indireta com o horizonte inferior. Tais problemas poderiam ser esclarecidos com a execução do projeto de estudos hidrogeológicos, já que têm influência na explorabilidade dos níveis e do sistema aquífero.

- Parâmetros Hidrodinâmicos

Os parâmetros hidrodinâmicos restringem-se à determinação dos coeficientes de transmissividade (T) e condutividade hidráulica (K) de 4 (quatro) poços captando o nível inferior, sendo os valores médios destes parâmetros de $5,0 \times 10^{-4}$ m²/s e de $5,57 \times 10^{-5}$ m/s, respectivamente. Segundo Albuquerque (1984), esses dados carecem de representatividade, já que os requisitos para o respectivo cálculo, pelo método de Jacob, não foram obedecidos.

2.6.6.5 Sistema Aluvionar

O Sistema Aquífero Aluvionar está contido nos depósitos de natureza fluvial, atuais e sub-atuais, os quais atapetam leitos e, às vezes, margens dos Rios e riachos das bacias hidrográficas que drenam o território paraibano, inclusive a sua parte semi-árida. São sedimentos detríticos, de granulometria variada, incoerentes, heterogêneos, extremamente porosos e francamente permeáveis, constituindo um sistema aquífero do tipo livre, limitado na base e lateralmente por rochas cristalinas, relativamente impermeáveis, mesmo naqueles trechos onde o substrato se encontra fraturado.

Na Bacia do Rio Piranhas, em função do condicionamento geomorfológico caracterizado pela existência de vários terraços de sedimentação (constituídos durante ciclos erosivos anteriores ao atual), esse sistema apresenta características dimensionais mais favoráveis que nas demais bacias, onde a superimposição, mais vigorosa, resultou na formação de depósitos aluviais mais espessos, em regra localizados em trechos de rios e riachos formadores de tais bacias. Nestas, os terraços aluviais são menores, mas, ainda assim, existem, sendo resultante de uma conotação geomorfológica local, não atingindo toda a área de drenagem das Bacias do Paraíba, Curimataú, Jacu e Mamanguape. Por isso., na Bacia do Rio Piranhas, essas aluviões se apresentam superficialmente quase contínuas, ocorrendo em todos os cursos d'água atuais, mesmo naqueles tributários menores, situados no alto curso da bacia.

As características dimensionais do sistema são maiores na Bacia do Rio Piranhas, onde as espessuras totais atingem 13m ou mais, com as saturadas alcançando entre 6 e 8m ou mais, e as dimensões superficiais variam de 100 até 2.000m de largura, com o comprimento se estendendo por toda a extensão dos cursos da rede de drenagem, raramente interrompido por afloramentos do substrato cristalino impermeável. Isso não significa que, em profundidade, o sistema seja contínuo, mesmo naquelas partes onde o cristalino não aflore, já que isso depende da espessura e litologia do pacote aluvial. Em outras palavras, o sistema pode não ter continuidade, em termos de fluxo subterrâneo propriamente dito, que depende, também, de suas relações com os sistemas hidrológico e pluviométrico.

Nas demais bacias (Paraíba e outras), as dimensões do sistema são menores, a julgar pelo respectivo condicionamento geomorfológico. As espessuras total e saturada situam-se em torno de 6 e 4m, respectivamente, tendo a litologia uma participação maior da fração argilosa, pelo menos no baixo curso. Em termos de extensão superficial, as maiores exposições do sistema, aqui definitivamente descontínuo, estão nas bacias afluentes dos Rios Taperoá, do Meio e Sucuru.

- Comportamento Hidrológico

Em razão das íntimas ligações com o sistema hidrográfico, o comportamento hidráulico dos aquíferos aluvionares, em termos de recarga, circulação e descarga é ditado por essas ligações. Com efeito, a grande parcela da recarga é feita pelos Rios, quando estes, em regime de cheias, adquirem condições piezométricas elevadas, capazes de favorecer a infiltração de parcela considerável de suas águas. A recarga se processa, também, por infiltração direta das águas pluviais precipitadas sobre os terraços aluviais que constituem, principalmente na Bacia do Rio Piranhas, as margens de seus Rios e riachos.

A circulação é igualmente influenciada pelas relações entre os dois sistemas: o Aquífero Aluvionar e o hidrológico. Infelizmente, não existe carta potenciométrica a fim de se verificar se, pelo menos episodicamente, existe fluxo subterrâneo propriamente dito (*underflow*) durante todo o período de estiagem. É possível que sim, pelo menos no caso específico do istema aluvionar da Bacia do Rio Piranhas. Isso, porém, depende dos fatores geológicos e climatológicos analisados nos itens anteriores. Somente com uma carta potenciométrica de todo o sistema, em escala compatível com as dimensões do Rio principal, tal questão poderia ser elucidada. Independentemente disso, é certo que existe fluxo em seu interior, pelo menos, durante o período das precipitações pluviométricas e logo após seu fim. A partir daí, com a carga hidráulica do Sistema Aluvionar superior ao do sistema hidrográfico, há a restituição da parcela correspondente ao excedente de carga hidráulica, armazenada, principalmente nas margens dos rios e riachos respectivos, formando os seus escoamentos de base e tornando a rede hidrográfica intermitente. As parcelas do fluxo subterrâneo que saem na rede

hidrográfica e do fluxo subterrâneo direto ao mar, se é que existe, constituem as descargas naturais do sistema.

- Parâmetros Hidrodinâmicos

Os poucos testes de que se dispõem (cerca de uma dezena) estão concentrados em alguns pontos das Sub-bacias do Piancó e Médio Piranhas (AESA, 2006). Foram determinados os coeficientes de transmissividade e de permeabilidade, ficando o primeiro variando entre 1,25 x 10^{-3} m²/s e 9,9 x 10^{-3} m²/s, com média de 5,8 x 10^{-3} m²/s. O coeficiente de Permeabilidade ficou compreendido entre 9,8 x 10^{-4} m/s e 3,5 x 10^{-3} m/s, com valor médio de 1,2 x 10^{-3} m/s.

A ATECEL/UFPB-DNOCS (1999 e 2000) (in realizou estudos nas aluviões dos Perímetros Irrigados de Sumé e de Condado, onde os testes de aquífero acusaram valores médios da mesma ordem de grandeza, ou seja, transmissividade de 6,43 x 10^{-3} m²/s e permeabilidade de 1,13 x 10^{-3} m/s. Cabe frisar que estas avaliações ainda não são representativas do Sistema Aquífero Aluvionar, em razão da alta variabilidade do arcabouço litológico do mesmo e de suas espessuras, total e saturada.

2.6.6.6 Sistema Elúvio-Coluvionar

O Sistema Elúvio-Coluvionar ocorre nas encostas de elevações festonadas, principalmente na Bacia do Rio Piranhas. Nas Bacias dos Rios Paraíba e Mamanguape, instala-se onde o relevo é mais acidentado, próximo aos divisores de bacias. Seu arcabouço geológico do 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 nos vales dessas serras. É o talude elúvio-coluvial onde, sob condições especiais morfológicas, instala-se o sistema que, eventualmente, pode ter ligação hidráulica com o sistema aluvionar.

Esse sistema também está contido nas denominadas “coberturas arenosas”, ocorrentes ao leste do paralelo 36º, na Região do Agreste Paraibano e, mais restritamente, próximo a Junco do Seridó. Essas coberturas preenchem depressões pretéritas do cristalino. Litologicamente, elas são constituídas por sedimentos clásticos grosseiros, representados por areias inconsolidadas esbranquiçadas ou creme, mal selecionadas, de granulometria fina a grosseira, com grãos de quartzo sub-angulosos, feldspato não decompostos, palhetas de micas e concentrações de minerais pesados. Sotopostos às areias, ocorrem níveis mais heterogêneos e consolidados, de coloração amarelo-avermelhada, contendo intercalações de argila e horizontes conglomeráticos, na base do contato com o embasamento. Todo o conjunto apresenta espessura que pode atingir os 15m de espessura.

- Comportamento Hidrológico

A recarga ocorre por ocasião das precipitações pluviométricas sobre material detrítico grosseiro, que forma os taludes elúvio-coluviais. A circulação é feita sob a ação da gravidade, formando fontes ("olhos d’água”) localizadas nas bases das reentrâncias das elevações, que nada mais são que as áreas de descarga deste pequeno e descontínuo sistema aquífero.

As coberturas arenosas, igualmente, devem absorver a parcela das precipitações atmosféricas que, escapando da evapotranspiração e formando o escoamento superficial, infiltra-se no respectivo seio, saturando-as, parcial ou totalmente. Quando a saturação é total, o excedente deve escoar para as partes, topograficamente, mais rebaixadas, podendo atingir a rede

hidrográfica contígua, as quais se constituem em pontos de descarga destas pequenas manchas aquíferas.

- Parâmetros Hidrodinâmicos

Esses parâmetros não são conhecidos, seja no domínio dos taludes, seja no contexto das coberturas arenosas.

2.6.7 Aspectos Qualitativos das Águas Subterrâneas

A seguir, discorrer-se-ásobre os aspectos qualitativos das águas subterrâneas na Paraíba. Convém ressaltar que não há qualquer projeto que aborde tal tema em termo estaduais balizado em análises físico-químicas completas e bacteriológicas. No geral, os trabalhos abordam pequenas áreas, dentro de objetivos específicos, e as análises, por conseguinte, também são direcionadas.

2.6.7.1 Sistema Cristalino

Relativamente à qualidade das águas subterrâneas, não existem análises físico-químicas completas e em número suficiente para uma caracterização mais detalhada das águas do Cristalino paraibano. Todavia, 3.020 poços apresentam registros de Sólidos Totais Dissolvidos - STD utilizados, estatisticamente, para traçar um quadro da potabilidade das suas águas subterrâneas. A bacia hidrográfica foi, mais uma vez, utilizada como unidade de análise, por razões hidroclimatológicas e hidrogeológicas.

Esses poços foram agrupados, segundo critérios de potabilidade que definem os usos para consumo humano, adotados pela Organização Mundial de Saúde, com os seguintes intervalos: STD (Sólidos Totais Dissolvidos) ≤ 500 mg/L; 500 mg/L < STD ≤ 1.000 mg/L; 1.000 mg/L < STD ≤ 1.500 mg/L (estes intervalos definidores do consumo humano); 1.500 < STD ≤ 6.000 mg/L (classificador do consumo do gado); e STD> 6.000 mg/L, imprestável para qualquer tipo de consumo, a não ser que seja submetida a processo de dessalinização. A **Tabela 2.56,** apresentada a seguir, mostra a distribuição dessas classes de salinidade por bacia hidrográfica.

Tabela 2.56 - Distribuição da Salinidade por Bacia Hidrográfica da Paraíba

Bacia Hidrográfica	Sólidos Totais Dissolvidos – STD (mg/L)									
	≤ 500		≤ 1.000		≤ 1.500		≤ 6.000		> 6.000	
	Nº de amostras	%	Nº de amostras	%	Nº de amostras	%	Nº de amostras	%	Nº de amostras	%
Piranhas	343	27,2	471	37,3	239	18,9	153	12,1	57	4,5
Paraíba	28	2,1	117	8,7	128	9,5	700	51,7	379	28,0
Mamanguape	21	8,5	23	9,3	32	12,9	95	39,5	77	31,0
Jacu/ Curimataú	2	1,4	8	5,7	12	8,5	58	41,1	61	43,3

Assim, verifica-se que apenas na Bacia do Rio Piranhas ocorre uma porcentagem significativa de poços com água de potabilidade compatível com o consumo humano. Na parte leste desta bacia, correspondente às Sub-bacias do Espinharas e Sabugi, de pluviometria entre 600 a 800 mm/ano, estão localizados as águas com STD maior que 6.000 mg/L.

Nas Bacias do Jacu/Curimatraú e Paraíba, principalmente em sua parte leste, as quais coincidem com as áreas de maior índice pluviométrico dessas bacias (entre 600mm e 800mm anuais), ocorrem, preponderantemente, águas com salinidade superior aos 6.000 mg/L de

STD, situação idêntica à parcela oeste da Bacia do Rio Mamanguape. Nas áreas situadas à oeste da Bacia do Paraíba, as precipitações médias anuais são inferiores a 600 mm/ano, aí predominando as águas com STD menor ou igual a 1.500 mg/L. As razões dessa distribuição espacial heterogênea, em relação aos índices pluviométricos, estão associadas, evidentemente, a outras variáveis hidroclimáticas, morfológicas e litológicas as quaisinfluenciam a decomposição química das rochas, como a umidade relativa do ar, o relevo de pede planos e sua drenagem difícil e susceptibilidade dos componentes minerais das rochas à ação dos agentes intempéricos. Em termos temporais, há uma redução da salinidade com a recarga, seguida de um recrudescimento dos índices de STD durante o período de estiagem.

2.6.7.2 Sistema Rio do Peixe

A caracterização qualitativa das águas torna-se um aspecto importante para a gestão dos recursos hídricos na medida em que se entende que, derivado das características físico-químicas e bacteriológicas, o fator qualidade interfere diretamente na quantidade de água efetivamente utilizada pelo usuário, particularmente para consumo humano.

Nesse sistema, o STD foi calculado em 301 amostras de águas de poços, dos quais 144 (47,8%) estão no intervalo 500-1.000 mg/L, com o restante distribuído, mais ou menos equitativamente, nas demais classes.

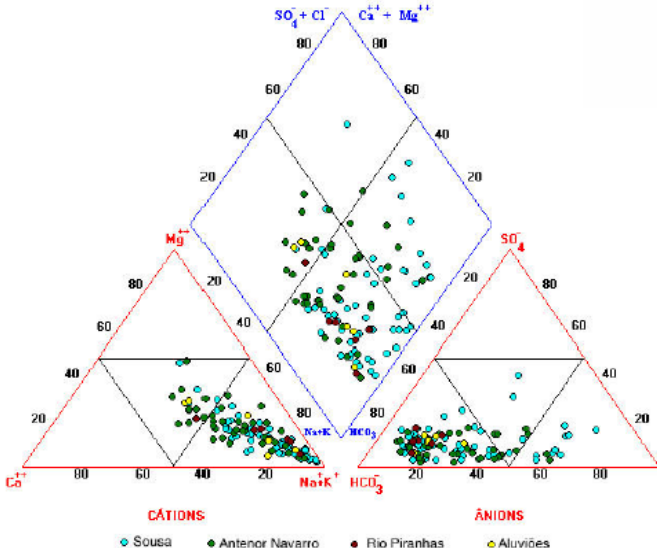
Sua utilização generalizada encontra restrições de uso da água para consumo humano, já que a maioria está acima dos limites toleráveis (até 1.000 mg/L) para águas potáveis para consumo humano pela Portaria nº 2014/2011 do Ministério da Saúde.

Em termos de irrigação, Albuquerque (1984) elaborou um mapa de classificação das águas, segundo o critério do *United States Salinity Laboratory* (USSL) de Riverside, Califórnia, verificando que, em grande parte da área da sub-bacia sedimentar de Brejo das Freiras, as águas são do tipo C3-S1, passando para C2-S1 nas imediações do açude Pilões. Tal classificação leva em consideração a salinização das águas e o SAR – Razão de Adorção de Sódio, parâmetro muito utilizado na agricultura em função dos riscos de salinização e sodificação do solo. Na Sub-bacia de Sousa, as águas são dos tipos C3-S2, C4-S3 e C4-S4, isto é, são águas de salinidade média a alta, embora com baixo perigo de sódio.

Do exposto, conclui-se que o Sistema Rio do Peixe oferece, como um todo, águas com restrições qualitativas ao consumo humano e irrigação, não havendo impedimentos ao consumo do gado de qualquer espécie. O comportamento de cada aquífero é desconhecido, esperando-se melhores índices no Antenor Navarro. O esclarecimento desses pontos e a classificação para consumo humano, em termos de outros componentes iônicos, são de grande importância e deveram ser viabilizados por meio de estudos hidrogeológicos futuros.

Na Bacia do Rio do Peixe, a classificação iônica das águas subterrâneas a partir de 111 amostras de poços tubulares coletadas e analisadas no período Agosto-2005/Fevereiro-2007 (**Figura 2.151**) mostra uma predominância das águas bicarbonatadas (85,6%) sódicas (94,6%), praticamente não se observando, em tais amostras, uma clara distinção iônica. Os níveis de salinidade oscilam entre médio e alto, e o risco de sódio entre baixo e médio, com limitações de uso para irrigação em algumas áreas da bacia ditadas pela Razão de Adsorção de Sódio - RAS (FERNANDES et al. (2007ª) e CEBALLOS et al (2006) in CPRM/UFRN/FINEP, 2007a). As águas de 20 desses poços também foram analisadas bacteriologicamente e observou-se que a maioria das amostras apresentou contaminação com Coliformes Termotolerantes e de E. Coli, limitando seu uso, particularmente para consumo humano (FERNANDES et al., 2007b).

Figura 2.151 - Classificação iônica pelo Diagrama de Piper das águas subterrrâneas da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe – Paraíba



Fonte: FERNANDES et al. (2007) in CPRM/UFCG/FINEP, 2007b

2.6.7.3 Sistema Paraíba-Pernambuco

Não há maiores restrições qualitativas nas águas de todo o sistema, qualquer que seja o uso, já que o STD é sempre inferior aos 500 mg/L e, corresponde, em média, a 250 mg/L. Apenas na orla marítima, onde o aquífero captado é o Beberibe/Itamaracá calcífero, o sub-sistemainferior oferece restrições em razão da alta dureza de suas águas, odor e sabor acrescido da concentração de ferro além do recomendado (0,3 mg/L) pela Portaria nº 2914/2011 MS. É possível evitar esses problemas, desde que a captação atinja maiores profundidades, onde estão os níveis quartzosos do Aquífero Beberibe. Contudo, estudos adicionais são necessários à confirmação dessa possibilidade. Há, também, casos de poços que, captando o Aquífero Beberibe Inferior, quartzoso, apresentam indícios de salinidade alta (em torno de 1.000 mg/L, revelada em perfilagens geofísicas), uma situação muito estranha que não se coaduna com as características litológicas desse aquífero, podendo ter havido problemas relacionados ao fluido de perfuração. Outra opção seria o tratamento químico dessas águas, adequando-as ao tipo de consumo pretendido.

2.6.7.4 Sistema Serra dos Martins

Os dados disponíveis para essa caracterização são os de STD em que se verifica que apenas 7,6% das águas apresentam valores inferiores a 500 mg/L; 15,3% tem água com STD entre 501 mg/L e 1.000 mg/L; em 27,1% dos poços, as águas tem STD entre 1.001 e 1.500 mg/L e, a maioria, ou seja, em 50% dos poços, as águas possuem STD entre 1.501 e 6.000 mg/L. Dentro desse quadro, cerca de 22,9% das amostras se encontram com até 1.000 mg/L e, portanto, inseridas dentro do valor máximo permitido como padrão de potabilidade definido pela Portaria nº 2914/2011 MS.

2.6.7.5 Sistema Aluvionar

A caracterização desse sistema também se baseia na dosagem de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) (AESA, 2006). A distribuição percentual verificada em 128 amostras de águas de

poços é a seguinte: 57,4% apresentam STD menor que 500 mg/L, sendo 96,8% localizados na Bacia do Rio Piranhas; 25% dos poços possuem águas com STD compreendido entre 501 mg/L e 1.000 mg/L, com 88,9% dentro da Bacia do Rio Piranhas; 7,4% das amostra revelaram STD no intervalo 1.001-1.500 mg/L, com a Bacia do Rio Piranhas ainda apresentando um maior percentual dessas águas, da ordem de 62,5%; e, finalmente, 10,2% dos poços continham água com STD maior que 1.500 mg/L, porém menor que 6.000 mg/L, sendo que 55% dessas águas pertencem à Bacia do Rio Paraíba.

Portanto, à semelhança do que aconteceu com as águas de poços no Sistema Cristalino, há uma grande diferença na qualidade das águas de poços do Sistema Aluvionar: elas são muito melhores na Bacia do Rio Piranhas, apresentando potabilidade irrestrita, compatível com o consumo humano em 82,4%, ao se considerar o limite de 1.000 mg/L. Do lado oposto, todavia, está a Bacia do Paraíba, em que 55% das águas subterrâneas são absolutamente imprestáveis para consumo humano.

2.6.7.6 Sistema Elúvio-Coluvionar

Não há dados hidroquímicos sobre esse sistema. Todavia, nos taludes aquíferos, as águas de seus "olhos d'água" são de excelente qualidade física (límpidas, transparentes) e químicas (são águas doces), servindo para o consumo humano do meio rural.

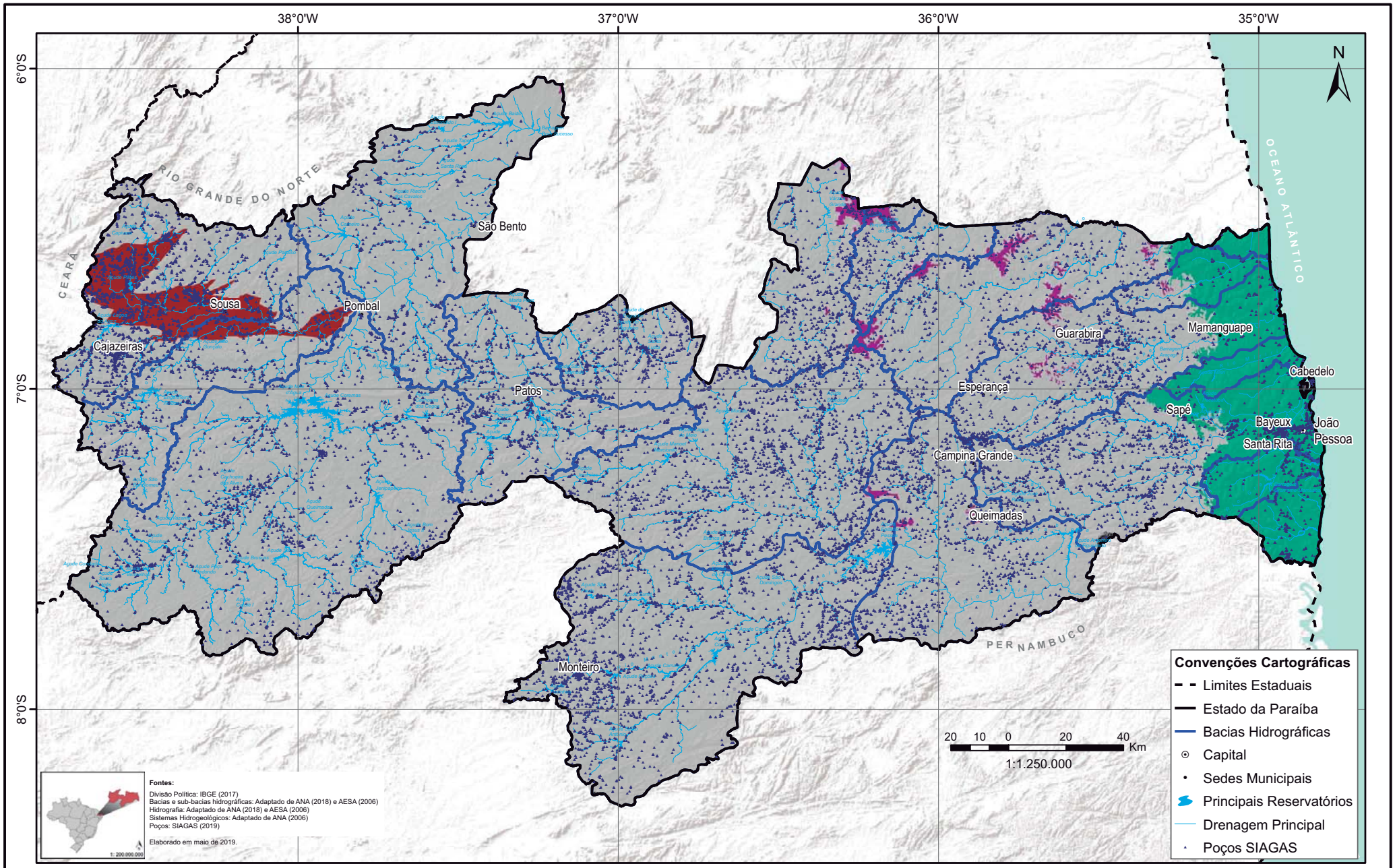
2.6.8 Disponibilidades das Águas Subterrâneas

O Estado da Paraíba está sobreposto predominantemente no Sistema Cristalino, que possui 50.789,84 km² (89,82%) do território paraibano. Isso ressalta, sob termos hidrogeológicos, que, nessa área, a ocorrência das águas subterrâneas está condicionada à existência de zonas fraturadas, abertas e interconectadas a áreas de recarga, caracterizando um meio como heterogêneo e anisotrópico com baixíssimas porosidade e permeabilidade, às vezes praticamente nulas, e fraca vocação aquífera, onde a vazão média, em termos de nordeste brasileiro, é de 2 m³/h/poço.

A **Figura 2.152** apresenta a incidência de poços escavado no território paraibano.

Assim colocado, restam somente 10,16% da Paraíba sobreposta a termos sedimentares, traduzidos, comparativamente, como meios mais homogêneos e isotrópicos, com maiores vazões e com vocação aquífera superior ao Sistema Cristalino, e, esses possuem as seguintes áreas: Sistema Sedimentares Paraíba-Pernambuco (6,99%), Rio do Peixe (2,38%) e Serra do Martins (0,79%), não sendo cartografados os Sistemas Aluvionar e Elúvio-Coluvionar, como dito anteriormente, exclusivamente em função de suas pequenas ocorrências e da escala de trabalho.

Apesar da predominância, ainda não se tem equações de cálculo de reservas para o Sistema Cristalino, e o entendimento maior de sua contribuição é realizada por meio do cálculo das disponibilidades hídricas, utilizando dados dos poços cadastrados. Apesar dos estudos hidrogeológicos terem avançado na Paraíba, particularmente em função das pesquisas acadêmicas, a maioria, senão todos, restringem-se a pequenas áreas dentro do Estado e a situações específicas, a exemplo do foco sobre a qualidade das águas e poluição, vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas.



Sistemas Hidrogeológicos

- Sistema Hidrogeológico Aluvionar (não mapeável na escala deste mapa)
- Sistema Hidrogeológico Cristalino
- Sistema Hidrogeológico Eluvio-coluvionar (não mapeável na escala deste mapa)
- Sistema Hidrogeológico Paraíba-Pernambuco
- Sistema Hidrogeológico Rio do Peixe
- Sistema Hidrogeológico Serra do Martins

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Yiki ENGENHARIA CONSULTIVA S/S.

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

FIGURA 2.152

SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS - POÇOS

Em termos de recarga hídrica subterrânea, Kunzler (2007) (in CPRM/UFCG/FINEP, 2007b) fez uma estimativa de recarga da Bacia do Rio do Peixe ,por meio de modelagem matemática hidrogeológica, com o uso do pacote WATER BUDGET. A maior recarga ocorre na Formação Antenor Navarro, na Sub-bacia de Brejo das Freiras, estimada em 32 milhões de m³/ano. Essa recarga contribui, em grande parte, para o escoamento lateral que penetra na Formação Sousa, também na Sub-bacia de Brejo das Freiras, que possui recarga estimada de 10,8 milhões de m³/ano.

Limitada a uma pequena área do início da Sub-bacia de Sousa, foi dimensionada para a Formação Antenor Navarro (Período de Novembro/2005 a Maio/2006) uma recarga de 3,7 milhões de m³/ano. Outra pequena área da Formação Rio Piranhas, na porção sudeste da Bacia, recebeu recarga de 2,8 milhões de m³/ano no período citado. A maior parte da Sub-bacia de Sousa é preenchida pela formação homônima e, consequentemente, onde há o maior volume de recarga, chegando a um total de 18,3 milhões de m³/ano, os quais representam a maior parcela de recarga dessa sub-bacia. Em termos de lâmina de recarga, as cinco (5) zonas, na ordem, Antenor Navarro; Sousa; Antenor Navarro; Sousa e Rio Piranhas, apresentaram, respectivamente, 118, 47, 33, 33 e 42 mm. Ainda em se tratando de lâmina, o valor médio de recarga ao longo da Bacia foi de 58,8 mm/2005-06.

2.6.8.1 Recursos Explotáveis ou Potencialidade Aquífera (P)

Em princípio, presume-se que, para que não haja comprometimento do aquífero, é recomendável a explotação do volume correspondente à recarga, ou seja, a reserva reguladora do aquífero sem provocar qualquer depleção nas reservas permanentes. Tal ponto de vista é perfeitamente aceitável por inúmeros pesquisadores e técnicos. Porém, dentro de uma visão sistêmica, o uso da água subterrânea depende fundamentalmente do conhecimento técnico das reservas, com monitoramento em tempo real, integrado a evolução da demanda.

O Projeto Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil, tomo pertinente a Bacia Sedimentar do Rio do Peixe, desenvolvido pela CPRM em parceria com a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/PB (CPRM/UFCG/FINEP, 2007b), mostra dados do potencial subterrâneo e das reservas explotáveis dos aquíferos nas Bacias do Rio Piranhas (**Tabela 2.57)**.

Tabela 2.57 - Potencial hídrico subterrâneo e reservas explotáveis nas Bacias do Rio Piranhas - Paraíba

Bacias Hidrográficas	Rr (Hm³/ano)	Re (Hm³/ano)	Sistema Aquífero
Sub-bacia do Alto Piranhas	9,49	13,26	Aluvionar e Rio do Peixe
Sub-bacia do Médio Piranhas	7,03	25,56	Aluvionar
Sub-bacia do Rio do Peixe	7,68	2,17	Aluvionar
Sub-bacia do Rio Piancó	62,07	41,51	Aluvionar
Sub-bacia do Rio Espinharas	9,65	11,07	Aluvionar
Sub-bacia do Rio Seridó	12,19	6,63	Aluvionar
TOTAL	**108,11**	**100,30**	**-**

Fonte: TC/BR – Tecnologia e Consultoria Brasileira S. A. (in CPRM/UFCG/FINEP, 2007b)
LEGENDA: Rr – Reservas renováveis. Re – Recursos explotáveis

2.6.8.2 Estimativa das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Sistema Cristalino

Esse termo refere-se ao volume que pode ser explotado sem risco de exaustão do sistema aquífero (DUARTE, 1997 e CAVALCANTE, 1998). A oferta de água subterrânea será definida de acordo com as Disponibilidades Efetiva (De) - também denominada Disponibilidade Instalada e Disponibilidade Instalável (Di), resultando na Disponibilidade Total (De + Di) de cada domínio hidrogeológico.

Para a projeção de oferta dos recursos hídricos subterrâneos, utiliza-se a Disponibilidade Total, resultante da soma das vazões cedidas pelos poços, acrescida das vazões que poderão ser fornecidas posteRiormente pelos poços que poderão entrar em operação, tendo em vista ser o conceito considerado como o mais adequado, para fins de planejamento e gestão das águas subterrâneas.

Disponibilidade Efetiva (Disponibilidade Instalada)

Como os dados sobre vazão, particularmente por tipo de aquífero, são precários, procurou-se utilizar a vazão média de poço estimada regionalmente, e um tempo médio de bombeamento que varia de acordo com a necessidade do usuário, utilizando-se a Equação 01:

$$De = Q_m.P.t \qquad \text{[Equação 01]}$$

Sendo que:

De = Disponibilidade efetiva (m^3/ano);

Q_m = Vazão média dos poços (m^3/h);

P = Nº de poços;

t = Tempo estimado de bombeamento do poço/dia (365 dias/ano).

Disponibilidade Instalável

O volume hídrico oriundo dos poços instaláveis é calculado pela Equação 02.

$$Di = Q_m.P.t \qquad \text{[Equação 02]}$$

Sendo que:
Di = Disponibilidade instalável (m^3/ano);
Q_m = Vazão média dos poços (m^3/h);
P = Nº de poços;
t = Tempo estimado de bombeamento do poço/dia (365 dias/ano).

O cálculo para o Sistema Cristalino foi generalizado para a Paraíba, e foram analisados 16.212 poços construídos plotados por meio de coordenadas em 50.789,84 km², gerando uma densidade de menos de um (1) poço por km² (0,31/km²).

A vazão é um parâmetro importante para o conhecimento da explotabilidade da água subterrânea, embora, na grande maioria dos dados de vazão, não se conheça o método utilizado para o ensaio de vazão, equipamento utilizado, tempo de duração e, muito menos, dados interpretativos.

O tempo de bombeamento adotado para o cálculo de disponibilidade, instalada ou instalável, foi de 4h/dia, decorrente da média obtida das informações constantes em diversos Estados

nordestinos e do trabalho desenvolvido na Bacias de Piranhas-Açu ANA/IBI, 2011), além de informações da CPRM/Serviço Geológico do Brasil.

- Disponibilidade Efetiva dos Poços no Domínio Hidrogeológico Fraturado

Apesar dos 16.212 poços cadastrados na área do Cristalino Paraibano, os dados de poços em uso (Ativos), no arquivo de dados do SIAGAS (2019) com vazão medida, são de 2007 resultando em uma vazão média de 3,0 m³/h.

Ressalta-se que o fraturado, apesar da sua baixa vocação aquífera, muitas vezes é a única solução disponível para abastecimento de pequenas comunidades, particularmente rurais. A CPRM/UFCG/FINEP (2007b) mostra que, nesse ambiente, as vazões variam de 0,3 a 5,5 m^3/h, com média de 3 m^3/h.

Dessa forma, os poços no Domínio Cristalino Fraturado, que denota um comportamento aquífero, utilizando-se os 2.196 poços ativos e vazão média de 3,0 m³/h bombeados 04 (quatro) horas/dia, geram uma Disponibilidade Instalada (Efetiva) de 9,61 x 10^6 m³/ano, ou seja, 9,61 bilhões de litros de água bombeados a cada ano.

Admitindo-se que, dos 16.212 poços cartografados no Cristalino, não existem somente 2.196 (13%) em atividades, haja vista a população que ocupa tal espaço e a necessidade maior da água subterrânea, mesmo considerando os aspectos quanti-qualitativos desSe sistema aquífero, mas que tal número pode chegar a 6.485 poços (40%), a Disponibilidade Efetiva desSes poços alcança 28,40 x 10^6 m³/ano, ou seja, 28,40 bilhões de litros/ano de água subterrânea, número a ser considerado neste Plano.

- Disponibilidade Instalável dos Poços no Sistema Hidrogeológico Cristalino Fraturado

No cadastro SIAGAS (2019), existem 2.124 (13% do total de poços plotados no Cristalino) poços tidos como desativados, porém somente 115 possuem dados de vazão, resultando em vazão média de 5,0 m³/h. Comparativamente aos poços em uso, os quais possuem vazão média de 3 m³/h, não se entende, em um primeiro momento, como poços com vazão mais elevada estão desativados. Porém, muitos motivos podem ser expostos, desde a quebra ou conserto da bomba, até o motivo de serem poços recentes, ainda não instalados.

Com vazão média de 5,0 m³/h e, considerando-se um tempo de bombeamento de quatro (4) horas/dia, os cálculos mostram que existe uma disponibilidade instalável de 15,50 x 10^6 m³/ano, ou seja, 15,50 bilhões de litros/ano. Como, por estimativa, há 9.727 poços desativados (não instalados, abandonados e obstruídos), pressupõe-se também que, no Sistema Cristalino, possam existir, pelo menos, 2.920 (30%) deles passíveis de recuperação. Assim sendo, a disponibilidade instalável dos poços no Cristalino será de 21,31 x 10^6 m³/ano, ou seja, 21,31 bilhões de litros/ano.

Desse modo, a Disponibilidade Total (Disponibilidades Efetiva e Instalável) de água subterrânea no Sistema Aquífero Cristalino Fraturado resultante dos 16.212 poços analisados é de 49,71 x 10^6 m³/ano, ou seja, 49,71bilhões de litros/ano.

2.6.8.3 Reservas, potencialidades e disponibilidades de água subterrânea na Bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco

O projeto que melhor caracterizou o ambiente hidrogeológico, potencialidades e disponibilidades dos sistemas aquíferos existentes na Bacia Costeira Paraíba-Pernambuco foi desenvolvido por COSTA et al (2007), financiado pelo MMA. Os dados, até então, servem de

respaldo a quaisquer projetos técnicos que envolvam as águas subterrâneas daquela região e, aqui, serão mostrados no decorrer deste item.

- Potencialidade hídrica subterrânea

Para o cálculo das reservas permanentes, leva-se em consideração a geometria aquífera, ou seja, Costa et al (2007) consideraram os volumes estocados nos blocos estruturais diferenciados na área da Bacia Hidrográfica do rRio Paraíba.

A Bacia foi abordada em dois (2) blocos: a) Bloco Paraíba – a espessura do Subsistema Aquífero Beberibe-Barreira oscila de 180 a 300m, com média de 250m. Considerando a área saturada de 1.220 km², o volume saturado nesse bloco é de 305 x 10^9 m³. b) Bloco João Pessoa – Pitimbu: a espessura do Subsistema Aquífero Beberibe-Barreira oscila de 200 a 400m, com média de 400m. Considerando a área saturada de 590 km², o volume saturado neste bloco é de 177 x 10^9 m³.

Costa et al (2007) estimaram as reservas reguladoras, ou potencialidade hídrica subterrânea, da área por meio da descarga natural do sistema aquífero (vazão de base) do escoamento fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, resultando em 135,1 x 10^6 m³/ano.

Ressalta-se que, no PERH/PB (AESA, 2006), consta 145,03 x 10^6 para a potencialidade hídrica subterrânea da Região do Baixo Curso do Rio Paraíba, incluindo-se nesta, além do Sistema Paraíba-Pernambuco, o Sistema Aluvionar. Desse potencial, 120 x 10^6 m³/ano estão ativados, indicando que 82% do potencial hídrico subterrâneo já estavam sendo explotados por meio de poços (AESA, 2006 in COSTA, 2009).

Segundo COSTA et al (2007), a parcela de fluxo hídrico de base que atende a demanda ecológica natural corresponde à média das vazões de base mínimas verificadas no auge da estação de estiagem, suficientes para manter flora e fauna. Essa média é de 40% da descarga de base média de longo período, e os 60% restantes representam a parcela disponível para explotação pelas atividades antrópicas.

Disponibilidades Máximas ou Reservas Explotáveis

Correspondem a 60% das reservas reguladoras, também denominadas de potencialidades, e representam 81,06 x 10^6 m³/ano (2,57 m³/s). Dessa forma, a demanda ecológica será de 54,04 x 10^6 m³/ano (1,71 m³/s).

No PERH/PB (AESA, 2006), as disponibilidades máximas são de 100,41 x 10^6 m³/ano, e DUARTE (2009) cita que, à época, representam 60 x 10^6 m³/ano, o que configura um Índice de Ativação das Disponibilidades (IAD) de 0,598.

Disponibilidade Instalada dos Poços

A quantificação dessas disponibilidades realizadas por Costa et al (2007) deu especial atenção aos poços da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) e, dos 600 poços com dados construtivos e exploratórios, verificou-se que 254 deles (42,3%) possuíam informações sobre a situação funcional. Destes, 152 (59,8%) encontravam-se em operação, e 102 (40,1%) eram poços abandonados, tamponados, não instalados ou não estavam em funcionamento, e 346 (57,6%) não possuíam informações sobre o funcionamento. Admitiram, ainda, que do conjunto de poços sem informação existia uma parcela em operação, e, utilizando a mesma proporção dos poços com informações, admitiu-se que 207 dos 346 poços estariam em operação. Sendo assim, , o número de poços em operação seria de 359.

Considerando a vazão média do Aquífero Beberibe como de 31,1 m³/h, e do Aquífero Barreiras, como sendo de 8,97 m³/h, foram calculadas as disponibilidades instaladas, resultando no seguinte quadro: a) Aquífero Barreiras – possui disponibilidade instalada de poços de 2,53 x 10^6 m³/ano (0,080 m³/s); b) Aquífero Beberibe – possui disponibilidade instalada de poços de 89,1 x 10^6 m³/ano (2,824 m³/s), resultando em uma Disponibilidade Instalada Total de 91,6 x 10^6 m³/ano (2,904 m³/s).

Disponibilidade Efetiva

Para o dimensionamento dessa disponibilidade, é necessário se conhecer o regime de bombeamento dos poços, porém COSTA et al (2007) afirma que nem a CAGEPA possui esse conhecimento e, afirma ainda que, de acordo com a análise do mapa de fluxo hídrico subterrâneo, a vazão bombeada dos poços tem sido excessiva em várias parates da bacia (Orla marítima e distritos industriais).

Admitem, porém, um regime médio de 8/24 horas de bombeamento contínuo, o que se traduz em uma Disponibilidade Efetiva de 1/3 das Disponibilidades Instaladas, ou seja, 30,5 x 10^6 m³/ano.

2.7 HIDROGRAFIA

2.7.1 Fontes de Consultas Adotadas e Metodologia

1 - Coordenação de Conjuntura e Gestão da Informação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) - URL: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home.

2 – Metadados Ana (2017) shapes metadados@ana.gov.br.

3 – AESA. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba - PERH/PB João Pessoa SECTMA/AESA 2006.

4 – www.aesa.pb.gov.br.

2.7.2 Bacia Hidrográfica do Rio Abiaí

A bacia hidrográfica do Rio Abiaí está situada entre as coordenadas 7°15’16’’ e 7°32’59’’ de Latitude Sul e entre 34°47’37’’ e 35°03’60’’ de Longitude Oeste. A área de drenagem da bacia é de 584,83 km². A bacia está limitada ao sul e a oeste com o Estado de Pernambuco, ao norte, com a bacia do Rio Gramame, e a leste, com o Oceano Atlântico. Pertencem a essa bacia cinco municípios, sendo eles: Alhandra, Caaporã, Conde, Pedras de Fogo e Pitimbu.

A bacia conta com 15 cursos d’água ao todo, 4 dos quais são de dominialidade federal. Os afluentes mais importantes da bacia do Abiaí são os Rios Popocas, Camocim e do Aterro.

Quadro 2.4 - Cursos d'água da bacia do Rio Abiaí

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Acais	3	Estadual
Riacho Cupissura	3	Federal
Riacho do Calaço	4	Estadual
Riacho Farias	2	Federal
Riacho Sal Amargo	3	Estadual
Riacho Taberubus	3	Estadual
Rio Abiaí	1	Federal
Rio Aterro	2	Estadual
Rio Camocim	2	Estadual
Rio Garaú	1	Estadual
Rio Goiana	1	Federal
Rio Guruji	1	Estadual
Rio Macatu	1	Estadual
Rio Papocas	2	Estadual
Rio Pitanga	3	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

2.7.3 Bacia Hidrográfica do Rio Camaratuba

A bacia hidrográfica do Rio Camaratuba está localizada entre as latitudes 6°33'13'' e 6°46'05'' Sul e entre as longitudes 34°57'48'' e 35°27'54'' a Oeste de Greenwich. Limita-se ao Norte com a bacia do Guaju e do Curimataú, ao sul, com a bacia do Mamanguape, a oeste, com a bacia do Curimataú, e a leste, com o Oceano Atlântico. A bacia drena uma área que mede cerca de 640,19 km².

A área dessa bacia abrange os municípios de Araçagi, Baía da Traição, Curral de Cima, Duas Estradas, Jacaraú, Lagoa de Dentro, Mamanguape, Mataraca, Pedro Régis, Rio Tinto, Serra da Raiz e Sertãozinho.

A **Tabela 2.58** apresenta os cursos d'água encontrados na bacia do Rio Camaratuba.

Tabela 2.58 - Cursos d'água da bacia do Rio Camaratuba

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Caiana	2	Estadual
Riacho Guarabira	2	Estadual
Rio Camaratuba	1	Estadual
Rio da Pitanga	2	Estadual
Rio Tiriri	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Na região da bacia do Rio Camaratuba, estão localizados os açudes Duas Estradas e o açude Suspiro, situados nos municípios de Duas Estradas e Serra da Raiz, respectivamente, ambos com capacidade menor que 1 hm³ (**Tabela 2.59**).

Tabela 2.59 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Camaratuba

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Duas Estradas	Duas Estradas	410.260	NÃO
Suspiro	Serra da Raiz	276.400	NÃO
	TOTAL	**686.660**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.4 Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú

A bacia do Rio Curimataú, bacia de domínio federal, está situada quase totalmente na Microrregião Homogênea do Curimataú, entre as coordenadas 6°25'01" e 7°04'08" de latitude sul, e 35°11'51" e 36°15'34" de longitude oeste. A área da mesma é de, aproximadamente, 3.350,85 km².

Localizam-se, nessa bacia, 4 açudes com capacidade maior que 1 hm³: açudes Algodão, Curimataú, Jandaia e Poleiros (**Tabela 2.60**). Além disso, os seguintes municípios encontram-se em seu território: Algodão de Jandaíra, Araruna, Areial, Bananeiras, Barra de Santa Rosa, Belém, Cacimba de Dentro, Caiçara, Campo de Santana (Tacima), Casserengue, Cuité, Damião, Dona Inês, Esperança, Jacaraú, Lagoa de Dentro, Logradouro, Mamanguape, Olivedos, Pedro Régis, Pocinhos, Remígio, Riachão, Serra da Raiz, Solânea e Sossêgo.

Tabela 2.60 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Curimatau

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Algodão	Algodão de Jandaíra	1.025.425	NÃO
Cacimba de Várzea	Cacimba de Dentro	9.264.321	NÃO
Curimataú	Barra de Santa Rosa	5.989.250	NÃO
Jandaia	Bananeiras	10.032.266	SIM
Poleiros	Barra de Santa Rosa	7.933.700	NÃO
	TOTAL	**34.244.962**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

A bacia do Curimataú tem como rio principal o Curimataú, que recebe esse nome na confluência dos Rios Guandu e Urubu. Outros rios localizados na bacia estão listados na **Tabela 2.61**.

A bacia hidrográfica desse Rio apresenta coeficiente de compacidade igual a 1,71 e fator de forma igual a 0,12. Quanto à densidade de drenagem, possui valor igual a 1,15 km/km^2. Esses fatores indicam que a bacia é pouco sujeita a enchentes e que sua drenagem está na faixa de razoável a média.

Tabela 2.61 - Cursos d'água da bacia do Rio Curimataú

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Cana-Brava	4	Estadual
Riacho Catolé	2	Estadual
Riacho da Areia	4	Estadual
Riacho da Gangorra	4	Estadual
Riacho da Travessia	3	Federal
Riacho do Cágado	3	Estadual
Riacho do Luís	2	Estadual
Riacho Peleiro	3	Estadual
Rio Boa Vista	4	Estadual
Rio Bola	2	Estadual
Rio Curimataú	1	Federal
Rio Pirari	2	Federal
Rio Salgadinho	3	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

2.7.5 Bacia Hidrográfica do Rio Gramame

A bacia hidrográfica do Rio Gramame localiza-se entre as latitudes 7°10'27'' e 7°24'23'' sul e as longitudes 34°48'12'' e 35° 10'46'' oeste, no Litoral Sul do Estado da Paraíba. Possui uma área de aproximadamente 592,53 km².

A bacia é composta pelos municípios de Alhandra, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Pedras de Fogo e Santa Rita, além de um pequeno trecho do município de São Miguel do Taipu.

O principal curso d'água da bacia, o Rio Gramame, possui um comprimento de 54,3 km. Nessa bacia, os valores do fator de forma, igual a 0,2, e do coeficiente de compacidade, igual a 1,43, indicam que a bacia é ligeiramente arredondada, relativamente compacta e regular. Dessa forma, sem considerar as influências de outros fatores, podemos concluir que a bacia não está muito sujeita a enchentes.

Barrando os Rios Gramame e Mamuaba está o açude Gramame-Mamuaba, com capacidade de quase 57 hm³. Além desses Rios, outros cursos d'água da bacia estão listados na **Tabela 2.62** e **2.63**.

Tabela 2.62 - Cursos d'água da bacia do Rio Gramame

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Mumbaba	2	Estadual
Riacho Vermelho	3	Estadual
Rio Água Boa	2	Estadual
Rio Aterro	2	Estadual
Rio da Salsa	3	Estadual
Rio Gramame	1	Estadual
Rio Mamuaba	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.63 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Gramame/Mamuaba	Conde	56.937.000	SIM
	TOTAL	**56.937.000**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.6 Bacia Hidrográfica do Rio Guaju

A bacia hidrográfica do Rio Guaju, bacia de domínio federal, conforma-se sob as latitudes 6°29'04'' e 6°35'30'' sul e entre as longitudes 34°57'578'' e 35°10'12'', a oeste de Greenwich.

A área da bacia inserida no Estado da Paraíba é de aproximadamente de 152,62 km^2, abrangendo parte dos municípios de Mamanguape e de Mataraca. Os cursos d'água que atravessam o território da bacia podem ser encontrados na **Tabela 2.64**.

Tabela 2.64 - Cursos d'água da bacia do Rio Guaju

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Uriúna	2	Estadual
Rio Catu	2	Estadual
Rio da Volta	2	Federal
Rio do Coelho	2	Estadual
Rio Guaju	1	Federal

Fonte: Metadados ANA (2017).

2.7.7 Bacia Hidrográfica do Rio Jacu

A bacia hidrográfica do Rio Jacu, bacia hidrográfica de domínio federal, situa-se quase totalmente na Microrregião Homogênea do Curimataú, entre as coordenadas 6°26'10" e 6°50'33" de latitude sul e 35°49'15" e 36°17'53" de longitude oeste. No Estado da Paraíba, a bacia do Rio Jacu possui uma área de, aproximadamente, 967,43 km², na qual encontram-se localizados os municípios de Araruna, Baraúna, Barra de Santa Rosa, Cacimba de Dentro , Cuité, Damião, Nova Floresta, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Picuí e Sossego.

O Rio Jacu muda de nome, quando atravessa a fronteira do Estado da Paraíba, assumindo a denominação de Rio Japi. Sua nascente está localizada a uma altitude de 700 m, nomeada Alto do Chapéu. Seus principais afluentes, na Paraíba, pela margem esquerda é o Rio Campo, não se destacando qualquer afluente pela margem direita. Os cursos de água presentes nessa bacia estão descritos na **Tabela 2.65**. Além disso, possui um açude localizado no município de Cuité, o açude Boqueirão do Cais, com capacidade de 12.367.300 m³, e o açude Santa Rita do Cais, no município de Sossego, o qual pode armazenar 5.456.120m³ (**Tabela 2.66)**.

A bacia hidrográfica desse Rio apresenta coeficiente de compacidade igual a 1,62, fator de forma igual a 0,20 e possui densidade de drenagem igual a 0,76 km/km². Esses índices indicam que a bacia é pouco sujeita a enchentes e que possui drenagem entre razoável e média.

Tabela 2.65 - Cursos d'água da bacia do Rio Jacu

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Alegre	2	Estadual
Riacho da União	2	Federal
Riacho do Barandão	2	Estadual
Riacho Monte Alegre	2	Estadual
Rio Campo Comprido	1	Federal
Rio do Paturá	2	Federal
Rio Meio	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.66 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Jacu

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Boqueirão do Cais	Cuité	12.367.300	SIM
Santa Rita do Cais	Sossego	5.453.120	NÃO
	TOTAL	**12.367.300**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.8 Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape

A bacia hidrográfica do Rio Mamanguape, situada na parte extremo leste do Estado da Paraíba, conforma-se sob as latitudes 6°36'49'' e 7°11'08'' Sul e entre as longitudes 34°54'42'' e 35°57'51'', a Oeste de Greenwich. Os municípios inseridos nessa bacia são os seguintes: Alagoa, Grande, Alagoa Nova, Alagoinha, Algodão de Jandaíra, Araçagi, Arara, Areia, Areial, Baía da Traição, Bananeiras, Belém, Borborema, Capim, Casserengue, Cuité de Mamanguape, Cuitegi, Curral de Cima, Duas Estradas, Esperança, Guarabira, Gurinhém, Itapororoca, Juarez Távora, Lagoa Seca, Mamanguape, Marcação, Mari, Massaranduba, Matinhas, Montadas, Mulungu, Pilões, Pilõezinhos, Pirpirituba, Pocinhos, Puxinanã, Remígio, Rio Tinto, São Sebastião da Lagoa de Roça, Serra da Raiz, Serra Redonda, Serraria, Sertãozinho e Solânea.

Seu principal Rio é o Mamanguape, de regime intermitente, o qual nasce na microrregião do Agreste da Borborema e desemboca no Oceano Atlântico, no município de Rio Tinto, drenando uma área que mede cerca de 3.520,36 km². Recebe contribuições de cursos d'água como os Rios Guandu, Araçagi e Saquaiba. Outros cursos d'água que se encontram no território da bacia estão listados na **Tabela 2.67**.

A bacia do Rio Mamanguape possui 21 açudes em seu territóriorio, sendo 14 com capacidade acima de 1 hm^3: Araçagi, Camará, Canafístula II, Lagoa do Matias, Pirpirituba, Pitombeira, Saulo Maia, Sindô Ribeiro, Tauá e Vaca Brava, etc. O açude Araçagi é o maior deles, com volume máximo em torno de 63,3 hm^3 (**Tabela 2.68**).

Tabela 2.67 - Cursos d'água da bacia do Rio Mamanguape

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Bananeiras	3	Estadual
Riacho Cascata	2	Estadual
Riacho Cuité	2	Estadual
Riacho da Nica	4	Estadual
Riacho do CanáRio	3	Estadual
Riacho do Padre	4	Estadual
Riacho do Silva	1	Estadual
Riacho do Tigre	2	Estadual
Riacho Guandu	2	Estadual
Riacho Itapororoca	2	Estadual
Riacho Manimbú	2	Estadual
Riacho Mumbuca	2	Estadual
Riacho Muquém	4	Estadual
Riacho Salgado	2	Estadual
Riacho Santa Cruz	3	Estadual
Riacho São Francisco	2	Estadual
Riacho Saquaiba	3	Estadual
Riacho Tijuca	2	Estadual
Riacho Utinga	2	Estadual
Rio Araçagi	2	Estadual
Rio da Estiva	1	Estadual
Rio Grupiúna	2	Estadual
Rio Guarabira	3	Estadual
Rio Jacaré	2	Estadual
Rio Mamanguape	1	Estadual
Rio Seco	2	Estadual
Rio Sinumbu	2	Estadual
Rio Tinto	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.68 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Araçagi	Araçagi	63.289.037	SIM
Brejinho	Juarez Távora	789.000	NÃO
Camará (Nova Camará)	Alagoa Nova	26.581.614	SIM
Canafístula II	Borborema	4.102.626	NÃO
Chupadouro II	Serra Redonda	634.620	NÃO
Covão	Areial	672.260	NÃO
Emídio	Montadas	461.151	NÃO
Jangada	Mamanguape	470.000	NÃO
Lagoa do Matias	Bananeiras	1.239.883	NÃO
Manguape	São Sebastião de Lagoa de Roça	655.375	NÃO
Massaranduba	Massaranduba	604.390	NÃO
Pirpirituba	Pirpirituba	4.666.188	NÃO
Pitombeira	Alagoa Grande	2.955.820	NÃO
São Sebastião	São Sebastião de Lagoa de Roça	453.075	NÃO
Saulo Maia	Areia	9.833.615	NÃO
Sindô Ribeiro	Massaranduba	3.022.715	NÃO
Tauá	Cuitegi	8.573.500	NÃO
Vaca Brava	Areia	3.783.556	NÃO
Maíra	Mamanguape	2.448.517	NÃO
Santíssimo II	Mamanguape	2.153.801	NÃO
Penha	Mamanguape	1.537.610	NÃO
Araçagi	Esperança	1.389.376	NÃO
	TOTAL	**140.317.729**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.9 Bacia Hidrográfica do Rio Miriri

A bacia hidrográfica do Rio Miriri está situada entre as latitudes 6°49'45'' e 7°1'59'' sul e entre as longitudes 34°51'13'' e 35°18'54'', a oeste de Greenwich. Possui uma área de drenagem de 432,42 km², que deságua no Oceano Atlântico no município de Rio Tinto.

A bacia abrange, total ou parcialmente, os municípios de Araçagi, Capim, Cuité de Mamanguape, Lucena, Mari, Rio Tinto, Santa Rita e Sapé. Os cursos d'água que atravessam seu território encontram-se listados na **Tabela 2.69,** e os reservatórios, na **Tabela 2.70**.

Tabela 2.69 - Cursos d'água da bacia do Rio Miriri

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Araçá	1	Estadual
Riacho Curralinho	2	Estadual
Riacho da Gamela	2	Estadual
Riacho Peba	2	Estadual
Riacho Pindoba	2	Estadual
Rio Caboclo	1	Estadual
Rio Miriri	1	Estadual
Rio Pacaré	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.70 - Açudes estratégicos da Bacia Hidrográfica do Rio Miriri

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Curralinho	Sapé	4.470.983	NÃO
Bom Jardim	Capim	1.362.528	NÃO
Sem nome	Sapé	1.088.395	NÃO
	TOTAL	**6.921.906**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.10 Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba possui uma área de 20.116,42 km², passando pelas mesorregiões da Borborema, Agreste Paraibano até o Litoral Paraibano, possuindo, assim, uma grande diversidade de clima, com distintas características físicas (geomorfológicas) que fazem a bacia hidrográfica ser dividida em quatro sub-bacias, possibilitando realizar um estudo mais completo e detalhado dessas áreas de domínio.

2.7.10.1 Sub-bacia do Alto Paraíba

Situada na parte sudoeste do Planalto da Borborema, a sub-bacia do Alto Paraíba situa-se entre as latitudes 7°20'48'' e 8°18'12'' sul e entre as longitudes 36°7'44'' e 37°21'22'', a oeste de Greenwich.

Possui uma área de contribuição de 6.712,36 km^2, da qual 10,30 km^2 encontram-se fora do Estado da Paraíba. A sub-bacia abrange, total ou parcialmente, os municípios de Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Caraúbas, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê.

O principal curso d'água da bacia é o Rio Paraíba, que recebe, nesse trecho, as contribuições dos Rios Monteiro, Sucurú e Taperoá. Outros cursos d'água estão descritos na **Tabela 2.71**. Além disso, existem 17 açudes na região: Bichinho, Camalaú, Campos, Cordeiro, Epitácio Pessoa, Ouro Velho, Poções, Prata II, Santo Antônio, São Domingos, São José II, São Paulo, Serrote, Sumé etc, destacando-se o açude que pode armazenar até 466 hm³ (**Tabela 2.72**).

Tabela 2.71 - Cursos d'água da sub-bacia do Alto Paraíba

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Algodoais	3	Estadual
Riacho Arapuá	2	Estadual
Riacho Baixio	2	Estadual
Riacho Boa Vista	2	Estadual
Riacho Cacimba	3	Estadual
Riacho Canudos	3	Estadual
Riacho Carnaúba	3	Estadual
Riacho Cascavel	3	Estadual
Riacho Cascudo	3	Estadual
Riacho Cinco Vacas	4	Estadual
Riacho Comprido	3	Estadual
Riacho da Aroeira	4	Estadual
Riacho da Barra	2	Estadual
Riacho da Barriguda	2	Estadual
Riacho da Barroca	3	Estadual
Riacho da Cachoeirinha	3	Estadual
Riacho da Conceição	3	Estadual
Riacho da Ipueira e Riacho da Oiticica	2	Estadual
Riacho da Onça	2	Estadual
Riacho da Pintada	2	Estadual
Riacho da Salina	2	Estadual
Riacho das Araras	3	Estadual
Riacho das Cacimbas	3	Estadual
Riacho das Carnaúbas	3	Estadual
Riacho das Varas	2	Estadual
Riacho do Algodão	3	Estadual
Riacho do Baixinho	2	Estadual
Riacho do Biju	3	Estadual
Riacho do Boi	3	Estadual
Riacho do Buraco	3	Estadual
Riacho do CalváRio	3	Estadual
Riacho do Coroá	4	Estadual
Riacho do Farias	4	Estadual
Riacho do Feline	3	Estadual
Riacho do Fundão ou Santa Maria	2	Estadual
Riacho do Jacaré	3	Estadual
Riacho do Jaques	2	Estadual
Riacho do Jerimum	3	Estadual
Riacho do Juá	3	Estadual
Riacho do Macaco	4	Estadual
Riacho do Mamoeiro	3	Estadual
Riacho do Meio	3	Estadual
Riacho do Mel	3	Estadual
Riacho do Monte	2	Estadual
Riacho do Mulungu	4	Estadual
Riacho do Oiti	3	Estadual
Riacho do Olho-d'Água	3	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho do Quixaba	2	Estadual
Riacho do Salgadinho	3	Estadual
Riacho do Tanque	3	Estadual
Riacho do Tigre	3	Estadual
Riacho do Umbuzeiro	1	Estadual
Riacho do Xinxó	3	Estadual
Riacho Dois Riachos	4	Estadual
Riacho Grande	3	Estadual
Riacho Gravatá	2	Estadual
Riacho João Mendes	3	Estadual
Riacho Macambira	4	Estadual
Riacho Mão Beijada	2	Estadual
Riacho Mulungu	4	Estadual
Riacho Olho-d'Água	2	Estadual
Riacho Pedra Comprida	3	Estadual
Riacho Pereiros	3	Estadual
Riacho Pinhões	3	Estadual
Riacho Pintura	3	Estadual
Riacho Quixabá	2	Estadual
Riacho Salgadinho	2	Estadual
Riacho Salina	2	Estadual
Riacho Sant'Ana	2	Estadual
Riacho Santo André	4	Estadual
Rio do Umbuzeiro	1	Estadual
Rio Monteiro	2	Estadual
Rio Paraíba	1	Estadual
Rio Sucuru	2	Estadual
Rio Taperoá	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.72 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Alto Paraíba

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Bichinho	Barra de São Miguel	4.574.375	NÃO
Camalaú	Camalaú	48.107.240	SIM
Campos	Caraúbas	6.594.392	NÃO
Cordeiro	Congo	69.965.945	SIM
Epitácio Pessoa	Boqueirão	466.525.964	SIM
Ouro Velho	Ouro Velho	1.675.800	NÃO
Pocinhos	Monteiro	6.789.305	NÃO
Poções	Monteiro	29.861.562	SIM
Prata II	Prata	1.308.433	NÃO
Santo Antônio	São Sebastião do Umbuzeiro	24.424.130	SIM
São Domingos	São Domingos do Cariri	7.760.200	NÃO
São José II	Monteiro	1.311.540	NÃO
São Paulo	Prata	8.455.500	NÃO
Serrote	Monteiro	5.709.000	NÃO
Sumé	Sumé	44.864.100	SIM
Curimatã	Caraúbas	4.277.080	NÃO
Juvêncio	Camalaú	2.177.393	NÃO
Ipueira	Camalaú	1.387.684	NÃO
	TOTAL	**735.769.643**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.10.2 Sub-bacia do Médio Paraíba

A sub-bacia do Médio Paraíba situa-se ao sul do Planalto da Borborema, no Estado da Paraíba, entre as Latitudes 7°3’50’’ e 7°49’13’’ Sul, e as Longitudes 35°30’15’’ e 36°16’38’’, a oeste de Greenwich. Está limitada, ao sul, com o Estado de Pernambuco, a oeste, com a bacia do Taperoá e com a sub-bacia do Alto Paraíba, e a leste, com a sub-bacia do Baixo Paraíba.

A bacia do Médio Paraíba ocupa uma área de, aproximadamente, 3.756,35 km², da qual 36,93 km² estão fora do Estado. Possui, em seu território, 19 municípios inseridos total ou parcialmente: Alcantil, Aroeiras, Barra de Santana, Barra de São Miguel, Boa Vista, Boqueirão, Campina Grande, Caturité, Fagundes, Gado Bravo, Itatuba, Montadas, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Santa Cecília e Umbuzeiro.

Recebe contribuições de cursos d’água como o Rio São Pedro. Outros cursos de água presentes na bacia podem ser encontrados na **Tabela 2.73**. Na região também estão presentes 9 açudes, sendo mais destacável o açude Acauã (Argemiro de Figueiredo), com 253 hm³ (**Tabela 2.74**).

Tabela 2.73 - Cursos d’água da sub-bacia do Médio Paraíba

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Alecrim	2	Estadual
Riacho Canudos	2	Estadual
Riacho Carapina	3	Estadual
Riacho Curimatã	2	Estadual
Riacho da Balança	2	Estadual
Riacho da Baraúna	2	Estadual
Riacho da Furninha	3	Estadual
Riacho da Ramada	2	Estadual
Riacho das Almas	4	Estadual
Riacho de Santo Antônio	3	Estadual
Riacho do Meio	4	Estadual
Riacho do Poço	4	Estadual
Riacho do Tronco	3	Estadual
Riacho dos Pinhões	2	Estadual
Riacho Jucá	2	Estadual
Riacho Lagoa Preta	3	Estadual
Riacho Logradouro	3	Estadual
Riacho Manoel Tributino	2	Estadual
Riacho Marinho	2	Estadual
Riacho Poço	2	Estadual
Riacho Quixaba	2	Estadual
Riacho Ramada	2	Estadual
Riacho Santana	4	Estadual
Rio Paraíba	1	Estadual
Rio Paraibinha	2	Estadual
Rio Pereiro	3	Estadual
Rio São Pedro	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.74 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Médio Paraíba

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Acauã (Argemiro de Figueiredo)	Itatuba	253.000.000	SIM
Bodocongó	Campina Grande	1.020.000	NÃO
Gangorra	Queimadas	1.739.478	NÃO
Gavião	Fagundes	1.450.840	NÃO
José Rodrigues	Campina Grande	22.332.348	SIM
Milhã (Evaldo Gonçalves)	Puxinanã	802.684	NÃO
Quixaba	Campina Grande	3.088.715	NÃO
Riacho de Santo Antônio	Riacho de Santo Antônio	6.834.000	NÃO
São Pedro	Campina Grande	3.954.479	NÃO
TOTAL		**294.222.544**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br.

2.7.10.3 Sub-bacia do Baixo Paraíba

A sub-bacia do Baixo Paraíba situa-se na parte litorânea do Estado da Paraíba, entre as latitudes 6°55'13'' e 7°30'20'' sul e longitudes 34°47'37'' e 35°55'23'', a oeste de Greenwich. Os municípios inseridos nessa sub-bacia são Alagoa Grande, Bayeux, Cabedelo, Caldas Brandão, Campina Grande, Cruz do Espírito Santo, Fagundes, Gurinhém, Ingá, Itabaiana, Itatuba, João Pessoa, Juarez Távora, Juripiranga, Lagoa Seca, Lucena, Mari, Massaranduba, Mogeiro, Mulungu, Natuba, Pedras de Fogo, Pilar, Puxinanã, Queimadas, Riachão do Bacamarte, Riachão do Poço, Salgado de São Félix, Santa Rita, São José dos Ramos, São Miguel de Taipu, Sapé, Serra Redonda e Sobrado.

A sub- bacia do Baixo Paraíba ocupa uma área de 3.970,64 km², sendo 15,04 km² localizados fora do Estado. Seu Rio principal é composto pelo baixo curso do Rio Paraíba, e o principal afluente deste é o Rio Paraibinha. Além do Rio Paraibinha, os outros cursos d'água encontrados na região da bacia estão listados na **Tabela 2.75**. Essa região conta, também, com a presença de 8 açudes, todos com capacidade maior que 1 hm³, sendo o açude São Salvador o mais destacável, por armazenar mais de 12 hm³ (**Tabela 2.76**).

Tabela 2.75 - Cursos d'água da sub-bacia do Baixo Paraíba

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Acaí	2	Estadual
Riacho Angico	3	Estadual
Riacho Anta	3	Estadual
Riacho Buchacha	3	Estadual
Riacho Curimataú	2	Estadual
Riacho das Queimadas	2	Estadual
Riacho do Cabelo	1	Estadual
Riacho Itanhém	3	Estadual
Riacho Jacaraúna e Riacho Japungu	2	Estadual
Riacho Jacuípe	1	Estadual
Riacho Laranjeiras	2	Estadual
Riacho Lourenço Gomes	3	Estadual
Riacho Mogeiro	2	Estadual
Riacho Morcego	3	Estadual
Riacho Palmeira	2	Estadual
Riacho Sal Amargo	2	Estadual
Riacho Salgado	3	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Tibiri	3	Estadual
Riacho Timbaúba	3	Estadual
Riacho Três Passagens	3	Estadual
Riacho Una	3	Estadual
Rio Cuia	1	Estadual
Rio Engenho Novo	2	Estadual
Rio Gurinhém	2	Estadual
Rio Gurinhenzinho	3	Estadual
Rio Ingá	2	Estadual
Rio Mandacaru	1	Estadual
Rio Mangereba	2	Estadual
Rio Marés	1	Estadual
Rio Muquém	3	Estadual
Rio Paraíba	1	Estadual
Rio Paraibinha	2	Estadual
Rio Salgado	3	Estadual
Rio Soé	1	Estadual
Rio Tapira	2	Estadual
Rio Una	1	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.76 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Baixo Paraíba

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Chã dos Pereiras	Ingá	1.965.600	NÃO
Dos Reis	Cruz do Espírito Santo	1.823.373	NÃO
Ipanema	Riachão do Poço	1.060.580	NÃO
Itanhém	Sapé	1.532.655	NÃO
Marés	João Pessoa	2.136.637	NÃO
Olho dÁgua	Mari	868.320	NÃO
Pacatuba	Sapé	7.586.688	NÃO
São Salvador	Sapé	12.657.520	SIM
TOTAL		**29.631.373**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.10.4 Sub-bacia do Rio Taperoá

A sub-bacia do Rio Taperoá, sub-bacia da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, está situada na parte central do Estado da Paraíba, entre as latitudes 6°51’47’’ e 7°34’33’’ sul, e entre as longitudes 36°0’10’’ e 37°14’0’’, a oeste de Greenwich. A sub-bacia conta, total ou parcialmente, com 26 municípios: Areia de Baraúnas, Assunção, Barra de Santa Rosa, Boa Vista, Cabaceiras, Cacimbas, Cubati, Desterro, Gurjão, Juazeirinho, Junco do Seridó, Livramento, Olivedos, Parari, Pocinhos, Salgadinho, Santo André, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, São Vicente do Seridó, Serra Branca, Soledade, Sumé, Taperoá, Teixeira e Tenório.

Seu principal Rio é o Taperoá, de regime intermitente, o qual nasce na Serra de Teixeira e desemboca no Rio Paraíba, no Açude de Boqueirão (Açude Presidente Epitácio Pessoa). Sua bacia hidrográfica possui uma área aproximada de 5.677,07 km² e recebe contribuições de cursos d’água, como os Rios Soledade e Boa Vista e do riacho Carneiro. Os demais cursos d’água que atravessam o território da bacia estão listados na **Tabela 2.77**.

A sub-bacia do Rio Taperoá possui 16 açudes construídos: Gurjão, Jeremias, Lagoa do Meio, Livramento (Russos), Mucutu, Namorado, Olivedos, Serra Branca I, Serra Branca II, Soledade, Taperoá II (Manoel Marcionilo) e outros (**Tabela 2.78**).

Tabela 2.77 - Cursos d'água da sub-bacia do Rio Taperoá

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Barra dos Moraes	5	Estadual
Riacho Cachoeira das Pombas	5	Estadual
Riacho Capim-Açu	4	Estadual
Riacho Carimboque	4	Estadual
Riacho Catolé	2	Estadual
Riacho da Aroeira	2	Estadual
Riacho da Cachoeira	4	Estadual
Riacho da Cacimbinha	4	Estadual
Riacho da Catinga	5	Estadual
Riacho da Jureminha	5	Estadual
Riacho da Marcação	5	Estadual
Riacho da Pedra Vermelha	4	Estadual
Riacho da Pendência	5	Estadual
Riacho da Várzea do Cariri	5	Estadual
Riacho das Caraibeiras	3	Estadual
Riacho das Cobras	5	Estadual
Riacho Desterro	2	Estadual
Riacho do Açude	4	Estadual
Riacho do Badalo	3	Estadual
Riacho do Boi	4	Estadual
Riacho do Bonfim	4	Estadual
Riacho do Cabloco	4	Estadual
Riacho do Carneiro	5	Federal
Riacho do Cazuzinha	3	Estadual
Riacho do Defunto	5	Estadual
Riacho do Farias	3	Estadual
Riacho do Franco	4	Estadual
Riacho do Juá	4	Estadual
Riacho do Junco	4	Estadual
Riacho do Livramento	4	Estadual
Riacho do Mineiro	3	Estadual
Riacho do Mulungu	5	Estadual
Riacho do Padre	3	Estadual
Riacho do Pombo	4	Estadual
Riacho do Saco do Uruçu	3	Estadual
Riacho do Silva	3	Estadual
Riacho do Tanque	3	Estadual
Riacho dos Avelós	3	Estadual
Riacho dos Defuntos	4	Estadual
Riacho dos Pereiros	4	Estadual
Riacho dos Porcos	3	Estadual
Riacho dos Quintos e Riacho do Galo	4	Estadual
Riacho Espinheiro	4	Estadual
Riacho Fundo	4	Estadual
Riacho Gangorra	4	Estadual
Riacho Gravatá	4	Estadual
Riacho Jatobá	3	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Juazeiro	4	Estadual
Riacho Lagoa da Serra	4	Estadual
Riacho Macambira	4	Estadual
Riacho Malhada Alegre	4	Estadual
Riacho Mateus	4	Estadual
Riacho Mucutu	3	Estadual
Riacho Olho-d'Água	3	Estadual
Riacho Pedra Fina	3	Estadual
Riacho Pocinho	3	Estadual
Riacho Quixabeirinha	4	Estadual
Riacho Salgadinho	6	Estadual
Riacho Salgado	4	Estadual
Riacho Santa Luzia	4	Estadual
Riacho Santo Antônio	4	Estadual
Riacho São Gonçalo	4	Estadual
Riacho Seridozinho	4	Estadual
Riacho Serrote dos Poços	3	Estadual
Riacho Urubu	4	Estadual
Riacho Verde	5	Estadual
Ribeirão Livramento	3	Estadual
Rio Boa Vista	3	Estadual
Rio Bonito	4	Estadual
Rio Gurjão	4	Estadual
Rio São Pedro	3	Estadual
Rio Soledade	3	Estadual
Rio Taperoá	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.78 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Taperoá

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Coronel Jueca	Cacimbas	6.126.875	NÃO
Gurjão	Gurjão	3.683.875	NÃO
Jeremias	Desterro	4.658.430	NÃO
Lagoa do Meio	Taperoá	6.647.875	NÃO
Livramento (Russos)	Livramento	2.432.420	NÃO
Mucutu	Juazeirinho	25.370.000	SIM
Namorado	São João do Cariri	2.118.980	NÃO
Olivedos	Olivedos	5.875.124	NÃO
Serra Branca I	Serra Branca	2.117.062	NÃO
Serra Branca II	Serra Branca	14.042.568	SIM
Soledade	Soledade	27.058.000	SIM
São José III	São José dos Cordeiros	956.000	NÃO
Taperoá II (Manoel Marcionilo)	Taperoá	15.148.900	SIM
Lagoa de Cima	Serra Branca	7.065.039	NÃO
Salitre	Livramento	3.576.680	NÃO
Cruz dos Pocinhos	Pocinhos	3.917.600	NÃO
TOTAL		**130.795.428**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.11 Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas

A bacia hidrográfica do Rio Piranhas é de domínio federal, considerando que nasce na mesorregião do sertão paraibano e ainda drena grande área do Estado do Rio Grande do Norte, possuindo uma área total de 22.605,60 km², sendo 210 km² localizados fora do Estado da Paraíba.

O seu Rio principal, o Rio Piranhas, possui 405 km de extensão e forma um sistema hidrográfico constituído pelos seus alto e médio cursos, pelas bacias dos Rios do Peixe e Piancó e parte das bacias dos Rios Espinharas e Seridó, sendo estes quatro Rios os seus principais afluentes.

Assim como a bacia hidrográfica do Rio Paraíba, as especificidades dessa bacia e em atendimento ao Termo de Referência, a Bacia do Rio Piranhas foi dividida em seis sub-bacias: Alto e Médio Curso do Rio Piranhas e sub-bacias dos Rios do Peixe, Piancó, Espinharas e Seridó.

Essa bacia é uma das mais importantes do Nordeste Semiárido e, conjuntamente com a bacia hidrográfica do Rio Paraíba, perfazem 82% da superfície total do Estado da Paraíba.

2.7.11.1 Sub-bacia do Rio do Peixe

A sub-bacia do Rio do Peixe, que tem área de drenagem de 3.432,82 km², situa-se no extremo noroeste do Estado da Paraíba, entre 6°20’ e 7°03’ de latitude sul e 37°57’e 38°46’ de longitude oeste. Em seu território estão inseridos 21 municípios, total ou parcialmente: Aparecida, Bernardino Batista, Bom Jesus, Cachoeira dos Índios, Cajazeiras, Joca Claudino, Lagoa, Lastro, Marizópolis, Poço Dantas, Poço de José de Moura, Pombal, Santa Cruz, Santa Helena, São Francisco, São João do Rio do Peixe, São José de Piranhas, Sousa, Triunfo, Uiraúna e Vieirópolis.

Tem como curso d’água principal o Rio do Peixe, com 106,1 km de extensão; apresenta suas nascentes na Serra do Padre, município de Uiraúna, até desaguar na margem esquerda do Rio Piranhas no distrito de Aparecida, município de Sousa. Alguns dos demais cursos d’água presentes na bacia estão descritos na **Tabela 2.79**.

Tabela 2.79 - Cursos d’água da sub-bacia do Rio Peixe

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Córrego do Serrote	4	Estadual
Riacho Batuque	4	Estadual
Riacho Cacaré	3	Estadual
Riacho Cachoeira	5	Estadual
Riacho Cambito	4	Estadual
Riacho Condado	3	Estadual
Riacho da Serra	3	Estadual
Riacho das Araras	3	Estadual
Riacho das Areias	3	Estadual
Riacho do Boi Morto	3	Estadual
Riacho do Cipó	3	Estadual
Riacho do Cupim	3	Estadual
Riacho do Gitio	3	Estadual
Riacho do Naiú	5	Estadual
Riacho do Pé da Serra	3	Estadual
Riacho do Sabiá	4	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho dos Mirandas	5	Estadual
Riacho dos Nogueiras	4	Estadual
Riacho Grande	4	Estadual
Riacho Jerimum	4	Estadual
Riacho Morto	3	Estadual
Riacho Papa Mel	4	Estadual
Riacho Poço da Jurema	3	Estadual
Riacho Terra Molhada	4	Estadual
Riacho Zé Dias	3	Estadual
Rio do Meio	5	Estadual
Rio do Peixe	2	Estadual
Rio Piranhas Velho	3	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

De acordo com os estudos do Plano Diretor do Estado da Paraíba (SCIENTEC, 1996), a bacia do Rio do Peixe possui valores do fator de forma e de coeficiente de compacidade que indicam ser uma bacia ligeiramente alongada, relativamente compacta e regular. Assim, interpreta-se que, sem considerar as influências de outros fatores, estaria sujeita a cheias intensas, porém de curta duração. Além disso, informa que a bacia do Rio do Peixe apresenta um valor de densidade de drenagem igual a 1,1 km/km², o que significa uma drenagem na faixa de razoável a média.

A bacia do Rio Peixe possui 11 açudes em seu território, sendo 6 com capacidade acima de 6 hm³. Os mais destacáveis são os açudes Lagoa do Arroz, que pode armazenar até 80 hm³, e o açude Capivara com 37,5 hm³ de capacidade de armazenamento (**Tabela 2.80**).

Tabela 2.80 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Peixe

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Arrojado	Uiraúna	3.596.180	NÃO
Cachoeira da Vaca	Cachoeira dos Índios	339.156	NÃO
Capivara	Uiraúna	37.549.827	SIM
Chupadouro I	São João do Rio do Peixe	2.764.100	NÃO
Floresta	Sousa	1.515.539	NÃO
Gamela	Triunfo	472.926	NÃO
Lagoa do Arroz	Cajazeiras	80.388.537	SIM
Nova Roça	Lastro	2.119.447	NÃO
Paraíso (Luiz Oliveira)	São Francisco	5.340.024	NÃO
Pilões	São João do Rio do Peixe	7.888.854	NÃO
Serra Branca	Vieirópolis	1.307.000	NÃO
TOTAL		**143.281.590**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.11.2 Sub-bacia do Rio Espinharas

A sub-bacia do Rio Espinharas, com área de 2.883,37 km², localiza-se entre os paralelos 6°41’18’’ e 7°21’51’’ sul, e os meridianos 36°43’41’’ e 37°33’50’’, a oeste de Greenwich. As cidades inseridas no seu território são Areia de Baraúnas, Assunção, Cacimba de Areia, Cacimbas, Catingueira, Imaculada, Junco do Seridó, Mãe d'Água, Malta, Maturéia, Passagem, Patos, Paulista, Quixaba, Salgadinho, Santa Luzia, Santa Teresinha, São José de Espinharas, São José do Bonfim, São Mamede, Taperoá, Teixeira, Vista Serrana.

Seu principal Rio, oRio Espinharas, é formado pelo encontro dos Rios da Cruz e da Farinha, na cidade de Patos. Esse Rio percorre 45 km até encontrar o Rio Piranhas. Outros cursos d’água que contribuem para a bacia podem ser encontrados na **Tabela 2.81**.

A sub-bacia do Espinharas apresenta coeficiente de compacidade (KC) igual a 1,93 e densidade de drenagem (Dd) igual a 1,16 km/km².

Essa bacia ainda conta com a presença de 14 açudes, todos com mais de 1 hm³ de volume máximo (**Tabela 2.82**). Os mais destacáveis são os açudes Capoeira, que pode armazenar até 53,4 hm³, e o açude Farinha com 25,7 hm³ de capacidade de armazenamento.

Tabela 2.81 - Cursos d’água da sub-bacia do Rio Espinharas

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Córrego da Acauã	3	Estadual
Córrego dos Porcos	4	Estadual
Riacho Barro Verde	4	Estadual
Riacho Cajazeiro	3	Estadual
Riacho da Aba	4	Estadual
Riacho da Aguilhada	4	Estadual
Riacho da Areia	4	Estadual
Riacho da Boa Vista	5	Estadual
Riacho da Cachoeira	4	Estadual
Riacho da Caiçara	3	Estadual
Riacho da Caraibeira	5	Federal
Riacho da Cruz	4	Estadual
Riacho da Macambira	4	Estadual
Riacho da Pia	4	Estadual
Riacho da Roça	3	Estadual
Riacho da Serrota	5	Estadual
Riacho das Emas	3	Estadual
Riacho das Marés	3	Estadual
Riacho das Melancias	4	Estadual
Riacho das Moças	5	Estadual
Riacho Desterro	2	Estadual
Riacho do Caluete	3	Estadual
Riacho do Castelo	4	Estadual
Riacho do Costa	3	Estadual
Riacho do Covão	4	Estadual
Riacho do Delfino	5	Estadual
Riacho do Meio	4	Estadual
Riacho do Mineiro	3	Estadual
Riacho do Mocambo	3	Estadual
Riacho do Morcego	4	Estadual
Riacho do Negro	5	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho do Pinga	5	Estadual
Riacho do Rodeador	4	Estadual
Riacho do Saco do Uruçu	3	Estadual
Riacho dos Bois	3	Estadual
Riacho dos Ferros	4	Estadual
Riacho dos Louros	3	Estadual
Riacho dos Paus d'Arcos	5	Estadual
Riacho dos Pilões	3	Estadual
Riacho dos Poços	4	Estadual
Riacho Jatobá	3	Estadual
Riacho Logradouro	3	Estadual
Riacho Malhada da Onça	4	Estadual
Riacho Polônia	5	Estadual
Riacho Reinado	5	Estadual
Riacho Santana	3	Estadual
Riacho São Gonçalo	4	Estadual
Riacho São José	3	Estadual
Riacho São Severino	5	Estadual
Riacho Serra da Urtiga	4	Estadual
Riacho Tauá	4	Estadual
Riacho Timbaúba	4	Estadual
Riacho Trapiá	3	Estadual
Riacho Várzea Alegre	3	Estadual
Rio da Farinha	3	Estadual
Rio Espinharas	2	Federal

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.82 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Espinharas

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Bastiana	Teixeira	1.271.560	NÃO
Capoeira	Santa Teresinha	53.450.000	SIM
Da Lama	Patos	1.015.702	NÃO
Farinha	Patos	25.738.500	SIM
Firmino Gaioso	Santa Teresinha	6.063.600	NÃO
Flores	São José de Espinharas	1.484.448	NÃO
Garrote	São José de Espinharas	1.793.385	NÃO
Jatobá I	Patos	17.516.000	SIM
Poços	Teixeira	2.000.000	NÃO
Queimadas	São José de Espinharas	1.068.000	NÃO
Riacho das Moças	Teixeira	6.413.411	NÃO
Sabonete	Teixeira	1.952.540	NÃO
São Francisco II	Teixeira	4.920.720	NÃO
Vale da Sela	São José de Espinharas	1.826.356	NÃO
TOTAL		**126.514.222**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.11.3 Sub-bacia do Rio Piancó

A sub-bacia do Rio Piancó localiza-se no sudoeste do Estado da Paraíba, limitando-se ao norte com as regiões do Médio e Alto Curso do Rio Piranhas, ao sul, com o Estado de Pernambuco, a leste, com a sub-bacia do Rio Espinharas e o Estado de Pernambuco, e a oeste, com o Estado do Ceará e a região do Alto Curso do Rio Piranhas, entre os paralelos 6°43'52'' e 7°50'28'' sul e meridianos 37°26'56'' e 38°42'56'', a oeste de Greenwich. A sub-bacia abrange uma área de aproximadamente 9.237,78 km².

Essa sub-bacia contém 37 municípios, total ou parcialmente inseridos em seu território: Água, Branca, Aguiar, Boa Ventura, Bonito de Santa Fé, Cajazeirinhas, Carrapateira, Catingueira, Conceição, Condado, Coremas, Curral Velho, Diamante, Emas, Ibiara, Igaracy, Imaculada, Itaporanga, Juru, Mãe d'Água, Manaíra, Nova Olinda, Olho d'Água, Pedra Branca, Piancó, Pombal, Princesa Isabel, Santa Inês, Santa Teresinha, Santana de Mangueira, Santana dos Garrotes, São Bentinho, São José da Lagoa Tapada, São José de Caiana, São José de Piranhas, São José de Princesa, Serra Grande e Tavares.

O principal Rio dessa sub-bacia é o Rio Piancó, que possui como principais afluentes os riachos de Santana, Minador, Canoas, Maria e Verde. Além desses, outros cursos d'água identificados pela ANA estão listados na **Tabela 2.83**.

Tabela 2.83 - Cursos d'água da sub-bacia do Rio Piancó

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Córrego da Onça	3	Estadual
Córrego do Cipó	3	Estadual
Riachão Riachão	2	Estadual
Riacho Aroeira	4	Estadual
Riacho Bom Jesus	4	Estadual
Riacho Bruscas	2	Estadual
Riacho Cachoeira	3	Estadual
Riacho Cacimbas	3	Estadual
Riacho Cajazeirinho	3	Estadual
Riacho Campo Grande	4	Estadual
Riacho Campos	4	Estadual
Riacho Canoas	3	Estadual
Riacho Capim Grosso	2	Estadual
Riacho Capim Verde	2	Estadual
Riacho Carnaúba	2	Estadual
Riacho Catinga Grande	3	Estadual
Riacho Catingueira	3	Estadual
Riacho da Barba	4	Estadual
Riacho da Boa Vista	5	Estadual
Riacho da Cachoeira	2	Estadual
Riacho da Catingueira	4	Estadual
Riacho da Cruz	3	Estadual
Riacho da Estiva	4	Estadual
Riacho da Fartura	2	Estadual
Riacho da Goiabeira	2	Estadual
Riacho da Lagoa	6	Estadual
Riacho da Lancha	4	Estadual
Riacho da Mata	3	Estadual
Riacho da Onda	2	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho da Posse	2	Estadual
Riacho da Ramada	4	Estadual
Riacho da Serrota	5	Estadual
Riacho da Várzea	4	Estadual
Riacho da Várzea do Buraco	4	Estadual
Riacho d'Água	4	Estadual
Riacho das Baixas	3	Estadual
Riacho de Roco	2	Estadual
Riacho do Amolar	3	Estadual
Riacho do Boi	5	Estadual
Riacho do Braz	3	Estadual
Riacho do Calote	2	Estadual
Riacho do Capim Verde	2	Estadual
Riacho do Catolé	3	Estadual
Riacho do Cedro	5	Estadual
Riacho do Cipó	5	Estadual
Riacho do Conselho	2	Estadual
Riacho do Delfino	3	Estadual
Riacho do Exu	4	Estadual
Riacho do Humaitá	3	Estadual
Riacho do Junco	3	Estadual
Riacho do Logradouro	3	Estadual
Riacho do Macaco	4	Estadual
Riacho do Meio	2	Estadual
Riacho do Meio e Riacho Ferro Velho	4	Estadual
Riacho do Mel	3	Estadual
Riacho do Minador	3	Estadual
Riacho do Olho-d'Água	4	Estadual
Riacho do Saco Grande	4	Estadual
Riacho do Seixo	4	Estadual
Riacho do Serrote Branco	5	Estadual
Riacho do Sítio Velho	3	Estadual
Riacho do Socorro	4	Estadual
Riacho do Tapuio	3	Estadual
Riacho dos Barbosas	3	Estadual
Riacho dos Bois	2	Estadual
Riacho dos Canudos	5	Estadual
Riacho dos Cochos	4	Estadual
Riacho dos Pilões	2	Estadual
Riacho dos Pinhões	6	Estadual
Riacho dos Pocinhos	2	Estadual
Riacho dos Porcos	3	Estadual
Riacho Flamengo	4	Estadual
Riacho Garra	5	Estadual
Riacho Gatos	3	Estadual
Riacho Germana	3	Estadual
Riacho Grande	2	Estadual
Riacho Humaitá	2	Estadual
Riacho Inferno	2	Estadual
Riacho Jaraú	5	Estadual
Riacho Jatobá	2	Estadual
Riacho Laranjeira	2	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho Macaco	5	Estadual
Riacho Madruga	2	Estadual
Riacho Malhada da Espera	5	Estadual
Riacho Maria da Costa	3	Estadual
Riacho Melado	2	Estadual
Riacho Mirador	5	Estadual
Riacho Navio	4	Estadual
Riacho Olho d'Água	2	Estadual
Riacho Pala Amarela	3	Estadual
Riacho Papa Mel	2	Estadual
Riacho Passagem de Pedra	2	Estadual
Riacho Pau Brasil	2	Estadual
Riacho Pedro Antônio	5	Estadual
Riacho Poção	2	Estadual
Riacho Pocinho	4	Estadual
Riacho Riachão	3	Estadual
Riacho Santa Inês	1	Federal
Riacho Santana	2	Estadual
Riacho Tabuleiro Comprido	2	Estadual
Riacho Tapuio	3	Estadual
Riacho Timbaúba	4	Estadual
Riacho Vaca Morta	2	Estadual
Riacho Verde	3	Estadual
Riacho Xenguem	4	Estadual
Rio Croatá	2	Estadual
Rio Piancó	1	Federal
Rio Piranhas ou Açu	2	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Na bacia do Piancó estão localizados os maiores açudes da Paraíba, dos quais os mais importantes, devido a suas capacidades de armazenamento, os seguintes: o açude Curema (744 hm^3), o Mãe D'água (545 hm^3) e o açude Saco (97 hm^3) (**Tabela 2.83**).

A bacia do Rio Piancó possui valores de fator de forma igual a 0,21 e coeficiente de compacidade igual a 1,59, indicando ser a bacia ligeiramente arredondada, relativamente compacta e regular, sugerindo que não consiste em uma bacia muito sujeita a enchentes. Além desses parâmetros, a densidade de drenagem aumenta conforme a extensão da rede de drenagem e apresenta um valor para toda a sub-bacia de 1,52 km/km^2, o que sugere uma classificação, quanto à drenagem, na faixa de razoável à média.

Tabela 2.84 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Piancó

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Albino	Imaculada	1.833.955	NÃO
Antônio do Alumínio	Catingueira	1.200.000	NÃO
Bom Jesus II	Agua Branca	14.174.382	SIM
Bruscas	Curral Velho	38.206.463	SIM
Cachoeira dos Alves	Itaporanga	10.611.196	SIM
Cachoeira dos Cegos	Catingueira	71.887.047	SIM
Cafundó	Serra Grande	313.680	NÃO
Catolé I	Manaíra	10.500.000	SIM
Cipó	Curral Velho	1.128.016	NÃO
Cochos	Igaracy	4.199.773	NÃO
Condado	Conceição	35.016.000	SIM
Curema	Coremas	744.144.694	SIM
Emas	Emas	2.013.750	NÃO
Frutuoso II	Aguiar	3.517.220	NÃO
Glória	Juru	1.349.980	NÃO
Gravatá	Diamante	6.800.000	NÃO
Jatobá II	Princesa Isabel	7.229.180	NÃO
Jenipapeiro (Buiú)	Olho D`Água	70.757.250	SIM
Lancha I	Aguiar	5.675.800	NÃO
Macapá	Princesa Isabel	2.656.000	NÃO
Mãe dÁgua	Coremas	545.017.499	SIM
Novo II	Tavares	706.080	NÃO
Pedra Lisa	Imaculada	4.929.420	NÃO
Pimenta	São José de Caiana	255.744	NÃO
Piranhas	Ibiara	25.696.200	SIM
Poço Redondo	Santana de Mangueira	8.931.340	NÃO
Queimadas	Santana dos Garrotes	15.625.338	SIM
Riacho Verde	Boa Ventura	1.256.250	NÃO
Saco	Nova Olinda	97.488.089	SIM
Santa Inês	Santa Inês	29.684.041	SIM
Serra Vermelha I	Conceição	11.801.173	SIM
Tavares II	Tavares	9.000.000	NÃO
Timbaúba	Juru	15.438.572	SIM
Vazante	Diamante	9.091.200	NÃO
Video	Conceição	6.040.264	NÃO
TOTAL		**1.814.175.596**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.11.4 Sub-bacia do Alto Piranhas

A sub-bacia do Alto Piranhas, que possui área de 2.566,57 km², está situada no extremo oeste do Estado da Paraíba, entre 6°37’18’’ e 7°22’56’’ de latitude sul, e 37°48’11’’ e 38°41’14’’ de longitude, a oeste de Greenwich. Possui 16 municípios inseridos em seu território: Aparecida, Bonito de Santa Fé, Cajazeiras, Carrapateira, Coremas, Lagoa, Marizópolis, Monte Horebe, Nazarezinho, Pombal, São Domingos, São João do Rio do Peixe, São José da Lagoa Tapada, São José de Piranhas, Serra Grande e Sousa.

O principal Rio da sub-bacia do Alto Piranhas é o próprio Rio Piranhas, que possui comprimento de 30 km e uma declividade de 10,67 m/km. O Rio apresenta escoamento, no sentido nordeste, em direção ao Estado do Rio Grande do Norte, após encontrar o trecho

correspondente à região do Médio Curso do Rio Piranhas. Recebe contribuições de cursos d'água pouco densos e de regimes intermitentes. Na sua margem direita, destacam-se os riachos Cachoeira e do Trapiá. Na margem esquerda, deságua o riacho Tamanduá. Outros cursos d'água presentes na bacia encontram-se listados na **Tabela 2.85**, e os reservatórios, na **Tabela 2.86**, em que se destaca o açude Engenheiro Avidos que chega a armazenar até 293,6 hm^3.

Tabela 2.85 - Cursos d'água da sub-bacia do Alto Curso do Rio Piranhas

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Córrego Fechado	5	Estadual
Riacho Cachoeira	3	Estadual
Riacho Cachoeira	3	Estadual
Riacho Caiçara	3	Estadual
Riacho Cajazeira	3	Estadual
Riacho Caldeirão	4	Estadual
Riacho Contendas	4	Estadual
Riacho da Caiçara	4	Estadual
Riacho da Mutuca	4	Estadual
Riacho da Picada	4	Estadual
Riacho da Pinga	4	Estadual
Riacho das Cabeças	4	Estadual
Riacho das Varas	4	Estadual
Riacho do Arame	5	Estadual
Riacho do Barbeiro	4	Estadual
Riacho do Cachorro	4	Estadual
Riacho do Croatá	5	Estadual
Riacho do Escondido	4	Estadual
Riacho do Juá	3	Estadual
Riacho do Logradouro	3	Estadual
Riacho do Tamanduá	4	Estadual
Riacho dos Patos	5	Estadual
Riacho Irapuá	5	Estadual
Riacho Jenipapeiro	4	Estadual
Riacho Lamarão	4	Estadual
Riacho Logradouro	4	Estadual
Riacho Olho d'Água	4	Estadual
Riacho São Domingos	3	Estadual
Riacho Terra Molhada	4	Estadual
Riacho Timbaúba	3	Estadual
Riacho Trapiá	3	Estadual
Riacho Verde	3	Estadual
Rio do Peixe	2	Estadual
Rio Piancó	1	Federal
Rio Piranhas	4	Estadual
Rio Piranhas ou Açu	2	Estadual
Rio Piranhas Velho	3	Estadual

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.86 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Alto Piranhas

Nome	Município	Volume máximo (m³)	Capacidade ≥ 10hm³
Açude Grande	Nazarezinho	1.243.359	NÃO
Bartolomeu I	Bonito de Santa Fé	17.570.556	SIM
Bom Jesus	Carrapateira	343.800	NÃO
Cajazeiras	Cajazeiras	2.600.000	NÃO
Engenheiro Avidos	Cajazeiras	293.617.376	SIM
Firmino (Galante)	São José de Piranhas	2.427.250	NÃO
Grotão	São Domingos do Pombal	4.675.480	NÃO
Jenipapeiro	São José da Lagoa Tapada	1.948.300	NÃO
Jenipapeiro I	Sousa	1.166.630	NÃO
Novo	Monte Orebe	1.200.000	NÃO
Paissandú	São Domingos do Pombal	2.250.000	NÃO
São Gonçalo	Sousa	40.582.277	SIM
São José I	São José de Piranhas	3.051.125	NÃO
Serra Vermelha	Cajazeiras	2.000.000	NÃO
Umaitá	São Domingos do Pombal	1.233.583	NÃO
	TOTAL	**375.909.736**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

Entre os açudes presentes na região da bacia, identificam-se os açudes Engenheiro Avidos, São Gonçalo e Bartolomeu I como os maiores, com capacidades de 255 hm³, 44,6 hm³ e 17,6 hm³, respectivamente. Convém ressaltar que as construções dos açudes Engenheiro Avidos e São Gonçalo, os quais alimentam as aluviões de jusante, como é o caso do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, motivaram a retificação do principal vale do Rio Piranhas.

Com referência à sub-bacia do Alto Piranhas, o valor do fator de forma é igual a 0,08, e o coeficiente de compacidade é igual a 1,79, indicando ser a bacia ligeiramente arredondada, relativamente compacta e regular. Assim, interpreta-se que, sem considerar as influências de outros fatores, não seria muito sujeita a enchentes. Além disso, sua densidade de drenagem é de 1,40 km/km², mostrando uma eficiência de drenagem classificada entre razoável e média.

2.7.11.5 Sub-bacia do Médio Piranhas

A sub-bacia do Médio Piranhas, que possui uma área de 4.485,07 km², situa-se a noroeste do Estado da Paraíba, entre as coordenadas 6°1’38’’ e 7°0’90’’ de latitude sul e 37°09’25’’ e 38°01’44’’ de longitude, a oeste de Greenwich. A sub-bacia conta com 22 municípios inseridos no seu território, sendo eles Belém do Brejo do Cruz, Bom Sucesso, Brejo do Cruz, Brejo dos Santos, Cajazeirinhas, Catingueira, Catolé do Rocha, Condado, Jericó, Lagoa, Malta, Mato Grosso, Patos, Paulista, Pombal, Riacho dos Cavalos, Santa Cruz, São Bentinho, São Bento, São José de Espinharas, São José do Brejo do Cruz e Vista Serrana.

O Rio Piranhas, em seu curso médio, percorre 123 km e tem uma declividade de 1,4 m/km, perenizado pelo açude de Curema-Mãe d’Água, e é afluente principal do Rio Piancó. Recebe contribuições de outros cursos d’água, pouco densos e de regimes intermitentes. Seus principais tributários são os riachos Caiçara, Baião, Escuro, Sabiá e Mato Grosso. Além desses, outros cursos d’água presentes na bacia estão descritos na **Tabela 2.87**. A bacia possui 9 açudes construídos, sendo estes os maiores em volume máximo: Baião, Engenheiro Arcoverde, Carneiro, Escondido, Riacho dos Cavalos, Santa Rosa e Tapera (**Tabela 2.88**).

Com relação ao sistema de drenagem, a sub-bacia do Médio Piranhas tem densidade de drenagem igual a 1,26 km/km², indicando que apresenta uma drenagem na faixa de razoável a média.

Tabela 2.87 - Cursos d'água da sub-bacia do Médio Piranhas

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Córrego Araújo	2	Estadual
Córrego da Cachoeirinha	2	Federal
Córrego do Jenipapo	4	Estadual
Córrego do Pau Branco	4	Estadual
Córrego do Preto	2	Estadual
Córrego Mateus Pereira	3	Estadual
Córrego Salgado	3	Estadual
Córrego Veludo	3	Estadual
Riachão Riachão	3	Estadual
Riacho Agon	3	Estadual
Riacho Alagadiço	3	Estadual
Riacho Aldeia	3	Estadual
Riacho Bálsamo	2	Estadual
Riacho Barro Vermelho	2	Estadual
Riacho Bonsucesso	3	Estadual
Riacho Caatinga do Mato Grosso	3	Estadual
Riacho Cachoeirinha da Palha	3	Estadual
Riacho Caraiba	3	Estadual
Riacho Cipó	4	Estadual
Riacho Croatá	5	Federal
Riacho da Caiçara	2	Estadual
Riacho da Cela	3	Federal
Riacho da Furna	3	Estadual
Riacho da Palha	3	Estadual
Riacho da Ramada	4	Estadual
Riacho da Timbaúba	3	Estadual
Riacho da Várzea Nova	4	Estadual
Riacho das Assentadas	4	Estadual
Riacho do Acari	3	Estadual
Riacho do Agreste	3	Estadual
Riacho do André	2	Estadual
Riacho do Arapuá	3	Estadual
Riacho do Belmonte	3	Estadual
Riacho do Brandão	4	Estadual
Riacho do Castelo	3	Estadual
Riacho do Cipó	5	Estadual
Riacho do Couro	2	Estadual
Riacho do Feijão	2	Federal
Riacho do Gado Bravo	3	Estadual
Riacho do Gitio	2	Estadual
Riacho do Juá	5	Estadual
Riacho do Livramento	3	Estadual
Riacho do Moleque	2	Estadual
Riacho do Mulungu	3	Estadual
Riacho do Sabiá	3	Estadual
Riacho do Seixo	5	Estadual
Riacho do Serrote Branco	5	Estadual

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho do Umburana	2	Federal
Riacho dos Bois	2	Federal
Riacho dos Cavalos	2	Estadual
Riacho dos Coelhos	2	Federal
Riacho dos Picos	3	Estadual
Riacho dos Pilões	3	Estadual
Riacho dos Porcos	3	Estadual
Riacho Empanzinado	3	Estadual
Riacho Escuro	2	Federal
Riacho Fechado	3	Estadual
Riacho Forquilha	2	Estadual
Riacho Fundo	5	Estadual
Riacho Gerimum	4	Estadual
Riacho Grande	3	Estadual
Riacho Jatobá	4	Federal
Riacho Jenipapo	2	Estadual
Riacho Jurema	2	Estadual
Riacho Logradouro	2	Estadual
Riacho Macapá	3	Estadual
Riacho Maniçoba	2	Federal
Riacho Marcelina	4	Federal
Riacho Morcego	3	Estadual
Riacho Olho d'Água	2	Federal
Riacho Pau d'Arco	3	Federal
Riacho Pedra d'Água	5	Estadual
Riacho Poço da Cruz	3	Estadual
Riacho Poço da Onça	3	Estadual
Riacho Puxu	5	Estadual
Riacho Riachão	3	Estadual
Riacho São José	4	Estadual
Riacho São Vicente	5	Estadual
Riacho Seringa	4	Estadual
Riacho Tabuleiro Comprido	3	Estadual
Riacho Tapera	3	Estadual
Riacho Timbaubinha	4	Estadual
Rio Baião	2	Federal
Rio Espinharas	2	Federal
Rio Piranhas ou Açu	1	Federal

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.88 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Médio Piranhas

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Aldeia	Belém do Brejo do Cruz	1.737.078	NÃO
Baião	São José do Brejo do Cruz	39.226.628	SIM
Bom Jesus	Brejo da Cruz	1.437.965	NÃO
Bom Sucesso	Belém do Brejo do Cruz	2.590.755	NÃO
Carneiro	Jericó	31.285.875	SIM
Catolezinho	Pombal	1.320.000	NÃO
Do Verde	São Domingos de Pombal	1.200.000	NÃO
Engenheiro Arcoverde	Condado	36.834.375	SIM
Escondido	Belém do Brejo do Cruz	16.579.250	SIM
Mendonça	Catolé do Rocha	4.340.236	NÃO
Mulungu Velho	Paulista	1.649.529	NÃO
Oriente	São Bento	1.073.100	NÃO
Palha de Baixo	Belém do Brejo do Cruz	1.065.803	NÃO
Riacho dos Cavalos	Riacho dos Cavalos	17.699.000	SIM
Santa Rosa	Brejo do Cruz	2.843.984	NÃO
Serrote	São José do Brejo do Cruz	2.025.882	NÃO
soares	Belém do Brejo do Cruz	1.243.493	NÃO
Tapera	Belém do Brejo do Cruz	26.418.660	SIM
Várzea do Roçado	Catolé do Rocha	1.638.831	NÃO
TOTAL		**192.210.444**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

2.7.11.6 Sub-bacia do Rio Seridó

O setor leste da sub-bacia do Seridó possui uma área total de 3.448,49 km², sendo 1.474,56 km² pertencendo à região do Seridó Ocidental, e 1.973,93 km², ao Seridó Oriental. A sub-bacia encontra-se localizada entre as coordenadas 6°16’57’’ e 6°59’33’’ de latitude sul, e 36°13’12’’ e 36°36’21’’ de longitude, a oeste de Greenwich. O setor oeste da sub-bacia localiza-se entre 6°42’63’’ e 7°03’56’’ de latitude sul, e 36°43’48’’ e 37°15’16’’ de longitude, a oeste de Greenwich.

A sub-bacia do Seridó Ocidental possui 8 municípios total ou parcialmente inseridos em seu território, quais sejam, Areia de Baraúnas, Junco do Seridó, Quixaba, Santa Luzia, São José de Espinharas, São José do Sabugi, São Mamede e Várzea. Já a sub-bacia do Seridó Oriental possui 11 municípios: Baraúna, Cubati, Frei Martinho, Juazeirinho, Nova Palmeira, Olivedos, Pedra Lavrada, Picuí, São Vicente Do Seridó, Sossego e Tenório.

O principal Rio dessa sub-bacia é o Rio Seridó, que nasce a oeste do Planalto da Borborema, nas circunvizinhanças da Serra do Caldeiro, em território paraibano. Seus principais afluentes são o Rio Picuí e riachos Quinturaré e Vazantes, para a região do Seridó Oriental, Rio Sabuji, além dos riachos Papagaio, Chafariz e Santa Maria na região do Seridó Ocidental. Na **Tabela 2.89**, é possível encontrar os outros cursos d’água que contribuem para a sub-bacia, e na **Tabela 2.90**, os açudes, com destaque para o reservatório Várzea Grande com capacidade de 21,5 hm^3.

Tabela 2.89 - Cursos d'água da bacia do Rio Seridó

Unidade de planejamento	Curso d'água	Ordem	Dominialidade
SERIDÓ OCIDENTAL	Riacho da Aba	5	Estadual
	Riacho da Caiçara	6	Federal
	Riacho da Cozinha	5	Federal
	Riacho da Espora	4	Estadual
	Riacho da Palha	4	Estadual
	Riacho da Pitomba	5	Estadual
	Riacho da Roça	4	Federal
	Riacho da Serra	4	Federal
	Riacho das Queimadas	4	Federal
	Riacho do Boi	5	Estadual
	Riacho do Cipó	4	Federal
	Riacho do Cordeiro	4	Federal
	Riacho do Cordeiro	5	Estadual
	Riacho do Fogo	4	Estadual
	Riacho do Papagaio	4	Estadual
	Riacho do Paraíso	4	Estadual
	Riacho do Pinga	4	Estadual
	Riacho do Saco	4	Estadual
	Riacho dos Bois	6	Federal
	Riacho dos Paus d'Arcos	4	Estadual
	Riacho Jericó	5	Federal
	Riacho Malhada da Onça	4	Estadual
	Riacho Massapê	4	Estadual
	Riacho Poção	4	Federal
	Riacho Quixabeira	5	Estadual
	Riacho Saco do Coité	4	Estadual
	Riacho Santa Maria	5	Federal
	Riacho Serra Branca	4	Estadual
	Riacho Várzea Alegre	4	Estadual
	Rio Chafariz	3	Federal
	Rio Sabuji	3	Federal
	Rio Santana	4	Federal
	Rio São José	4	Federal
SERIDÓ ORIENTAL	Riachão Riachão	5	Estadual
	Riacho Barraco	4	Estadual
	Riacho Cacimbinha	4	Estadual
	Riacho Caraibeira	3	Estadual
	Riacho Carrapateira	3	Estadual
	Riacho da Cachoeira	4	Estadual
	Riacho da Caiçara	4	Estadual
	Riacho da Corujinha	5	Federal
	Riacho da Lagoa do André	3	Estadual
	Riacho do Boi	4	Estadual
	Riacho do Cafundó	4	Estadual
	Riacho do Cágado	4	Federal
	Riacho do Damião	3	Estadual
	Riacho do Forte	4	Estadual
	Riacho do Juazeiro	4	Estadual
	Riacho do Logradouro	3	Estadual
	Riacho do Rabicho	4	Estadual
	Riacho dos Bois	6	Estadual
	Riacho dos Tanques	3	Estadual
	Riacho Lagamar	4	Estadual
	Riacho Mulungu	5	Estadual
	Riacho Olho d'Água	5	Federal
	Riacho Pau-d'Arco	4	Estadual
	Riacho Pimenta	3	Estadual
	Riacho Quinturaré	3	Federal
	Riacho Quixaba	3	Estadual
	Riacho Riachão	2	Federal
	Riacho Saco do Jirau	3	Estadual

Unidade de planejamento	Curso d'água	Ordem	Dominialidade
	Riacho Timbaúba	4	Estadual
	Riacho Várzea Verde	4	Estadual
	Rio da Passagem	2	Federal
	Rio das Vazantes	4	Federal
	Rio Letreiro	2	Federal
	Rio Picuí	2	Federal
	Rio Seridó	2	Federal

Fonte: Metadados ANA (2017).

Tabela 2.90 - Açudes estratégicos da sub-bacia do Rio Seridó

Nome	Município	Volume máximo (m^3)	Capacidade ≥ 10hm^3
Cacimbinha	São Vicente do Seridó	2.156.560	NÃO
Caldeirão	Pedra Lavrada	1.277.250	NÃO
Caraibeiras	Picuí	2.709.260	NÃO
Felismina Queiroz	São Vicente do Seridó	2.060.000	NÃO
Riacho Fundo	TenóRio	298.616	NÃO
Santa Luzia	Santa Luzia	11.960.250	SIM
São José IV	São José do Sabugi	554.100	NÃO
São Mamede	São Mamede	15.791.280	SIM
Várzea	Várzea	1.132.975	NÃO
Várzea Grande	Picuí	21.532.659	SIM
TOTAL		**59.472.950**	

Fonte: www.aesa.pb.gov.br

Em termos de parâmetros morfométricos, as bacias hidrográficas desses rios apresentam coeficientes de compacidade iguais a 1,62 (Oriental) e 1,71 (Ocidental). Com relação ao sistema de drenagem, a sub-bacia do Rio Seridó tem densidades de drenagens iguais a 0,76 km/km² e 1,15 km/km², para oriental e ocidental, respectivamente, significando que ambas as bacias apresentam uma drenagem na faixa de razoável à média.

2.7.12 Bacia Hidrográfica do Rio Trairi

A bacia hidrográfica do Rio Trairi é uma bacia de domínio federal, com parte da sua área localizando-se no Estado do Rio Grande do Norte. Localiza-se entre as coordenadas 6°24'19'' e 6°30'09'' de latitude sul, e entre 36°02'47'' e 36°14'29'' de longitude oeste, abrangendo uma área de 109,79 km².

A bacia do Rio Trairi encontra-se praticamente inserida no Estado do Rio Grande do Norte, em sua quase totalidade. Essa bacia está contida na mesorregião do agreste paraibano e na microrregião do Curimataú Ocidental. Encontram-se parcialmente inseridos em tal bacia os municípios de Cuité, Nova Floresta e Picuí. Outros cursos d'água da região encontram-se listados na **Tabela 2.91**.

Tabela 2.91 - Cursos d'água da bacia do Rio Trairi

Curso d'água	Ordem	Dominialidade
Riacho da Quixaba	3	Estadual
Riacho da União	2	Federal
Riacho do Marimbondo	3	Estadual
Riacho do Tamanduá	3	Federal

Fonte: Metadados ANA (2017).

2.8 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

2.8.1 Fontes de Consultas Adotados

LACERDA, A.V.; NORDI, N.; BARBOSA, R.M.; WATANABE, T. **Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do Rio Taperoá, PB, Brasil.** Acta bot. bras. 19(3): 647-656. 2005.

MANTOVANI, W. **Conceituação e fatores condicionantes. In: BARBOSA, L.M. (Coord.) Simpósio sobre Mata Ciliar.** Campinas, Fundação Cargill. Anais. 1989, p.11-19.

OLIVEIRA, E.B. **Florística e estrutura fitossociológica de Mata Ciliar na Bacia do Rio Goiana – PE.** 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006.

RÊGO, P.L. **Regeneração natural em matas ciliares na bacia do Rio Goiana – PE**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

ROSA, I.M.L., ALVES, R.R.N., BONIFÁCIO, K.M., MOURÃO, J.S., OSÓRIO, F.M., OLIVEIRA, T.P.R. & NOTTINGHAM, M.C. 2005. **Fishers' knowledge and seahorse conservation in Brazil.** J. Ethnobiol. Ethnomed. 1:1-15.

ROSA, R. S. & R. SASSI. **Estudo da biodiversidade da APA de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 371p. 2002.

BARBOSA, J.E.L.; MEDEIROS, E.S.F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R.S.; CRISPIM, M.C.B.; SILVA, G.H.G. **Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management.** Acta Limnologica Brasiliensia. v. 24, n.1, p 103-118, 2012.

BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (org.) **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no Rio Mogi-Guaçu**. **In:), Limnologia fluvial.**

CALLISTO, M.; MARQUES, M. M.; BARBOSA, F. A. R. **Deformities in larval Chironomus (Diptera, Chironomidae) from the piracicaba river, southeast Brazil**. Ver. internat. Verein. Limnol, v.27 (in press), 2000.

CARDOSO, T. A. L. **Distribuição de aves limícolas migratórias (Charadriidae e Scolopacidae) em estuários: preferência de habitats e estrutura das assembleias.** 2011. 59 f.

CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S. **Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga**, Revista Brasileira de Zoologia 2004. 21(2) 287-293.

Estuaries. A.A.A.S. Publ. 83.Washington, DC, 1967.

PALUDO, D. & V.S. KLONOWSKI. **Barra de Mamanguape: Estudo do impacto do uso e madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros**. Cadernos de Reserva da Biosfera. Caderno nº16. São Paulo. 1999

RAMOS, T.P.A.; LIMA, J.A.S.; COSTA, S.Y.L.; SILVA M.J.; AVELLAR, R.G.; OLIVEIRA-SILA, L. **Continental ichthyofauna from the Paraíba do Norte River basin pre transposition of the São Francisco River, Northeastern Brazil**. Biota Neotropica 18(4): e20170471, 2018.

SANTOS, A.S.; ARAUJO-DE-ALMEIDA, E.; BARBOSA, V.C.; REIS, V.V. ; WANDERLEY, I. C.; ASSIS. J.E.; RIUL, P.; ALMEIDA, W.O.; CHRISTOFFERSEN, M.L. **Macroinvertebrados do estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil**. II Congresso Brasileiro de Oceanografia. Vitória - ES – Brasil. 2005.

SOARES, B.B.F. **Influência da salinidade na distribuição e abundância nas assembleias de peixes juvenis do estuário do Rio Mamanguape, PB.** Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande-PB. Monografia de Graduação, 2012.

SOUZA, A.H.F.F.; ABÍLIO, F.J.P. **Zoobentos de duas lagoas intermitentes da caatinga paraibana e as influências do ciclo hidrológico**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, ISSN 1519-5228, Suplemento Especial – n.1, 2006.

TWEEDLEY, J. R. et al. **The use of benthic macroinvertebrates to establish a benchmark for evaluating the environmental quality of microtidal, temperate southern hemisphere estuaries**. Marine pollution bulletin, v. 64, n. 6, p. 1210-1221, 2012

VIEIRA, W.L.S.; ARZABE, C.; SANTANA, G.G. **Composição e distribuição espaço-temporal de anuros no Cariri Paraibano, Nordeste do Brasil.** Oecol. Bras., 11 (3): 383-396, 2007.

VINCENT, A.C.J. & PAJARO, M.G. **Community-based management for a sustainable seahorse fishery**. In Proceedings of the 2 World Fisheries Congress. CSIRO, Australia, p. 761-766, 1997.

Paraíba: **Desenvolvimento econômico e a questão ambiental**. Antonio Sérgio Tavares de Melo, Janete Lins Rodriguez – João Pessoa , Grafset, 2003.

http://historiadaparaiba.blogspot.com/2010/01/vegetacao-da-paraiba.html. Acesso em: 28 de junho de 2019.

ALMANAQUE Abril. São Paulo: Abril, 2015.

BRAGA, Célia C. (et al.) **Estudo do Índice de Vegetação no Leste da Paraíba usando Satélites Meteorológicos**. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-2bb67daf6b19f0f91f2202e21ba1a28f.pdf>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

NUNES, Mônica. **Metade da Caatinga está devastada**. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/caatinga-metade-devastada-537181.shtml>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

RECURSOS Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia – UCE. Disponível em: <http://paraiba.pb.gov.br/meio-ambiente-dos-recursos-hidricos-e-da-ciencia-e-tecnologia/uce/>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

2.8.1.1 História

O povoamento inicial no Brasil se deu pelo sistema de capitanias hereditárias, no qual duas delas se destacavam entre as demais (Bahia e Pernambuco), devido ao papel desempenhado no sistema colonial. Vinham da Bahia as ordens e determinações a serem cumpridas no roteiro de ocupação da região interiorana. Pernambuco constituía o centro administrativo e exportador das demais capitanias, naquele período, com exceção do Maranhão, que tinha comunicação direta com a Europa, em virtude do direcionamento das correntes marítimas. Embora o povoamento do Brasil tenha ocorrido de forma gradual e diversificada, a pecuária e a cultura algodoeira foram marcos fundamentais nos rumos que a história tomou (MMA, 2001).

Não é possível discorrer sobre a influência da pecuária, no intercurso da história da Paraíba, sem mencionar a cana-de-açúcar. E foi no atendimento às necessidades dessa cultura que se iniciou, de modo tímido, o devassamento do território no interior. No litoral da Bahia e Pernambuco, estavam as casas grandes e senzalas, de onde vinham as demandas e, no semiárido ainda desconhecido, as possibilidades de atender às necessidades, nos lugares onde as fazendas de gado aumentavam gradativamente, seguindo o percurso do Rio São Francisco. Iniciava-se a primeira via de ocupação do sertão.

A produção de cana de açúcar foi iniciada no período colonial e concentrava-se no litoral, por suas condições propícias de solo e clima as quais favoreciam seu desenvolvimento. Entretanto, a necessidade de força animal, para manter os engenhos em funcionamento e fornecimento de alimento para a crescente população da zona açucareira, forçava o desenvolvimento da atividade pecuária, que encontrou no interior o ambiente adequado. Dessa forma, os territórios interioranos foram ocupados, visando a atender a criação de bovinos, com o objetivo de suprir as necessidades da atividade canavieira no litoral, integrando-se ao complexo açucareiro como atividade complementar.(ADESE, 2011).

Embora o Rio São Francisco servisse de marco divisório entre as capitanias da Bahia e de Pernambuco, os baianos atingiram os vales dos afluentes desse rio, pela margem esquerda, ocupando os sertões de Pernambuco e do Piauí, chegando aos rios que correm para o Atlântico: o Piranhas-Açu, o Apodi-Mossoró, o Jaguaribe e os afluentes da margem direita do Paraíba. Os rios eram, preferencialmente, usados na conquista pelo território do interior. Além de fornecerem água, auxiliavam na alimentação, por intermédio da pesca, e atraíam animais que vinham beber água em seus cursos. As montanhas, vistas ao longe, serviam de orientação no percurso a ser trilhado, facilitando o reconhecimento do espaço percorrido ou a percorrer, e assim o número de fazendas de gado crescia, às margens dos rios, estimuladas pelos anseios dos centros urbanos (MMA, 2001).

No decorrer do processo de interiorização da atividade pecuária, os primeiros produtores encontraram forte resistência dos povos indígenas residentes naquele território, para implantar suas fazendas de gado. Estabelecido o conflito, episódios de massacre de indígenas foram historiados em todo o território.

A atividade tornava-se promissora no século XVIII, com o fornecimento de seus produtos e subprodutos. O fornecimento de animais de força para os engenhos do litoral, animais de

transporte e carga, carne fresca e carne seca, couro cru e couro curtido, faziam da pecuária uma atividade de força, inclusive, política.

Diante desse cenário, a pecuária ganha destaque na dinâmica da economia frente à atividade canavieira, mesmo se tratando de produção para consumo local. O apogeu da atividade veio com o surgimento da mineração, quando a demanda pela carne aumentou, e a logística comercial inexistia, abrindo a necessidade de instalações das oficinas de produção de carne seca. Assim, revolucionava-se a atividade econômica primordial da região, passando de atividade de subsistência para atividade comercial.

A atividade começa a enfrentar dificuldades. Além dos empecilhos administrativos colocados pelas capitanias adjacentes, as secas periódicas despontavam como um grave entrave para a atividade, principalmente a seca que ocorreu de 1790 a 1793, a qual dizimou o rebanho bovino, provocando o fechamento das referidas oficinas. Isso tudo fez com que o Rio Grande do Sul se tornasse no maior produtor de charque naquele momento, dominando, assim, o mercado interno.

Após o período de seca, os produtores no Nordeste não reabriram suas oficinas, visto que o mercado se encontrava bem consolidado com a charque vindo do Rio Grande do Sul. Sem alternativa, os produtores foram obrigados a buscar outros ramos de produção. Nesse período, o algodão despontava como alternativa, pois já era comercializado para o exteRior e resistia, fortemente, aos períodos de estiagem.

A partir de então, o algodão é introduzido e disseminado no semiárido brasileiro como uma cultura que poderia gerar excedentes para os agricultores e amparar os proprietários das grandes fazendas de gado. Dessa forma, a cotonicultura se desenvolveu, à sombra das atividades pastoris (SILVA, 2006 apud ADESE, 2011).

Com a grande seca de 1877 a 1879, a cotonicultura ganha destaque, consolidando a produção do algodão mocó, variedade conhecida pela sua fibra longa e de alta qualidade, requisitada pelas indústrias têxteis para a produção de tecidos (MORAIS, 1999 apud ADESE, 2011) superando o linho e a lã. Em virtude da crescente procura, a alta cotação do algodão, no mercado internacional, fez com que a atividade ultrapassasse a posição assumida pelo açúcar tempos atrás. Na Paraíba, o cultivo algodoeiro despontou nos brejos da Borborema, o qual se disseminou, em pouco tempo, no semiárido, transformando-o no principal centro produtor. Na última década do século XVIII, já havia plantações algodoeiras que contavam com o apoio das primitivas máquinas de descaroçar, conhecidas como bolandeiras (MMA, 2001).

O binômio algodão e gado fortaleceu a economia da região do Alto e Médio Piranhas, notadamente na zona das Várzeas de Sousa e Seridó. Assim, cidades como Cajazeiras, Sousa, Pombal, Patos ganharam impulso como sedes de usinas locais e de multinacionais do algodão. Destaque deve ser feito à cidade de Patos, que despontou como importante entreposto comercial algodoeiro, ligada principalmente a Campina Grande, centro fornecedor do maquináRio industrial.

O algodão é, então, o responsável pela segunda via de ocupação do sertão qu,e na Paraíba, rendeu a criação de nove freguesias, na segunda metade do século XIX, e treze povoados passaram à categoria de vilas, muitas delas inclusive elevadas à função de municípios. A partir daí, verificou-se um contínuo aumento populacional dos principais municípios e vilas do interior paraibano.

A mineração começou a explorar, com mais intensidade, as jazidas existentes no Seridó, trazendo ao conhecimento de todos essa nova atividade, como segmento produtivo no início de 1930. Compradores alemães, então, começaram a adquirir na região os chamados minerais estratégicos, extraídos de pegmatitos, representados principalmente pelo berílio, columbita, tantalita, cristal de rocha e mica. Na década seguinte, iniciou-se a exploração da sheelita, minéRio de tungstênio, muito utilizado pelas indústrias química, elétrica, eletrônica, mecânica, espacial e principalmente bélica, a qual, na época, era usada na fabricação de utensílios de guerra. A atividade ganhava força e notoriedade sendo considerada, nesse período, de grande importância para a economia local. (SEPLAN-RN. IICA, 2000, v.1).

Ainda na década de 1930, um elemento novo vem fortalecer a região: a presença do ministro paraibano, José Américo de Almeida, na pasta da Viação e Obras Públicas, decisiva na construção de importantes reservatórios estratégicos, com destaque para os açudes Curema/Mãe D'Água. As intervenções do Estado, na bacia do Piranhas-Açu, foram complexas e determinantes desde o início do Século XX, com a criação do IFOCS (Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas), atualmente, DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) que concentrava política de obras contra as secas, baseada especialmente na construção de barragens e açudes. A perenização do Rio Piranhas, proporcionada pelos reservatórios, propiciou a criação, pelo então ministro, da Comissão de Técnicos de Reflorestamento e Postos Agrícolas no Nordeste, estimulando um centro de irrigação no município de São Gonçalo. As estruturas hidráulicas dos canais guardam estreita semelhança com as construções do United States Bureau of Reclamation – USBR, no oeste dos Estados Unidos, e foram importantes para o abastecimento da população.

Essa iniciativa impulsionou o surgimento de postos de irrigação, concentrando em São Gonçalo uma notável presença de profissionais de agronomia na região, estabelecendo, inclusive, o primeiro pólo de fruticultura do Nordeste. A laranja, o coqueiro anão e outras espécies vegetais exóticas foram objetos de importantes experiências, resultando, mais adiante, na criação do Instituto Agronômico José Augusto Trindade. Ganha força, ainda naquela época, o pioneirismo da piscicultura continental, em bases de tecnologia avançada para a época.

A esse complexo hidroagrícola, somou-se o complexo industrial algodoeiro, que se estendeu durante quase toda a metade do final do século XX. O cultivo de algodão arbóreo, importante atividade econômica na região, ao contrário do algodão comum, era um cultivo perene, resistente à seca, o qual alimentava um grande número de usinas de beneficiamento. Além de uma fibra de excelente qualidade, tinha como subprodutos o óleo vegetal e ração animal (torta de algodão), uma fonte de renda segura para o produtor.

2.8.1.2 Padrões de Ocupação do Solo

Informações atualizadas sobre o uso e ocupação do solo, bem como seu histórico, tem sido um fator imprescindível ao entendimento dos processos que se desenvolvem em determinada região, especialmente àqueles relacionados aos recursos hídricos, tornando-se de fundamental importância, na medida em que os efeitos podem causar a degradação do meio ambiente.

Processos de erosão intensos, assoreamentos de cursos d'água, inundações, desertificação, têm sido exemplos constantes de mau uso do solo. Além disso, segundo Mendes & Cirilo (2001), o impacto decorrente de alterações ocorridas na paisagem reflete-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos e na qualidade da água, o que é corroborado por Linhares et al (2005), que citam que a utilização do solo desempenha um importante papel no ciclo hidrológico, com a vegetação tendo influência direta no processo de erosão, na qualidade da água, na dinâmica de nutrientes, na proteção de mananciais e na produção de água. Torna-se, dessa forma, imprescindível o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área, de modo a possibilitar a garantia de formas mais eficientes de controle dos recursos hídricos do Estado.

Para a definição do uso e ocupação do solo da Paraíba, contou-se com técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, ferramentas úteis e indispensáveis ao monitoramento da dinâmica de uso e ocupação das terras, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica.

METODOLOGIA

A atualização do mapa de uso e ocupação do solo foi realizado a partir da coleção 3 do Projeto MAPBIOMAS. O MapBiomas é um projeto de iniciativa do ObservatóRio do Clima (OC), o qual consiste no Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil, iniciado em 2015 e tem como base a plataforma Google Earth Engine (GEE). Consolidou-se a partir de uma iniciativa do SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima), e seu aparato conta com o apoio de ONGs, de universidades e de empresas privadas de tecnologia. Objetiva dispor à sociedade todo o entendimento da dinâmica do uso do solo no Brasil, com mapas a partir de 1985 até 2017 (33 anos). A coleção 3, utilizada na atualização deste PERH-PB, é a última publicada. Ressalta-se que, nos dias atuais, não se considera mais o Uso do Solo um dado estático. Por isso, a necessidade das atualizações a cada nova coleção disponibilizada pelo Mapbiomas.

Segue o mapa de uso e ocupação do solo da Paraíba, na escala 1:2.000.000 (**Figura 2.153)**, e o gráfico referente até o último ano da série, com as quantificações ao longo dos 33 anos de monitoramento (**Tabela 2.92)**.

Os recursos do MapBiomas Collection 3 possui 104 variáveis de entrada, incluindo as bandas do satélite Landsat originais, informações fracionais e texturais derivadas dessas bandas. Essas variáveis foram utilizadas na classificação de “floresta aleatória” (algoritmo Random Forest) de LULC (Land Use Land cover) classes. Além disso, estatísticas foram obtidas para capturar a variabilidade de observação de solo por pixel, para o período usado para gerar os mosaicos de imagem anuais.

38°0'W
37°0'W
36°0'W
35°0'W
6°0'S
7°0'S
8°0'S
N
OCEANO ATLÂNTICO
RIO GRANDE DO NOR TE
CEARÁ
PERNAMBUCO
Sub-bacia do Médio Piranhas
São Bento
Sub-bacia do Peixe
Sousa
Sub-bacia do Alto Piranhas
Pombal
Sub-bacia do Sertão Ocidental
Sub-bacia do Espinharas
Patos
Sub-bacia do Piancó
Sub-bacia do Taperoá
Sub-bacia do Sertão Oriental
Bacia do Trairi
Bacia do Jacu
Bacia do Curimataú
Bacia do Camaratuba
Bacia do Guaiu
Mamanguape
Guarabira
Bacia do Mamanguape
Bacia do Miriri
Esperança
Rio Paraíba
Sapé
Rio Sanhauá
Santa Rita
João Pessoa
Campina Grande
Sub-bacia do Baixo Paraíba
Bacia do Gramame
Queimadas
Bacia do Abiaí
Sub-bacia do Médio Paraíba
Sub-bacia do Alto Paraíba
Monteiro

Uso e ocupação do solo
- Vegetação
- Pastagem
- Cultura anual e perene
- Cultura semi-perene
- Mosaico de agricultura e pastagem
- Solo exposto
- Áreas edificadas
- Açudagem
- APP's dos Açudes (100 metros)
- Drenagem principal
- Unidades de Proteção Permanente
- Terras indígenas
- Aterro Sanitário
- Perímetros irrigados

Convenções Cartográficas
- Limites Estaduais
- Estado da Paraíba
- Bacias hidrográficas
- Capital
- Sedes Municipais

Legenda
- Açudagem principal
- APP's dos Açudes (100 metros)

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM SIRGAS 2000

10 5 0 10 Km
1:400.000

SOURCE: ESRI, USGS, NOAA

Fontes:
Divisões Políticas e Sedes Municipais: IBGE (2017)
Bacias e sub-bacias hidrográficas: Adaptado de ANA (2018) e AESA (2006)
Hidrografia: Adaptado de ANA (2018) e AESA (2006)
Uso e Ocupação do Solo: Projeto MAPBIOMAS - coleção 3 (2017)
Unidades de Proteção Permanente e Terras indígenas: IBGE (2019)

Elaborado em maio de 2019.

1: 200.000.000

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

AESA AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

Figura 2.153

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

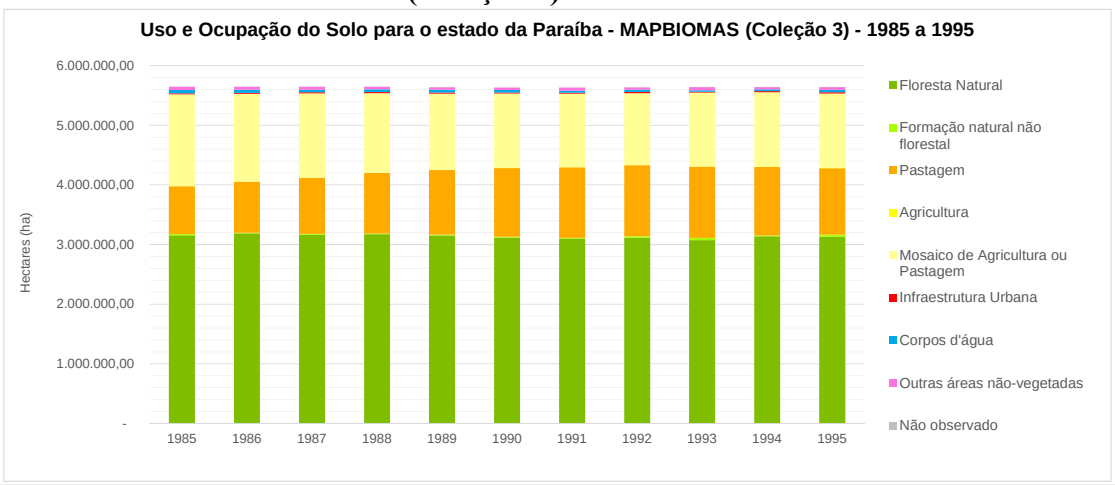
Tabela 2.92 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba - MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017 (ha)

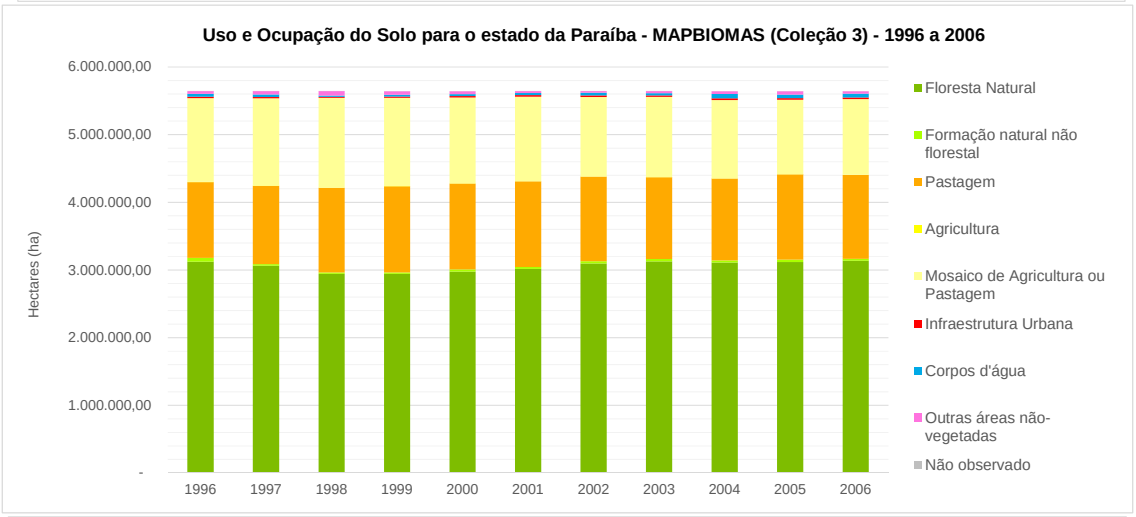
Classes de Uso	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Floresta Natural	3.154.746,98	3.185.752,62	3.167.719,14	3.173.467,45	3.152.199,83	3.117.501,01	3.100.425,94	3.114.712,70	3.075.246,53	3.139.332,22	3.130.772,86
Formação natural não florestal	21.774,74	12.969,84	10.493,31	9.638,55	12.396,19	11.525,13	11.234,45	26.196,52	34.578,19	12.401,82	33.152,69
Pastagem	801.447,03	854.818,78	943.533,96	1.018.033,18	1.086.380,72	1.152.371,25	1.182.748,58	1.189.067,10	1.196.698,30	1.150.798,25	1.116.501,63
Agricultura	1.393,08	1.077,89	813,91	944,80	1.692,86	2.196,31	2.562,18	3.015,61	3.132,58	5.131,43	5.260,56
Mosaico de Agricultura ou Pastagem	1.540.508,15	1.472.664,92	1.412.642,72	1.336.808,42	1.276.792,59	1.247.742,67	1.233.247,09	1.206.339,31	1.238.492,26	1.246.223,52	1.247.309,80
Infraestrutura Urbana	16.378,57	17.102,62	17.359,83	17.008,06	17.825,95	16.462,29	15.665,60	20.471,14	15.711,71	18.213,01	20.515,78
Corpos d'água	55.348,65	53.220,14	44.858,98	45.802,64	49.253,42	43.127,01	35.089,07	37.200,22	23.119,21	30.587,18	39.899,42
Outras áreas não-vegetadas	55.043,19	48.015,25	48.174,07	43.300,02	42.402,86	43.442,02	50.726,66	37.974,21	53.351,41	37.820,74	46.618,74
Não observado	137,81	144,73	133,37	127,78	125,39	128,05	136,31	133,37	128,14	137,82	140,57

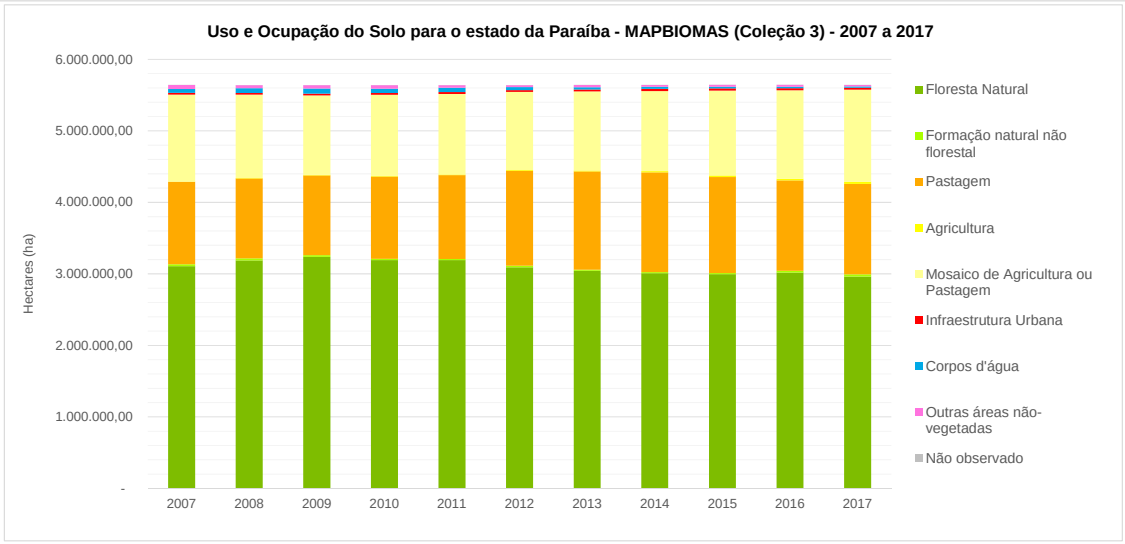
Classes de Uso	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Floresta Natural	3.123.587,94	3.062.915,11	2.942.283,66	2.940.539,29	2.975.721,38	3.015.725,79	3.096.493,95	3.127.424,11	3.109.792,75	3.115.611,16	3.137.858,96
Formação natural não florestal	54.921,50	22.675,14	22.059,40	22.843,92	32.963,01	30.125,55	34.059,33	35.836,74	31.382,45	36.886,07	26.204,24
Pastagem	1.118.974,45	1.155.411,26	1.247.725,63	1.271.871,38	1.268.820,38	1.262.782,07	1.249.585,39	1.207.595,84	1.211.716,40	1.259.242,54	1.238.394,74
Agricultura	5.644,22	6.096,24	5.878,39	4.003,09	3.972,28	2.948,28	1.168,95	920,64	1.017,82	1.834,55	2.804,53
Mosaico de Agricultura ou Pastagem	1.236.255,72	1.288.877,76	1.324.799,56	1.303.413,08	1.266.737,37	1.247.670,79	1.174.481,59	1.186.604,95	1.157.158,69	1.102.467,04	1.119.244,89
Infraestrutura Urbana	21.361,14	18.317,49	15.361,42	19.652,73	21.941,71	24.990,76	23.762,41	22.463,48	25.462,84	22.105,78	24.420,17
Corpos d'água	41.969,76	39.138,09	19.632,52	26.719,67	29.107,25	29.873,44	39.954,93	30.950,16	65.051,73	54.226,06	57.268,16
Outras áreas não-vegetadas	39.652,04	49.612,07	63.675,28	50.571,39	40.322,37	28.193,72	22.988,65	29.723,41	38.490,15	47.460,97	34.117,35
Não observado	142,87	129,65	135,69	131,16	123,35	126,19	129,65	128,14	125,92	124,41	120,33

Classes de Uso	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Floresta Natural	3.109.015,65	3.188.891,54	3.236.689,40	3.192.981,54	3.193.751,76	3.092.699,31	3.041.985,90	3.010.739,64	2.995.983,06	3.017.995,47	2.962.315,24
Formação natural não florestal	26.584,93	28.174,39	24.934,62	18.662,58	15.420,76	21.644,23	15.697,70	14.113,98	15.913,63	23.340,51	31.462,88
Pastagem	1.150.910,31	1.116.810,86	1.115.755,99	1.149.766,66	1.171.191,38	1.326.440,09	1.372.930,62	1.394.379,57	1.342.947,17	1.264.355,87	1.263.933,68
Agricultura	5.117,01	7.165,48	7.471,96	7.401,61	9.020,29	11.115,92	15.076,04	18.121,84	22.646,62	22.477,76	30.034,08
Mosaico de Agricultura ou Pastagem	1.214.859,28	1.165.866,15	1.110.454,72	1.135.912,99	1.126.097,25	1.092.526,12	1.104.618,58	1.119.678,72	1.185.057,72	1.239.072,98	1.287.270,08
Infraestrutura Urbana	23.900,68	22.201,27	25.183,82	23.876,67	27.804,73	24.290,39	27.886,39	29.815,70	30.366,73	28.778,27	28.662,83
Corpos d'água	54.546,51	67.416,19	69.922,31	60.076,75	59.199,84	42.586,67	30.335,04	28.051,13	22.740,68	20.301,01	16.623,91
Outras áreas não-vegetadas	55.516,45	43.564,04	49.103,62	50.737,02	37.041,43	28.183,21	32.833,53	27.280,68	26.828,61	26.096,03	21.792,58
Não observado	120,51	121,93	126,19	127,35	118,21	123,62	128,42	126,55	122,73	121,04	119,71

Figura 2.154 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba - MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017





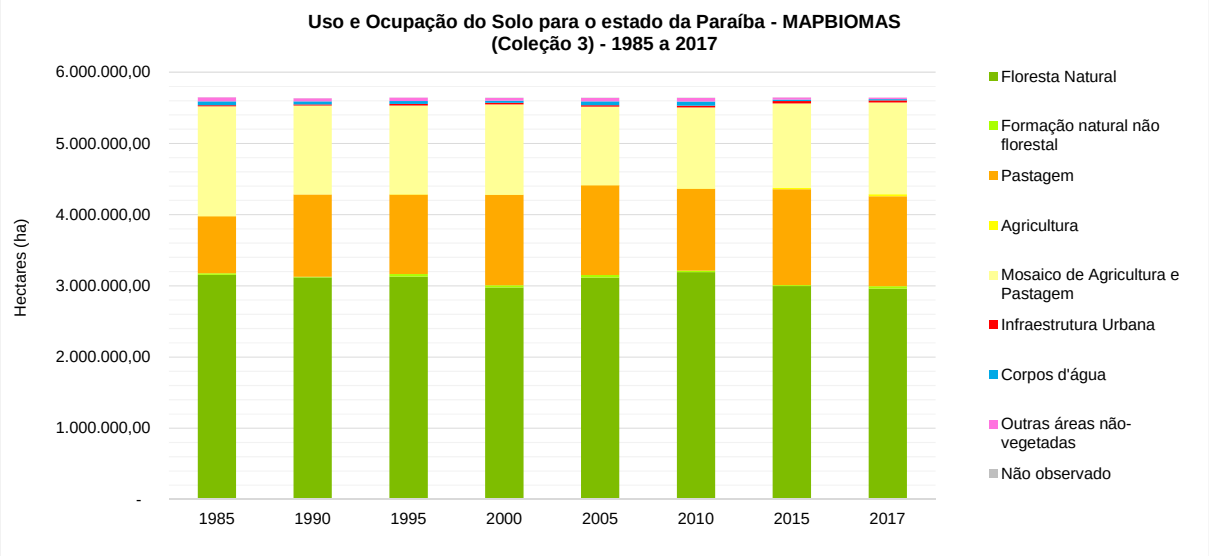


A **Tabela 2.93** e o gráfico correspondente mostram a modificação da paisagem durante o período observado de 33 anos, em que se observa que a floresta natural ainda é predominante no Estado, representando uma cobertura de 52,50% da superfície total, seguida da área ocupada com agricultura e pastagem, com 22,81%, e da área ocupada somente com pastagem, ocupando 22,40% da superfície total do Estado da Paraíba.

Tabela 2.93 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba – MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017 (ha)

Classes de Uso	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	% ANO 2017
Floresta Natural	3.154.746,98	3.117.501,01	3.130.772,86	2.975.721,38	3.115.611,16	3.192.981,54	2.995.983,06	3.017.995,47	2.962.315,24	52,50
Formação natural não florestal	21.774,74	11.525,13	33.152,69	32.963,01	36.886,07	18.662,58	15.913,63	23.340,51	31.462,88	0,56
Pastagem	801.447,03	1.152.371,25	1.116.501,63	1.268.820,38	1.259.242,54	1.149.766,66	1.342.947,17	1.264.355,87	1.263.933,68	22,40
Agricultura	1.393,08	2.196,31	5.260,56	3.972,28	1.834,55	7.401,61	22.646,62	22.477,76	30.034,08	0,53
Mosaico de Agricultura ou Pastagem	1.540.508,15	1.247.742,67	1.247.309,80	1.266.737,37	1.102.467,04	1.135.912,99	1.185.057,72	1.239.072,98	1.287.270,08	22,81
Infraestrutura Urbana	16.378,57	16.462,29	20.515,78	21.941,71	22.105,78	23.876,67	30.366,73	28.778,27	28.662,83	0,51
Corpos d'água	55.348,65	43.127,01	39.899,42	29.107,25	54.226,06	60.076,75	22.740,68	20.301,01	16.623,91	0,29
Outras áreas não-vegetadas	55.043,19	43.442,02	46.618,74	40.322,37	47.460,97	50.737,02	26.828,61	26.096,03	21.792,58	0,39
Não observado	137,81	128,05	140,57	123,35	124,41	127,35	122,73	121,04	119,71	0,00
TOTAL GERAL	**5.646.778,19**	**5.634.495,74**	**5.640.172,04**	**5.639.709,10**	**5.639.958,55**	**5.639.543,18**	**5.642.606,96**	**5.642.538,94**	**5.642.215,00**	**100,00**

Figura 2.155 - Uso e Ocupação do Solo para o Estado da Paraíba – MAPBIOMAS (Coleção 3) - 1985 a 2017



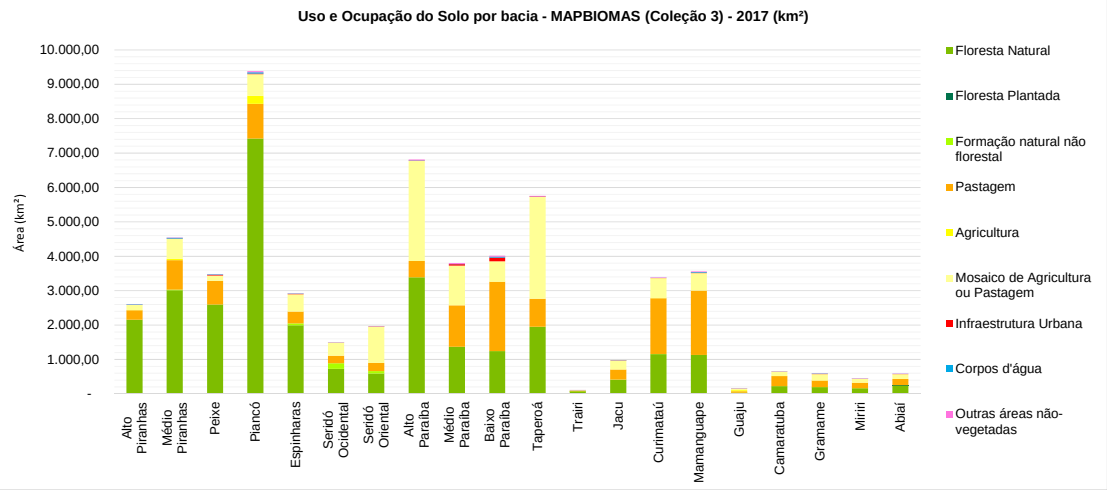
A **Tabela 2.94** e seu gráfico correspondente mostram a paisagem classificada segundo os padrões estabelecidos pelo MAPBIOMAS (coleção 3) 2017, por bacia/sub-bacias do Estado da Paraíba, nos quais se observa a dominância da paisagem floresta natural em quase todas as bacias/sub-bacias, com exceção das bacias/sub-bacias do Baixo Paraíba, Curimatau, Mamamguape, Guaju e Camaratuba.

Tabela 2.94 - Uso e Ocupação do Solo por bacia - MAPBIOMAS (Coleção 3) – 2017

Classes de Uso	Alto Piranhas	Médio Piranhas	Peixe	Piancó	Espinharas	Seridó Ocidental	Seridó Oriental	Alto Paraíba	Médio Paraíba	Baixo Paraíba
Floresta Natural	2.155,70	3.013,15	2.600,36	7.423,61	1.991,21	726,54	591,61	3.388,93	1.368,09	1.243,87
Floresta Plantada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formação natural não florestal	-	19,46	-	-	59,50	163,54	67,75	-	-	0,51
Pastagem	272,54	857,04	685,91	1.007,08	342,29	215,88	240,22	476,17	1.205,59	2.016,15
Agricultura	5,17	31,80	-	232,01	-	-	-	-	-	0,62
Mosaico de Agricultura ou Pastagem	151,15	582,40	156,80	629,92	499,99	378,06	1.058,36	2.908,11	1.153,09	593,46
Infraestrutura Urbana	4,87	12,94	18,14	20,22	19,50	3,20	3,61	6,57	44,82	104,62
Corpos d'água	11,95	21,80	12,17	36,28	6,14	2,87	0,42	7,01	3,58	31,99
Outras áreas não-vegetadas	2,77	5,79	7,77	30,48	5,27	4,10	8,91	27,55	30,35	23,91

Classes de Uso	Taperoá	Trairi	Jacu	Curimataú	Mamanguape	Guaju	Camaratuba	Gramame	Miriri	Abiaí
Floresta Natural	1.945,66	76,36	412,40	1.158,69	1.131,28	30,99	224,29	198,10	161,08	251,11
Floresta Plantada	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,66
Formação natural não florestal	5,07	0,19	1,89	0,77	0,32	0,04	-	0,08	0,05	0,62
Pastagem	815,37	4,80	290,91	1.622,41	1.873,65	42,63	291,22	189,19	160,07	182,04
Agricultura	-	-	-	0,92	0,00	33,14	1,06	0,01	0,00	-
Mosaico de Agricultura ou Pastagem	2.961,53	27,09	265,31	584,99	505,67	43,57	125,76	184,96	110,24	140,45
Infraestrutura Urbana	10,15	1,17	2,47	4,14	14,30	0,19	0,34	12,61	1,70	5,39
Corpos d'água	1,61	0,01	0,15	1,39	17,50	0,38	1,24	7,62	1,48	3,83
Outras áreas não-vegetadas	14,99	1,39	5,46	14,91	15,86	3,06	2,57	6,27	1,96	6,45

Figura 2.156 - Uso e Ocupação do Solo por bacia - MAPBIOMAS (Coleção 3) - 2017 (km²)



As classes de uso são formadas pelos biomas ou associações de biomas.

Na classe de floresta natural e formação natural não florestal, estão contidos os principais biomas que dominam os solos da Paraíba: **Quadro 2.5.**

Os biomas representados pela caatinga, em seus vários estágios, são ainda dominantes nas bacias/sub-bacias de quase todo o Estado da Paraíba.

A formação floresta litorânea compreende os manguezais dos estuários dos rios sob influência das oscilações da maré, bastante afetados, particularmente, pelo crescimento da capital e pela expansão das atividades de aquicultura.

Na região litorânea que abrange a cobertura costeira, encontramos vários habitats naturais de fragmentos da Mata Atlântica, onde se registra um antropismo bastante acentuado.

A região dos brejos é localizada nas encostas da Borborema, com árvores de alto porte, tendo o resto sido devastado pelas atividades agrícolas e comerciais.

Na faixa dos tabuleiros costeiros, registra-se a presença de resquícios de vegetação mista entre herbácea e lenhosa. É a zona de transição entre o litoral e o agreste, marcadas pelo avanço do cultivo da cana de açúcar e crescimento da zona urbana.

- Biomas/Vegetação da Paraíba

A vegetação se apresenta diferenciada, em toda extensão do território paraibano.

Destacam-se os seguintes tipos de vegetação:

Vegetação litorânea – Localizada junto ao litoral, nas partes mais próximas às praias. Caracteriza-se pela presença de mangues, dunas, tabuleiros, vegetação rasteira, arbusto e matas de restinga.

No litoral paraibano, destaca-se a vegetação típica das praias: pinheiro das praias, salsa da praia, coqueirais, entre outros. Em Cabedelo, há a mata de restinga. Nela, encontramos árvore de porte médio, trocos com diâmetros pequenos, copas largas e irregulares. As espécies principais são o cajueiro, a maçaranduba e a aroeira da praia.

Na foz dos rios e até onde haja influência das marés, existem solos lamacentos, salinos e instáveis, com alto teor de matéria orgânica em decomposição. Uma magnífica vegetação arbórea de mangue dá o devido destaque em algumas partes no litoral do Estado. As espécies dessa formação vegetal apresentam algumas características essenciais para essa adaptação ao meio, por exemplo, **raízes suportes e respiratórias**.

Algumas espécies como o mangue vermelho, mangue de botão, mangue branco e o siriúba vivem obrigatoriamente no setor pantanoso, e outras, como a samambaia-assu e a guaxuma, ocorrem nos setores marginais de solos, com características mais estáveis, só esporadicamente alcançados pelas marés.

Quadro 2.5 - Principais biomas que dominam os solos da Paraíba

Classe Nivel 1	Classe Nivel 2	Classe Nivel 3	Biomas	Descrição	Classes IBGE, 1999; 2012	Classes FAO, 2012	Classes InventáRio Nacional Emissões de GEE, 2015
Floresta	Floresta Natural	Formação Florestal	Caatinga	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual.	Td, Cs, Cm, Fm, Fs, Pa, As, Fb, Pf, Pm, Fa, Cb, Ds, Am, Ab, Sd	FEP, FEM	FMN, FM
			Cerrado	Tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão) (Ribeiro & Walter, 2008), além de florestas estacionais semideciduais.	Aa, Ab, As, Cb, Cm, Cs, Da, Dm, Ds, F, Ml, Mm, P, Sd, Td	FEP, FDP, FSP	FMN, FM
			Mata Atlântica	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.	D, A, M, F, C, Pma	FEP, FSP	FMN, FM
Formação Natural não Florestal	Formação Campestre (Campo)		Caatinga	Tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas (Savana-Estépica Parque, Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa) + (Áreas inundáveis com uma rede de lagoas interligadas, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água, vegetação predominantemente herbácea a arbustiva).	Tp, Sg, Rm, Sp, Tg, Rl	WG, OG, WS	GNM, GM, GSec
			Cerrado	Formações campestres com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre).	Sp, Sg, Tp, Tg	WG, OG	GNM, GM, GSec
			Mata Atlântica	Savanas e Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa, Estepe e Pioneiras Arbustivas e Herbáceas.	Sp, Sg, Tp, Tg, E, Pa	WS,OG	GNM, GM, GSec
Agropecuária	Pastagem			Áreas de pastagens, naturais ou plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. Em especial nos biomas Pampa e Pantanal, uma parte da área classificada como Formação Campestre inclui também áreas pastejadas.	AP, PE, PS	OP, OG	Ap
	Agricultura	Cultura Anual e Perene		Áreas predominantemente ocupadas com cultivos anuais e, em algumas regiões (principalmente para a região Nordeste) com a presença de cultivos perenes.	ATp, ATc	OCA, OCP, OCM	Ac
		Cultura Semi-Perene		Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar	ATc	OCA, OCP	Ac
Área Não Vegetada	Praia e Duna			Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o predomínio de vegetação de nenhum tipo.	Dn		
	Infraestrutura Urbana			Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções.			S
	Afloramento rochoso		Caatinga	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade			
			Cerrado	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola	Ar	OX	
			Mata Atlântica	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade	Ar	OX	
	Mineração			Áreas referentes a extração mineral de grande porte, havendo clara exposição do solo por ação de maquináRio pesado. Somente são consideradas áreas pertencentes a malha digital do DNPM (SIGMINE).	MCA	OQ	O
	Outra Área não Vegetada		Caatinga	Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes			
			Mata Atlântica	Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes			
Corpos D'água	Rio, Lago e Oceano			Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água		IRP, IRS, IL, ID	A, Res
	Aquicultura			Área referente a lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura			

Mata atlântica – Corresponde à área da zona da mata, os tabuleiros e as várzeas que, antes eram ocupados pela vegetação da Mata Atlântica, hoje são ocupadas pela cana-de-açúcar e pelas cidades. Encontrava-se nas várzeas e tabuleiros, estando bastante alterada ou mesmo inexistente, na maior parte do litoral, devido à expansão da monocultura canavieira.

Nas encostas orientais e nos vales úmidos que cortam o Baixo Planalto (Tabuleiro), aparecem os solos areno-argilosos e os solos férteis de várzeas. Ali predominava a chamada Mata Atlântica, infelizmente, hoje reduzida a apenas 5% de sua área primitiva do Estado. Ainda existem, atualmente, "relíquias" dests mata, representada pela Mata do Buraquinho, pela Mata de Pacatuba, entre outros. Nessa vegetação, encontram-se árvores altas, copas largas, troncos com grande diâmetro, folhas perenes, muitos cipós, orquídeas e bromélias.

Grande extensão do território paraibano encontra-se bastante devastado pelo homem,restando algumas reservas como Pau-Brasil, Jatobá e outros.

Cerrados – Tipo de vegetação campestre, é formado por árvores e arbustos distanciados entre si, com árvores tortuosas e tufos de capim encontrados nos tabuleiros. Localizam-se nos baixos planaltos costeiros, onde predominam a mangaba, a lixeira, o cajuí e o batiputá, entre outros.

Agreste – Localizado na faixa de transição entre o litoral e o sertão, surge o agreste. Trata-se de uma vegetação intermediária entre a caatinga e a floresta, com espécies das duas formações.

Vegetação acaatingada com espécies de mata atlântica, vegetação de transição, observa-se a presença de plantas tanto dos tabuleiros quanto dos sertões. Sua vegetação é constituída por espécies que se misturam, floresta tropical e caatinga (cactos, pequenas árvores e arbustos).

A formação do agreste também vai ocorrer em faixas entre o brejo úmido e o Cariri semi-árido, ou seja, em área de transição climática. Algumas espécies que não ocorrem ou são raras na depressão aparecem no chamado Agreste da Borborema, como umbuzeiro, catingueira, aroeira, facheiro etc.

Mata Serrana – Vegetação das encostas úmidas das serras isoladas da região semiárida e semiúmida (Serra do Teixeira, Monte Horebe, Araruna, Santa Luzia, Cuité, entre outros. São formadas por espécies de mata úmida e arbustos da caatinga.

Apresentam espécies arbóreas e arbustivas da caatinga (baraúna, angico, jurema) e algumas espécies de mata úmida como pau-d'óleo, praíba. Ocorrem ainda a tatajuba, violeta etc.

Caatinga – Área de domínio do clima semiárido, isto é, no Sertão, Cariri, Curimataú, Seridó, recobrindo em torno de 65% o território.

A vegetação dominante é formada por xerófilas, cactáceas, caducifólias e aciculifoliadas. Pode ser dividida em hiperxerófila – áreas mais secas (Cariri, Seridó e Curimataú) ou hipoxerófila (proximidades do Agreste e no Sertão).

É formado por xiquexique, mandacaru, macambira, baraúnas, aroeira, angico, umbuzeiro, juazeiros e outros.

Os solos são rasos e pedregosos. A vegetação da caatinga, com muitas baraúnas, angicos e aroeiras, primitivamente arbustivo-arbórea, foi sendo degradada, ao longo do tempo, para a ocupação do solo com o algodão, milho e ainda com o pasto para a criação do gado, principal

atividade econômica. A caatinga ocorre, atualmente, quase como uma formação do tipo arbustiva esparsa, com predomínio de favela, marmeleiro, pereiro, jurema preta, macambira, mandacaru, xique-xique etc. Somente ao longo de alguns Rios, aparecem oiticicas, craibeiras e carnaúbas, testemunhando antigas **matas ciliares.**

Matas ciliares

A mata ciliar compreende qualquer tipo de formação vegetal que ocorre adjacente ou bordeando as margens dos Rios, córregos, lagos, represas e nascentes. Também é conhecida como mata de galeria, mata de várzea, mata de igapó, mata ribeirinha, beira-Rio ou vegetação ripária, dependendo do domínio vegetacional onde ela esteja inserida (Mantovani, 1989; Oliveira, 2006; Rêgo, 2007).

Consideradas de extrema importância em termos ecológicos, a vegetação ciliar é observada conceitualmente como formações vegetais do tipo florestal, as quais se encontram associadas aos corpos d'água, ao longo dos quais podem estender-se por dezenas de metros, a partir das margens e apresentar marcantes variações na composição florística e na estrutura comunitária, dependendo das interações que se estabelecem entre o ecossistema aquático e o ambiente terrestre adjacente (OLIVEIRA-FILHO, 1994).

Nos espaços de semiaridez nordestina, essas áreas ciliares enfrentam longos períodos de estiagem, ou seja, sem influência direta de corpos hídricos. Mesmo assim, as matas ciliares de regiões semiáridas ainda desempenham relevante função para a proteção dos ambientes aquáticos, exercendo diversos papéis, tais como, proteção das margens contra a erosão, devido à resistência oferecida pelas raízes; proteção de mananciais e abastecimento do lençol freático; contenção de impacto da água da precipitação pluviométrica; anteparo ao carreamento de detritos oriundos de enxurradas, diminuindo impactos sobre a vida aquática, a navegação e a qualidade da água para consumo humano, consumo animal, geração de energia e irrigação e auxílio à conservação da vida aquática, por meio do controle da temperatura da água e fornecimento de alimentos na forma de flores, frutos e insetos, associados a esse tipo de vegetação.

Silva e colaboradores (2015) realizaram um inventáRio florístico de uma mata ciliar, na mesorregião do Sertão Paraibano, situada às margens do Rio Piranhas, um dos mais importantes nessa região. Foram identificadas 105 espécies, distribuídas em 88 gêneros e 44 famílias, sendo Fabaceae a família mais representativa com 20 espécies, seguida por Malvaceae (oito espécies), Euphorbiaceae (sete espécies) e Poaceae (cinco espécies) que juntas representaram 38% do total de espécies coletadas, para esse estudo. As demais famílias encontradas foram representadas por números iguais ou inferiores a três espécies (SILVA et al, 2015).

Fabaceae também foi uma família representativa com registro em outros levantamentos florísticos desenvolvidos em matas ciliares para a Caatinga. Das 20 espécies encontradas, nove têm hábito arbóreo e quatro compõem o estrato herbáceo. Entre essas árvores, destacaram-se nas margens do Rio *Geoffroea spinosa* – Marizeiro (**Figura 2.157**), *Inga vera* – Ingá (**Figura 2.158**), *Libidibia ferrea* (jucá), *Chloroleucon cf. dumosum* (mata fome), *Enterolobium contortisiliquum* e *Albizia inundata* (timbaúbas).

Figura 2.157 - Exemplar de Marizeiro *Geoffroea spinosa,* espécie arbórea, representante da família Fabaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB.



Fonte: www.naturezabela.com.br.

Figura 2.158 - Exemplar de Ingá *Inga vera,* espécie arbórea, representante da família Fabaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB.



Fonte: www.naturezabela.com.br.

A família Euphorbiaceae foi representada por *Astraea lobata* (**Figura 2.159**), *Cnidoscolus urens*, *Croton hirtus*, *Croton heliotropiifolius*, *Jatropha molíssima* (**Figura 2.160**), *Ricinus communis* e *Dalechampia scandes*. A região Nordeste do Brasil pode ser considerada um grande centro de diversidade da família Euphorbiaceae, com 211 espécies e 45 gêneros, distribuídos, em sua maioria, nas áreas de Caatinga (LUCENA & ALVES 2009).

Figura 2.159 - Exemplar de *Astraea lobata,* espécie arbustiva, representante da família Euphorbiaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB.



Fonte: www.tropical.theferns.info.

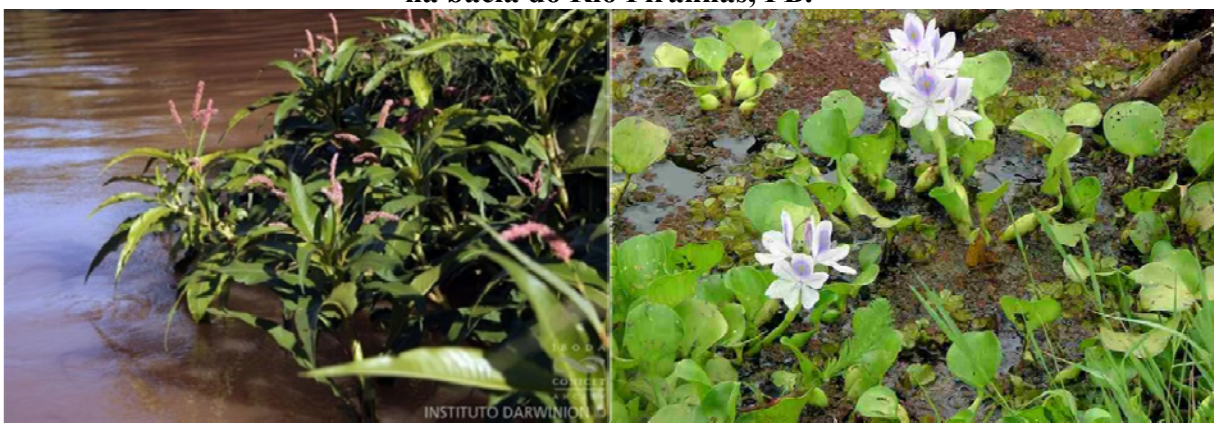
Figura 2.160 - Exemplar de Pinhão - *Jatropha mollissima,* espécie arbustiva, representante da família Euphorbiaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB.



Fonte: www.faunaefloradorn.blogspot.com.

Nesse mesmo estudo, as macrófitas aquáticas foram representadas na área por 18 espécies: *Polygonum ferruginum, Heteranthera oblongifolia, Eichhornia crassipes, Azolla filiculoides, Nymphaea pulchella, Ludwigia helminthorrhiza, Ludwigia grandiflora, Apalanthe granatensis, Sesbania exasperata, Neptunia plena, ERiocaulon sp., Cyperus ligulares, Commelina benghalensis, Tarenaya spinosa, Euploca procumbens, Tridax procunbens, Pistia stratiotes e Hydrocleys martii.* Dentre essas, duas espécies mereceram destaque: *Polygonum ferruginum* e *Eichhornia crassipes* (**Figura 2.161**).

Figura 2.161 - Exemplares de *Polygonum ferruginum* (à esquerda) *e Eichhornia crassipes* (à direita), macrófitas aquáticas encontradas em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na bacia do Rio Piranhas, PB.



Fontes: www.sib.gob.ar e www.keyserver.lucidcentral.org

Em outro estudo, na mata ciliar do Rio Taperoá, inserido na bacia do Rio Paraíba foram encontradas 63 espécies, pertencentes a 26 famílias. Dessas, as famílias mais importantes foram as seguintes: Mimosaceae, representada pela Jurema-de-imbira *Mimosa ophthalmocentra* (**Figura 2.162**); Euphorbiaceae, representada pela Favela - *Cnidoscolus phyllacanthus* (**Figura 2.163**); e Fabaceae, representada pelo Mulungu - *Erythrina velutina* (**Figura 2.164**).

Figura 2.162 - Exemplar de Jurema-de-imbira - *Mimosa ophthalmocentra,* espécie arbórea, representante da família Mimosaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na sub-bacia do Rio Taperoá, PB.



Fonte: www.projetocaatinga.ufersa.edu.br.

Figura 2.163 - Exemplar de Favela - *Cnidoscolus phyllacanthus,* espécie arbórea, representante da família Euphorbiaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na sub-bacia do Rio Taperoá, PB.



Fonte: www.geografoemformacao.blogspot.com.

Figura 2.164 - Exemplar de Mulungu - *Erythrina velutina,* espécie arbórea, representante da família Fabaceae, encontrada em áreas de mata ciliar de corpos hídricos na sub-bacia do Rio Taperoá, PB.



Fonte: www.tropical.theferns.info.

Essas são definidas como as famílias de maior riqueza de espécies, no componente arbustivo-arbóreo no semiárido brasileiro (Araújo et al. 1995; Oliveira et al. 1997; Ferraz et al. 1998). Embora os representantes dessas famílias não sejam estritamente dependentes de corpos d'água, é importante evidenciar os registros para as áreas ciliares da caatinga, mesmo enfrentando longos períodos de estiagem. Pelo fato de tais espécies terem desenvolvido mecanismos que as tornam tolerantes a essa dinâmica climática, o conhecimento desse tipo de ambiente se torna imprescindível, principalmente, para a conservação da biodiversidade local e entendimento da sua capacidade de suporte frente às interferências antrópicas.

A paraiba conta 37 áreas naturais protegidas por iniciativa do IBAMA, SUDEMA e grupos ambientais (**Tabela 2.95**)

Tabela 2.95 - Áreas Naturais protegidas da Paraíba por iniciativa do IBAMA, SUDEMA e grupos ambientalistas.

Unidades de Conservação Ambiental da Paraíba					
Denominação	**Área (ha)**	**Bioma**	**Município**	**Finalidade**	**Responsável**
MN Vale dos Dinossauros	40	Caatinga	Sousa	Proteção integral	Estadual (Sudema)
ReBio Guaribas	4.029,55	Mata Atlântica	Mamanguape e Rio Tinto	Proteção integral	Federal (ICMBio)
PE Pedra da Boca	157,26	Caatinga	Araruna	Proteção integral	Estadual (Sudema)
PE Pico do Jabre	851	Caatinga	Matureia e Mãe d'Água	Proteção integral	Estadual (Sudema)
PE Engenheiro Avidos	181,98	Caatinga	Cajazeiras	Proteção integral	Municipal
PE Parque dos Poetas	419,51	Floresta estacional semidecidual	Campina Grande	Proteção integral	Estadual (Sudema)
EE do Pau-brasil	82	Mata Atlântica	Mamanguape	Proteção integral	Estadual (Sudema)
PM Arruda Câmara	26,8	Mata Atlântica	João Pessoa	Proteção integral	Municipal
APA das Onças	36.000	Caatinga	São João do Tigre	Uso sustentável	Estadual (Sudema)
APA Roncador	6.113	Floresta estacional semidecidual	Bananeiras e Pirpirituba	-	Estadual (Sudema)
FN da Restinga de Cabedelo (Mata da Amém)	103	Mata Atlântica de restinga	Cabedelo	-	Federal (ICMBio)
ARIE Mata de Goiamunduba	67	Mata Atlântica	Bananeiras	Uso sustentável	Estadual (Sudema)
APA de Tambaba	11.320	Mata Atlântica	Conde, Alhandra e Pitimbu	Uso sustentável	Estadual (Sudema)
APA da Barra do Rio Mamanguape	14.640	Mata Atlântica e manguezal	Rio Tinto, Marcação, Baía da Traição e Lucena	Uso sustentável	Federal (ICMBio)
APA do Cariri	18.560	Caatinga	Cabaceiras, Boa Vista e São João do Cariri	Uso sustentável	Estadual (Sudema)
RE Mata do Rio Vermelho	1.500	Mata Atlântica	Rio Tinto	-	Estadual
PE do Aratu	341	Mata Atlântica	João Pessoa	-	Estadual (Sudema)
PE Mata de Jacarapé	125	Mata Atlântica	João Pessoa	-	Estadual (Sudema)
APE Mata do Estado	56	Mata Atlântica de restinga	Cabedelo	-	Municipal
PE Mata do Triunfo	150	Mata Atlântica	João Pessoa	-	Estadual
PE Marinho de Areia Vermelha	230	Ecossistema marinho	Cabedelo	-	Estadual (Sudema)
ARIE Caranguejo-uçá	178	Mata Atlântica e manguezal	Mataraca	-	-
PE Mata do Pau-ferro	607	Mata Atlântica	Areia	-	Estadual (Sudema)
REx Acaú-Goiana	6.678	Mata Atlântica e manguezal	Pitimbu, Caaporã (PB) e Goiana (PE)	Uso sustentável	Federal (ICMBio)
APP Mata do Buraquinho	471	Mata Atlântica	João Pessoa	-	Federal (Ibama)
PE Mata do Xem-xem	181,22	Mata Atlântica	Bayeux	-	Estadual (Sudema)
RPPN Fazenda Várzea	390,66	Caatinga	Araruna	Uso sustentável	Particular
RPPN Engenho Gargaú	1.058,62	Mata Atlântica e manguezal	Santa Rita	Uso sustentável	Particular

Unidades de Conservação Ambiental da Paraíba					
Denominação	**Área (ha)**	**Bioma**	**Município**	**Finalidade**	**Responsável**
RPPN Fazenda Pacatuba	266,53	Floresta estacional decidual	Sapé	Uso sustentável	Particular
RPPN Fazenda Santa Clara	750,5	Caatinga	São João do Cariri	Uso sustentável	Particular
RPPN Fazenda Almas	3.505	Caatinga	São José dos Cordeiros	Uso sustentável	Particular
RPPN Fazenda Pedra de Água	170	Floresta estacional decidual	Solânea	Uso sustentável	Particular
RPPN Major Badu Loureiro	186,31	Caatinga	Catingueira	Uso sustentável	Particular
RPPN Fazenda Tamanduá	325	Caatinga	Santa Teresinha	Uso sustentável	Particular
RPPN Fazenda Cabeça de Boi	33,65	Caatinga	Pocinhos	-	Particular
RPPN Gurugi dos Paus-ferros	10	Mata Atlântica	Conde	-	Particular
RPPN Usina São João[nota 1]	600 (aprox.)	Mata Atlântica	Cruz do Espírito Santo e Santa Rita	Uso sustentável	Particular

Siglas:
APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Proteção Permanente
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico
EE – Estação Ecológica
FN – Floresta Nacional
MN – Monumento Natural
PE – Parque Dstadual
PM – Parque Municipal
RE – Reserva Ecológica
ReBio – Reserva Biológica
REx – Reserva Extrativista
RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

2.9 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

2.9.1 Fontes de Consultas Adotadas e Metodologia

BARBOSA, J.E.L.; MEDEIROS, E.S.F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R.S.; CRISPIM, M.C.B.; SILVA, G.H.G. **Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management.** Acta Limnologica Brasiliensia. v. 24, n.1, p 103-118, 2012.

BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (org.) **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no Rio Mogi-Guaçu**. **In:), Limnologia fluvial.**

CALLISTO, M.; MARQUES, M. M.; BARBOSA, F. A. R. **Deformities in larval Chironomus (Diptera, Chironomidae) from the piracicaba river, southeast Brazil**. Ver. internat. Verein. Limnol, v.27 (in press), 2000.

CARDOSO, T. A. L. **Distribuição de aves limícolas migratórias (Charadriidae e Scolopacidae) em estuários: preferência de habitats e estrutura das assembleias.** 2011. 59 f.

CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S. **Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga**, Revista Brasileira de Zoologia 2004. 21(2) 287-293.

Estuaries. A.A.A.S. Publ. 83.Washington, DC, 1967.

PALUDO, D. & V.S. KLONOWSKI. **Barra de Mamanguape: Estudo do impacto do uso e madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros**. Cadernos de Reserva da Biosfera. Caderno nº16. São Paulo. 1999.

RAMOS, T.P.A.; LIMA, J.A.S.; COSTA, S.Y.L.; SILVA M.J.; AVELLAR, R.G.; OLIVEIRA-SILA, L. **Continental ichthyofauna from the Paraíba do Norte River basin pre transposition of the São Francisco River, Northeastern Brazil**. Biota Neotropica 18(4): e20170471, 2018.

SANTOS, A.S.; ARAUJO-DE-ALMEIDA, E.; BARBOSA, V.C.; REIS, V.V. ; WANDERLEY, I. C.; ASSIS. J.E.; RIUL, P.; ALMEIDA, W.O.; CHRISTOFFERSEN, M.L. **Macroinvertebrados do estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil**. II Congresso Brasileiro de Oceanografia. Vitória - ES – Brasil. 2005.

SOARES, B.B.F. **Influência da salinidade na distribuição e abundância nas assembleias de peixes juvenis do estuário do Rio Mamanguape, PB.** Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande-PB. Monografia de Graduação, 2012.

SOUZA, A.H.F.F.; ABÍLIO, F.J.P. **Zoobentos de duas lagoas intermitentes da caatinga paraibana e as influências do ciclo hidrológico**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, ISSN 1519-5228, Suplemento Especial – n.1, 2006.

TWEEDLEY, J. R. et al. **The use of benthic macroinvertebrates to establish a benchmark for evaluating the environmental quality of microtidal, temperate southern hemisphere estuaries**. Marine pollution bulletin, v. 64, n. 6, p. 1210-1221, 2012

VIEIRA, W.L.S.; ARZABE, C.; SANTANA, G.G. **Composição e distribuição espaço-temporal de anuros no Cariri Paraibano, Nordeste do Brasil.** Oecol. Bras., 11 (3): 383-396, 2007.

VINCENT, A.C.J. & PAJARO, M.G. **Community-based management for a sustainable seahorse fishery**. In Proceedings of the 2 World Fisheries Congress. CSIRO, Australia, p. 761-766, 1997.

2.9.2 Introdução

Os ambientes aquáticos, marinhos e continentais abrigam grande diversidade de seres, incluindo algas, bactérias, macrófitas, artrópodes (crustáceos e insetos) e vertebrados. Os peixes representam mais da metade das espécies de vertebrados conhecidos no mundo (24.618 espécies), das quais 9.966 espécies ocupam águas doces permanentemente. (Nelson, 1994). A biodiversidade aquática é um termo abrangente que considera tanto o conjunto dos ecossistemas aquáticos continentais, costeiros e marinhos quanto os seres vivos que vivem ou

passam parte de seu ciclo biológico nesses ambientes. Vários desses organismos vivos, como peixes, moluscos, crustáceos e algas, são considerados recursos pesqueiros.

Embora a distribuição geográfica dos ambientes aquáticos não seja uniforme, eles estão presentes em todos os biomas brasileiros. Além disso, são diversos os interesses pelo uso da biodiversidade aquática ou dos recursos hídricos, cuja quantidade e qualidade são fundamentais para a manutenção da dinâmica de tais ecossistemas. A água é a base da vida, conferindo um valor intrínseco aos ambientes aquáticos. Assim, diretrizes, ações e políticas devem ser transversais não apenas geograficamente, mas, setorialmente (MMA, 2008).

O entendimento da dinâmica dos ecossistemas aquáticos é essencial para a gestão dos recursos hídricos do Estado da Paraíba, bem como para a conservação desses sistemas ecológicos, que possuem um equilíbrio dinâmico, resultado de anos de coevolução entre as espécies e o ambiente. Além de tudo isso, muitas espécies animais e vegetais servem de insumos e alimento para o homem, possibilitando ainda a exploração econômica.

A Paraíba possui 90% do seu território inserido em regiões semiáridas, sujeitas a longos períodos de seca, o que resulta na típica vegetação de caatinga e na intermitência dos seus rios. Enquanto na planície litorânea e em alguns pontos, na Serra da Borborema, prevalecem a Mata Atlântica e Brejos de Altitude. Ao conduzir a água continental para desaguar no Oceano Atlântico, as bacias hidrográficas formam as zonas estuarinas, no litoral paraibano.

2.9.3 Caracterização e Localização das Zonas Estuarinas do Estado da Paraíba

O estuário é uma área de transição fluviomarinha, sendo definido como corpo de água costeiro semifechado, com uma livre ligação com o oceano, no interior do qual grande volume de água do mar se dilui com a água doce oriunda da drenagem continental (Pritchard, 1967).

Em relação aos limites de montante e jusante do estuário, outra definição diz que um estuário é uma reentrância do mar que se prolonga por um vale de rio, até o limite da subida da maré, sendo normalmente divisível em três setores: o estuário marinho ou inferior - em ligação livre com o mar aberto; o estuário médio - sujeito a forte mistura de águas doce e salgada; e o estuário superior ou fluvial - caracterizado por água doce, mas sujeito à ação diária da maré. Além disso, podem ser consideradas zonas estuarinas algumas lagunas costeiras cuja ligação com o mar fica periodicamente interrompida, mas que apresentam, ainda assim, muitas das características de um estuário padrão.

Situando-se na interface de três meios distintos - o meio aquático marinho, o meio aquático dulcícola e o meio terrestre - os estuários recebem diferentes tipos de materiais e energia. Por meio do contato com o meio terrestre, as escorrências que fluem para a bacia hidrográfica associada estão repletas de nutrientes, sedimentos e poluentes diluídos em água doce, que se mistura à água do mar e cria condições únicas para a biota desses ecossistemas. Por outro lado, na comunicação com o mar, propagam-se ondas e correntes, o aporte de altas taxas de sais e o trânsito de animais e vegetais. A sua baixa profundidade permite que grandes porções estejam bem iluminadas, mesmo com a usual turbidez das suas águas. Essas fontes de matéria e energia são responsáveis pela alta produtividade relativa de tais ecossistemas, considerada a mais alta dentre os ecossistemas marinhos.

Todas essas características, somadas ao ritmo constante das marés e à elevada taxa de matéria orgânica, criam um ambiente dinâmico e bastante produtivo, ideal para servir de abrigo para reprodução e alimentação de muitas espécies marinhas e de algumas espécies estuarinas e dulcícolas, tolerantes à salinidade.

As zonas estuarinas, formadas a partir dos Rios litorâneos do EEstado da Paraíba, estão localizadas na Mesorregião da Mata Paraibana, que se subdivide em quatro microrregiões: Litoral Norte - entre o município de Baía da Traição e o município de Rio Tinto; Sapé - entre os municípios de Cruz do Espírito Santo e o de Sobrado; João Pessoa - entre o município de Bayeux e o município de Santa Rita; e o Litoral Sul - entre os municípios de Alhandra e o de Pitimbu. Sendo assim, esses ecossistemas aquáticos são diretamente influenciados por diversos aglomerados urbanos costeiros.

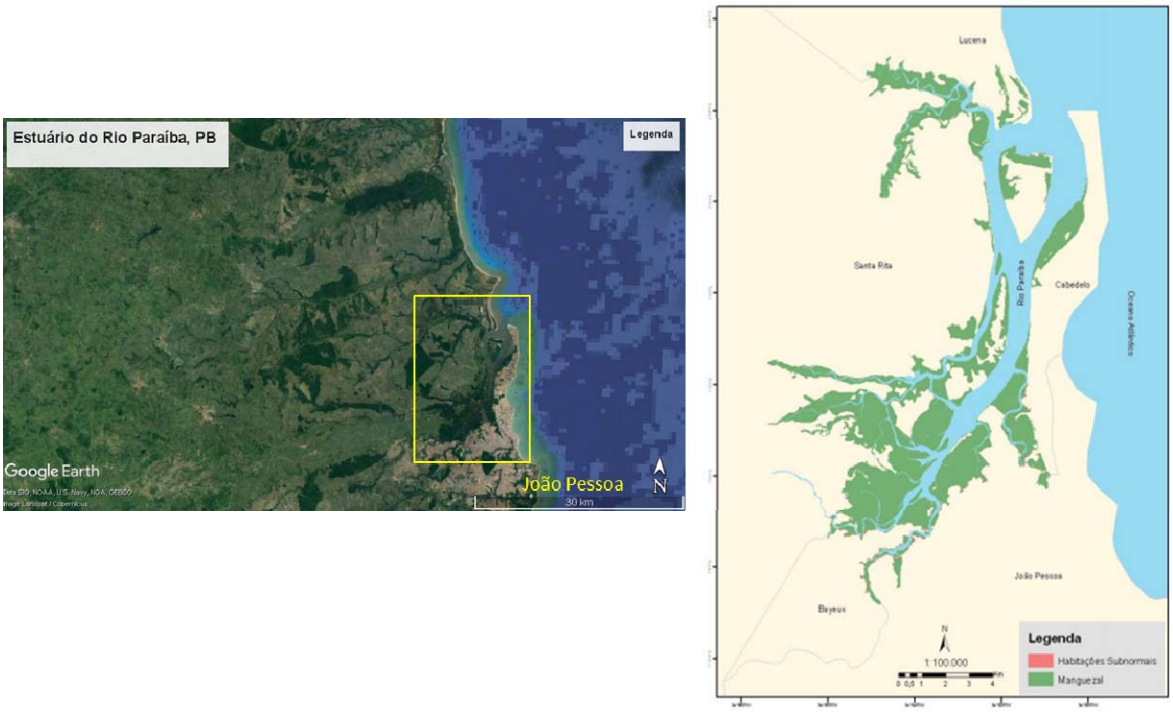
A faixa litorânea paraibana tem uma extensão de 138 km, abrangendo nove municípios e apresentando quinze estuários: Guajú; Camaratuba; Camurupim; Mamanguape; Miriri; Camaçari; Rio Paraíba; Jacarapé; Gramame; Coqueirinho; Tabatinga; Barra de Graú; Praia Bela; Barra do Abiaí; Pitimbú. No entanto, vale salientar que o Estado da Paraíba ainda carece de estudos específicos que caracterizem os ecossistemas aquáticos formados por seus estuários.

Por esse motivo, os estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape, os quais compreendem as áreas estuarinas mais estudadas do Estado, serão utilizados como referência para a compilação de dados acerca da biodiversidade desses ecossistemas costeiros, que necessitam de programas de conservação e gestão contínuos para a manutenção de seus serviços ambientais, já que, normalmente, localizam-se em áreas que sofrem fortes influências antrópicas.

2.9.3.1 Estuário do Rio Paraíba

O estuário do Rio Paraíba está localizado entre os municípios de Lucena, João Pessoa, Santa Rita, Bayeux e Cabedelo, estendendo-se por 22 km. Sua zona estuarina possui uma extensa área de manguezais, cerca de 5.500 ha (**Figura 2.165**). Sofre pressão antrópica direta da região metropolitana do Estado, área de grande adensamento populacional e de intensa atividade socioeconômica, inclusive com a existência do único porto de relevância econômica da Paraíba, o Porto de Cabedelo. Além desse fato, populações tradicionais e/ou de baixa renda habitam áreas próximas ao estuário e mantêm com os ecossistemas relações de apropriação pela coleta, pesca, dentre outras, retirando dos manguezais e do rio parte de sua sobrevivência.

Figura 2.165 - Imagem de satélite do estuário do Rio Paraíba do Norte, PB e demarcação da área coberta por vegetação de mangue.



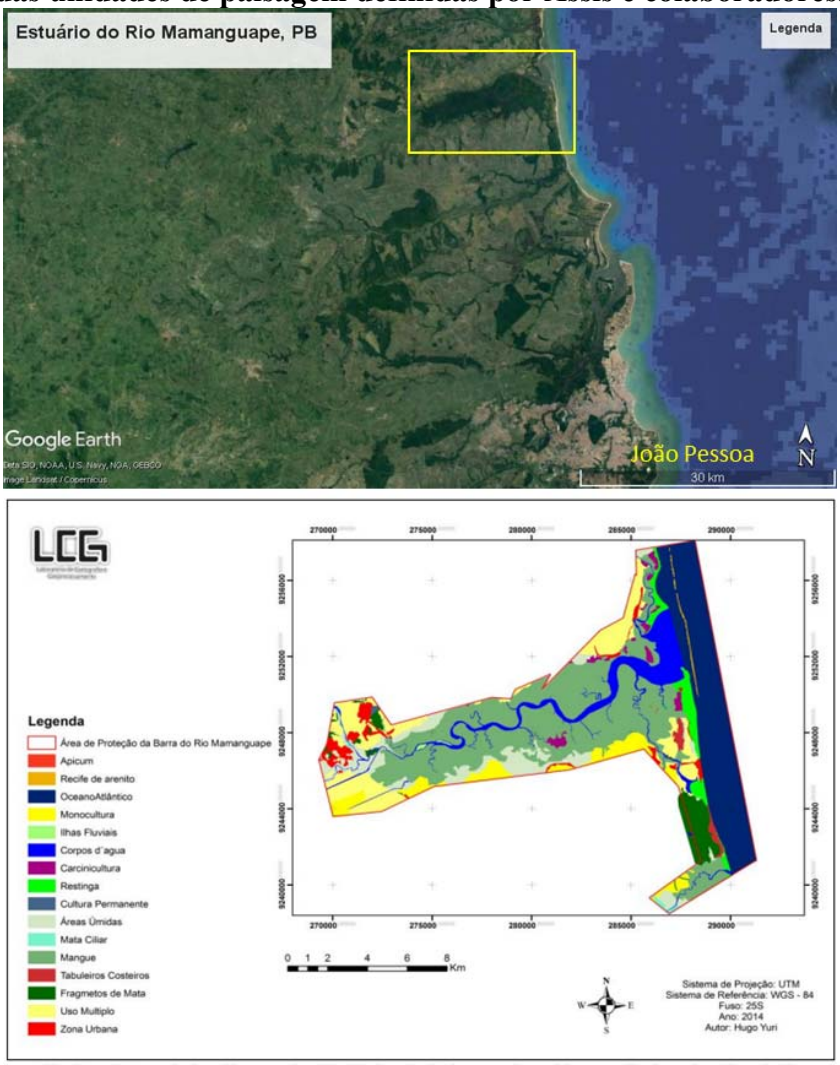
Fontes: Araújo, 2017 e Google Earth, 2019

2.9.3.2 Estuário do Rio Mamanguape

O estuário do Rio Mamanguape está localizado na porção norte do Estado, nos municípios de Rio Tinto e Marcação, entre as coordenadas geográficas 6º43'02'' a 6º51'54''S e 35º07'46'' a 34º54'04''W (**Figura 2.166**). A área de manguezal ocupa aproximadamente 5.721 ha, sendo a mais representativa da Paraíba, que no total apresenta cerca de 10.080 ha (Paludo & Klonowski, 1999).

O manguezal apresenta um bom nível de conservação, apesar da constante retirada de madeira pelas populações ribeirinhas e da devastação para implantação de projetos de carcinocultura (Rosa & Sassi 2002). O bioma está associado a gamboas, croas (bancos areno-lodosos), apicuns e uma barreira de recife perpendicular à desembocadura do estuário. As zonas estuarinas da Paraíba são representadas, principalmente, pelos seguintes ecossistemas costeiros:

Figura 2.166 - Imagem de satélite do estuário do Rio Mamanguape, PB e demarcação das unidades de paisagem definidas por Assis e colaboradores.



Fontes: Assis et al., 2017 e Google Earth, 2019

Manguezais

Os manguezais são os tipos vegetacionais adaptados às zonas estuarinas, ocorrendo em planícies de marés, onde o solo é argilo-lamoso e composto por sedimentos finos inconsolidados. A estrutura florística desses ambientes é bastante característica e tolerantes a diversas variações, como inundações, correntezas, baixos teores de oxigênio e pH e variações de salinidade.

Nas áreas sob a influência das marés, a vegetação é do tipo halófila (tolerante a altas taxas de salinidade), a qual se associa ao estuário, constituindo um ecossistema altamente produtivo (Nishida, 2000). Essa vegetação característica de áreas estuarinas correspondem aos bosques de mangue – formados por vegetação de porte arbóreo variado - e aos apicuns - áreas de planícies hipersalinas banhadas somente nas marés de sizígia, normalmente desprovidos de vegetação ou apresentando vegetação herbácea (**Figura 2.167**).

Figura 2.167 - Exemplo de ecossistema manguezal, apresentando área de apicum (sem/pouca vegetação) e bosque de manguezal nas áreas alagadas do estuário.



Fonte: www.revistapesquisa.fapesp.br.

Os Manguezais, tais quais ecossistemas, margeiam áreas de estuário, presentes apenas em zonas tropicais ou subtropicais. Dependem de características específicas, permitindo assim o sucesso ecológico e evolutivo de toda a comunidade de seres vivos relacionadas a esse ambiente. A vegetação de mangue caracteriza-se por ser resistente a inundações, à água salgada e ao ciclo das marés (Araújo e Bezerra, 2017).

Nishida e colaboradores, em 2008, relataram a presença dessas espécies arbóreas no estuário do Rio Paraíba: *Rhizophora mangle* (**Figura 2.168**), *Avicennia germinans* (**Figura 2.169**), *Laguncularia racemosae* (**Figura 2.170**), *Conocarpus erectus* (**Figura 2.171**).

Figura 2.168 - Exemplar de Mangue Vermelho *Rhizophora mangle,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, evidenciando suas estruturas reprodutivas e de dispersão da espécie (propágulos).



Fonte: www.botany.hawaii.edu.

Figura 2.169 - Exemplar de Mangue Preto *Avicennia germinans,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, com evidência nos frutos irregulares.



Fonte: www.stoptropicals.com.

Figura 2.170 - Exemplar de Mangue Branco *Laguncularia racemosa,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, com evidência nos frutos.



Fonte: www.inpn.mnhn.fr.

Figura 2.171 - Exemplar de Mangue-de-Botão *Conocarpus erectus,* espécie de mangue encontrada no estuário do Rio Paraíba-PB, com evidência nos frutos).



Fonte: www. www.flickr.com

Cabral (2003) considera que o manguezal é um sistema de estabilização de formações costeiras, o qual garante zonas de elevada produtividade biológica e, além disso, é responsável por parte considerável do suporte à vida dos recursos marinhos. Outros benefícios da conservação dos manguezais são a manutenção da cadeia alimentar de detritos, a diminuição da energia cinética da velocidade das águas das marés impedindo o processo erosivo e evitando inundações, a concentração de nutrientes para a produtividade primária.

As espécies vegetais que compõem o manguezal são de alta resiliência e podem tolerar altos graus de poluição, não são consideradas espécies endêmicas, pois ocorrem em toda a costa brasileira e em outras regiões geográficas do planeta. São extremamente relevantes, do ponto de vista econômico, uma vez que participa fundamentalmente do equilíbrio ambiental desse ecossistema, mantendo o ambiente bastante produtivo, principalmente, para a biodiversidade marinha.

O novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) classifica os manguezais como Área de Preservação Permanente (APP). Dessa forma, a conservação dos manguezais em toda a sua extensão, incluindo os apicuns, reveste-se igualmente de importância socioeconômica e ambiental, por serem importantes para a reprodução e abrigo das diversas espécies de fauna terrestre e aquática, sendo considerados como berçários para os recursos pesqueiros, bem como por servir de subsistência para as comunidades ribeirinhas.

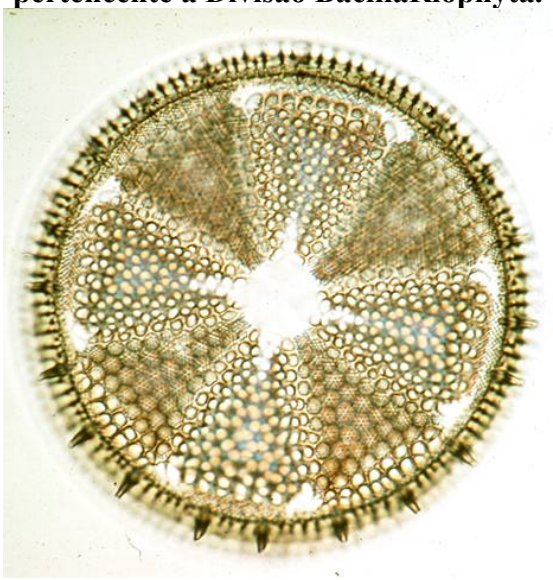
A ocupação desordenada, ao longo da costa brasileira, vem causando perda e fragmentação desse habitat, pela conversão de tais áreas em carcinocultura, ocupações humanas e áreas destinadas ao turismo. Em regiões de manguezais, essa atividade ocasiona não só degradação ambiental, mas também grandes perdas sociais e econômicas (MMA, 2019).

Microalgas

Entre as comunidades que habitam os sistemas estuarinos, a comunidade fitoplanctônica é composta por um conjunto de organismos unicelulares, microscópicos, bactérias fotossintetizantes e microalgas, os quais vivem em suspensão na coluna d'água. Trata-se de um grupo bastante expressivo em estuários. Em 2015, Santana e colaboradores realizaram um estudo com o objetivo de determinar a variação espacial do fitoplâncton, ao longo do gradiente salino dos estuários do Rio Paraíba do Norte e do Rio Mamanguape e investigar quais as variáveis ambientais que modelam essa distribuição espacial. Foram encontradas 83 espécies, nos dois ecossistemas aquáticos. A comunidade fitoplanctônica é responsável por 50% da produtividade de sistemas estuarinos, desempenhando um importante papel como produtor primário. Esses organismos também são caracterizados como fortes indicadores de qualidade ambiental, pois o seu rápido desenvolvimento pode indicar mudanças ecológicas decorrentes de impactos ambientais, em ecossistemas costeiros e estuarinos (Cavalcanti, 2018).

A divisão Bacillariophyta (**Figura 2.172**) apresentou a maior riqueza nos dois estuários, padrão semelhante foi encontrado em outros estuários. A elevada frequência de ocorrência de diatomáceas (Bacillariophyta) mostra a sua grande adaptação frente às condições ecossistêmicas encontradas nos dois estuários, representando mais de 70% da comunidade fitoplanctônica. A segunda divisão mais representativa no estuário do Rio Paraíba do Norte foi a Chlorophyta (**Figura 2.173**), indicando que, em ambientes estuarinos, a presença de Chlorophyta relaciona-se com a predominância do fluxo limnético, que promove baixos valores de salinidade em determinadas áreas. As diatomáceas e clorofíceas podem superar a concorrência de espécies de crescimento mais lento, quando os tempos de residência são curtos, e a concentração de nutrientes é elevada (Santana et al., 2015).

Figura 2.172 - Exemplar de uma diatomácea, microalga pertencente à Divisão BacillaRiophyta.



Fonte: www.ucmp.berkeley.edu.

Figura 2.173 - Exemplar de uma clorofícea, microalga pertencente à Divisão Chlorophyta.



Fonte: www.usgs.gov

O estudo de sua composição, distribuição e produção primária tem importância fundamental para o conhecimento dos principais mecanismos de funcionamento de ecossistemas aquáticos. Por esse motivo, as microalgas podem ser consideradas bioindicadoras da qualidade ambiental, pois respondem, rapidamente, a modificações no meio.

Peixes Estuarinos

Em relação à ictiofauna (comunidade de peixes) presente nos ecossistemas aquáticos de zonas estuarinas do Estado da Paraíba, Alves (2011) realizou um estudo na área estuarina do Rio Paraíba, no intuito de avaliar a degradação ambiental sobre a assembleia de peixes do estuário. A partir desse estudo, foram relatadas 28 espécies de peixes (*Atherinella brasilienses, Strongylura marina, Strongylura notata notata, Anchoa januari, Anchoviella sp., Lycengraulis grocidens, Opisthonema oglinun, Achosargus probatocephalus, Caranx crysus,Caranx sp.,Chloroscombrus crysurus, Oligoplites palometa, Oligoplites saliens, Chaetodipterus faber, Pomadasys corvinaeformis, Lutjanus sp., Polydactylus virginicus, Cynoscion sp., Larimus sp., Menticirrhus littoralis, Menticirrhus americanos, Achirus lineatus, Symphurus plagusia, Arius sp. 1, Arius sp. 2, Notarius grandicassis, Selenaspis sp., Colemesus psitacus*).

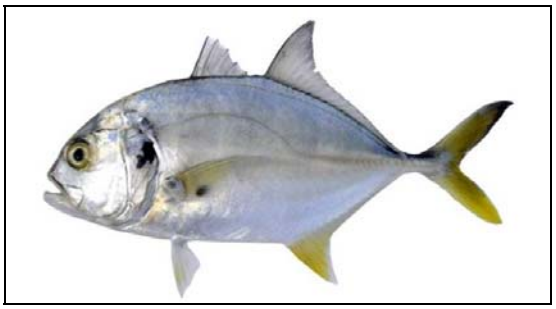
Soares (2012), ao estudar se a variação espacial da salinidade tem influência na estrutura da comunidade de peixes, relatou para o estuário do Rio Mamanguape um quantitativo de 83 espécies de peixes juvenis (*Albula vulpis, Myrichthys ocellatus, Anchovia clupeoides, Anchoa januaria, Anchoa marinii, Anchoviella lepidentostole, Lycengraulis grossidens, Harengula clupeola, Lile piquitinga, Rhinosardinia bahiensis, Astyanax bimaculatus, Sciades herzbergii, Synodus foentes, Thalassophryne nattereri, Mugil curema, Mugil curvidens, Mugil hospes, Mugil liza, Atherinella brasiliensis, Hyporhamphus unifasciatus, Strongylura timucu, Poecilia vivipara, Hippocampus reidi, Pseudophallus mindii, Dactylopterus volitans, Centropomus undecimalis, Centropomus parallelus, Centropomus pectinatus, Diplectrum radiale, Epinephelus itajara, Rypticus randalli, Caranx latus, Chloroscombrus chrysurus, Oligoplites*

palometa, Oligoplites saurus, Oligoplites saliens, Trachinotus carolinus, Trachinotus falcatus, Lutjanus griseus, Lutjanus synagris, Lutjanus jocu, Diapterus rhombeus, Diapterus olisthostomus, Eucinostomus argenteus, Eucinostomus melanopterus, Eucinostomus gula, Eugerres brasilianus, Pomadasys corvinaeformis, Polydactylus virginicus, Cynoscion acoupa, Larimus breviceps, Menticirrhus littoralis, Micropogonias furnieri, Stellifer brasiliensis, Stellifer rastrifer, Stellifer stellifer, Labrisomus nuchipinnis, Guavina guavina, Erotelis smaragdus, Bathygobius soporator, Ctenogobius boleosoma, Ctenogobius smaragdus, Ctenogobius stigmaticus, Coryphopterus glaucofraenum, Evorthodus lyricus, Gobionellus stomatus, Gobionellus oceanicus, Acanthurus bahianus, Sphyraena barracuda, Scomberomorus brasiliensis, Citharichthys arenaceus, Citharichthys macrops, Citharichthys spilopterus, Etropus crossotus, Achirus lineatus, Symphurus tessellatus, Colomesus psittacus, Lagocephalus laevigatus, Sphoeroides greeleyi, Sphoeroides spengleri, Sphoeroides testudineus, Sphoeroides tyleri, Chilomycterus antillarum).

Se comparado ao estuário do Rio Paraíba, localizado na grande João Pessoa, o estuário do Rio Mamanguape apresenta maior riqueza de espécies, uma vez que esse estuário se encontra em uma Área de Proteção Ambiental – APA, o que diminui consideravelmente a exposição desses ambientes a agentes poluidores ou degradadores do meio. Além disso, espera-se uma alta riqueza de espécies de peixes juvenis, uma vez que tal ambiente é considerado berçário natural de espécies marinhas, importantes recursos pesqueiros que possuem, muitas vezes, alto valor econômico agregado.

Dentre todas as espécies de peixes relatadas nos estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape, algumas merecem destaque, seja por sua importância econômica, seja por sua importância ecológica para a cadeia alimentar. O genêro *Caranx* (**Figura 2.174**), encontrado no estuário do Rio Paraíba, compreende espécies de relevante valor pesqueiro, como é o caso do Xaréu e Guarajuba, por exemplo. Isso demonstra que, apesar do estuário do Rio Paraíba ser alvo de diversos tipos de degradação ambiental, ainda é capaz de manter espécies de importância econômica.

Figura 2.174 - Exemplar de Xaréu – *Caranx sp.*, espécie de peixe relatada para o estuário do Rio Paraíba, PB.



O Cavalo-marinho - *Hippocampus reidi* (**Figura 2.175**), espécie relatada no estuáRio do Rio Mamanguape, encontra-se fortemente ameaçada por sua grande exploração comercial e pela degradação de seus hábitats (Vincent & Pajaro 1997, Rosa et al. 2002, Rosa et al. 2005), estando o gênero *Hippocampus* entre os muitos que possuem uma história de vida única, dada a sua esparsa distribuição, baixa mobilidade, pequenas áreas vitais, baixa fecundidade e longo cuidado parental (Foster & Vincent, 2004). Essa sensibilidade às características ambientais do meio faz com que o Cavalo-marinho - *Hippocampus reidi* seja considerada uma espécie indicadora de qualidade ambiental.

Figura 2.175 - Exemplar de Cavalo-marinho - *Hippocampus reidi,* espécie de peixe indicador de qualidade ambiental, relatada para o estuário do Mamanguape, PB.



Nos ecossistemas aquáticos as comunidades são, em parte, controladas por espécies de peixes, uma vez que são os peixes predadores "topo-de-cadeia" os organismos mais importantes em termos de biomassa. Muitas espécies consumidoras primárias têm suas densidades controladas por esses predadores, o que induz a um controle geral no consumo de matéria orgânica contida no nível de produtores. Assim, além de contribuir para o controle biótico dos ecossistemas aquáticos, exercendo papel fundamental para a manutenção de condições mais estáveis, são de grande importância para os seres humanos, como recurso pesqueiro e alimento (Estado do Acre, 2012).

No estuário do Rio Mamanguape, pôde-se identificar a presença de espécies importantes para a pesca, pois muitos peixes utilizam o estuário como local de alimentação e/ou reprodução. Portanto, as espécies identificadas como importante recurso pesqueiro e consequentemente com valor econômico agregado são as seguintes: Camurim *Centropomus undecimalis* (**Figura 2.176**) – espécie com forte potencial para cultivo, o que pode auxiliar na manutenção dos estoques pesqueiros e também promover a valorização econômica desta espécie*;* Ariocó *Lutjanus synagris* (**Figura 2.177**) – pertencente à família Lutjanidae, compondo a categoria dos "Vermelhos", essa espécie é um peixe de alto valor no mercado, comum em recifes costeiros, passa parte da vida em zonas estuarinas*;* Peixe-Serra *Scomberomorus brasiliensis* (**Figura 2.178**), importante recurso pesqueiro na pesca artesanal do Brasil, especialmente na região Nordeste; Carapebas - *Diapterus rhombeus* (**Figura 2.179**) e *Eugerres brasilianus* (**Figura 2.180**) pertencem à família Gerreidae e completam todo o seu desenvolvimento em áreas de estuário, o que os tornam importantes recursos para as comunidades pesqueiras, além de também possuírem forte potencial para o cultivo.

Figura 2.176 - Exemplar de Robalo-flecha ou Camurim - *Centropomus undecimalis,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB.



Fonte: www.fleetham.photoshelter.com.

Figura 2.177 - Exemplar de Ariocó – *Lutjanus synagris,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB.



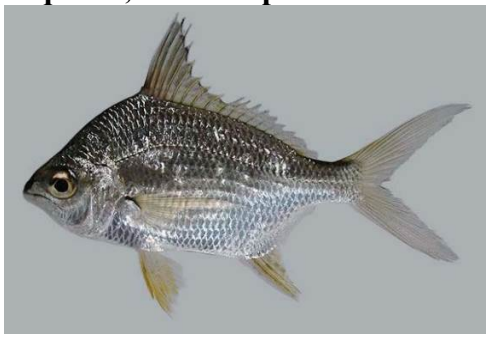
Fonte: www.mexican-fish.com.

Figura 2.178 - Exemplar de Peixe-serra – *Scomberomorus brasiliensis,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB.



Fonte: www.biogeodb.stri.si.edu.

Figura 2.179 - Exemplar de Carapeba – *Diapterus rhombeus,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB.



Fonte: www.biogeodb.stri.si.edu.

Figura 2.180 - Exemplar de Carapeba – *Eugerres brasilianus,* espécie de peixe e importante recurso pesqueiro, relatado para o estuário do Mamanguape, PB.



Fonte: www.biogeodb.stri.si.edu.

Os estudos sobre populações, assembleias de peixes e comunidades aquáticas são de extrema importância, uma vez que a pressão de uso antrópico sobre tais sistemas tem aumentado constantemente, o que amplia o risco de impactos nas comunidades aquáticas, na qualidade da água dos sistemas, além de impactar diretamente na economia pesqueira e disponibilidade de alimento enquanto proteína animal.

Aves

No que se refere à avifauna em zonas estuarinas, um estudo realizado por Cardoso em 2011, investigou a distribuição de aves limícola migratórias em três estuários do Estado da Paraíba (Rio Paraíba, Rio Mamanguape e Rio Goiana), identificando ocorrência de 13 espécies: *Pluvialis squatarola, Charadrius semipalmatus, Limnodromus griseus, Numenius phaeopus, Actitis macularius, Tringa melanoleuca, Tringa semipalmata, Tringa flavipes, Arenaria interpres, Calidris alba, Calidris pusilla, Calidris minutilla e Calidris fuscicollis.* Dessas, seis espécies se destacaram nos resultados de abundância: Maçarico-rasteirinho *Calidris pusilla* (**Figura 2.181**)*;* Batuíra-de-bando *Charadrius semipalmatus* (**Figura 2.182**)*;* Tarambola-cinzenta *Pluvialis squatarola* (**Figura 2.183**)*;* Maçarico-galego *Numenius phaeopus* (**Figura 2.184**)*;* Pilrito-das-praias *Calidris alba* (**Figura 2.185**); e Rola-do-mar *Arenaria interpres* (**Figura 2.186**).

Figura 2.181 - Exemplar de Maçarico-rasteirinho - *Calidris pusilla,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



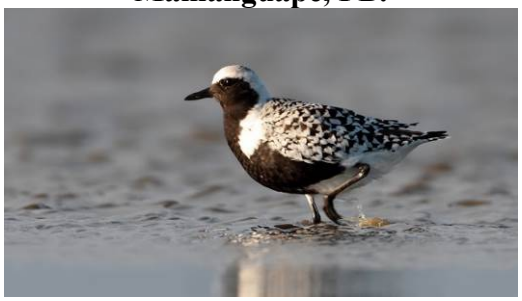
Fonte: www. focusingonwildlife.com.

Figura 2.182 - Exemplar de Batuíra-de-bando - Charadrius semipalmatus, espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www.hbw.com.

Figura 2.183 - Exemplar de Tarambola-cinzenta - *Pluvialis squatarola,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www.featherbase.info.

Figura 2.184 - Exemplar de Maçarico-galego - *Numenius phaeopus,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www. focusingonwildlife.com.

Figura 2.185 - Exemplar de Pilrito-das-praias - *Calidris alba,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www. focusingonwildlife.com.

Figura 2.186 - Exemplar de Rola-do-mar - *Arenaria interpres,* espécie de ave limícola migratória, encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www.houstonaudubon.org.

As áreas estuarinas desempenham importante papel, no ciclo de vida de grande número de aves limícolas migratórias da ordem Charadriiformes. Essas aves utilizam os estuários como locais de alimentação e descanso durante suas migrações, chegando a aglomerar-se em bandos conspícuos de centenas ou até milhares de indivíduos. Os complexos estuarinos apresentam uma variedade de hábitats naturais explorados por tais aves, como lamaçais intertidais (popularmente chamados de coroas), pântanos, marismas, lagunas costeiras, praias fluviais, praias oceânicas e recifes rochosos adjacentes (CARDOSO, 2011).

Em 2007, Araujo e colaboradores identificaram ninhais ou sítios de pernoite ainda não registrados na área costeira do Estado, a partir do trabalho intitulado: "Considerações sobre colônias de garças (Ciconiiformes, Ardeidae) no Estado da Paraíba, Brasil". Nos complexos estuário-manguezais do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape, o deslocamento de indivíduos de Garça-branca-grande - *Ardea alba* (**Figura 2.187**) e Garça-branca-pequena - *Egretta thula* (**Figura 2.188**), respectivamente, foi acompanhada de informações de pescadores artesanais e foram registradas com o intuito de obter indícios sobre a ocorrência de colônias dessas espécies naquelas áreas. Um ninhal que não havia sido registrado foi encontrado na área urbana da capital João Pessoa e estava composto por Garça-branca-grande - *Ardea alba* e Garça-vaqueira - *Bubulcus ibis* (**Figura 2.189**). No estuário do Rio Mamanguape, foi

identificado um sítio de pernoite de Garça-branca-pequena - *Egretta thula* e Garça azul - *Egretta caerulea* (**Figura 2.190**).

Figura 2.187 - Exemplar de Garça-branca-grande - *Ardea alba,* espécie de garça encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www.hbw.com.

Figura 2.188 - Exemplar de Garça-branca-pequena - *Egretta thula,* espécie de garça encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www.sdakotabirds.com.

Figura 2.189 - Exemplar de Garça-vaqueira *Bubulcus ibis,* espécie de garça encontrada a nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www.wikiaves.com.br.

Figura 2.190 - Exemplar de Garça azul *Egretta caerulea,* espécie de garça encontrada nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, PB.



Fonte: www.hbw.com.

Mamíferos

Em relação ao grupo de mamíferos, Barra de Mamanguape é de suma importância para a manutenção do ciclo reprodutivo do peixe-boi marinho - *Trichechus manatus* (**Figura 2.191**), pois é uma área de histórica ocorrência e um dos locais de maior concentração desse mamífero, no Nordeste do Brasil (SILVA et al., 2011). Além disso, existem relatos da espécie em todo o litoral paraibano, de acordo com Lima et al. (2011), ao estudar a distribuição desses mamíferos na costa do Nordeste. Tal espécie já desapareceu de zonas estuarinas, nos Estados do Espirito Santo e da Bahia e, atualmente, encontra-se criticamente ameaçada de extinção.

Figura 2.191 - Exemplar de Peixe-boi marinho *Trichechus manatus,* espécie de mamífero sirênio encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.mundoecologia.com

Invertebrados

No que se refere à presença de invertebrados, nos estuários do Estado da Paraíba, Santos e colaboradores em 2005 realizaram um estudo no Baixo Rio Paraíba, no intuito de analisar a presença de macroinvertebrados em diferentes sedimentos, salinidades e profundidades. Foram identificados oito grandes grupos de macroinvertebrados para esse estuário: Molusca, Annelida, Echinodermata, Sinpucula, Bryozoa, Cnidaria, Porifera e Echiura.

Entre a fauna que habita os ecossistemas estuarinos, um grupo importante são os Macroinvertebrados Bentônicos, os quais possuem uma ampla distribuição e diversidade (Tweedley et al., 2012). Esses organismos podem responder a diferentes graus de distúrbio em relação à poluição orgânica, atuando como bioindicadores das condições ecológicas dos estuários e executam funções ecossistêmicas, como auxiliar na decomposição de dejetos orgânicos, na alternância de nutrientes e também na transformação e fluxo de energia (Callisto et al., 2000). A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é caracterizada por sua relação direta com o sedimento, em que este com partículas mais finas pode atuar na redução da abundância desse grupo de animais.

Muitos invertebrados bentônicos que habitam estuários também são considerados recursos pesqueiros importantes, principalmente moluscos e crustáceos. Dentre eles, os mais relevantes para estuários da Paraíba foram: Caranguejo Uçá - *Ucides cordatus,* Siri - *Callinectes spp.,* Guaiamum - *Cardisoma guanhumi,* Lagosta - *Panulirus argus,* Aratu-do-Mangue - *Goniopsis cruentata,* Marisco - *Anomalocardia brasiliana,* Ostra - *Crassostrea rhizophorae,* Sururu - *Mytella guyanensis* (**Figura 2.192** a **2.198**).

Figura 2.192 - Exemplar de Caranguejo Uçá *Ucides cordatus,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.planetainvertebrados.com.br

Figura 2.193 - Exemplar de Siri *Callinectes danae,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.crabdatabase.info

Figura 2.194 - Exemplar de Guaiamum *Cardisoma guanhumi,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.flickriver.com.

Figura 2.195 - Exemplar de Lagosta *Panulirus argus,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.ninha.bio

Figura 2.196 - Exemplar de Aratu-do-Mangue *Goniopsis cruentata,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.planetainvertebrados.com.br

Figura 2.197 - Exemplar de Marisco *Anomalocardia brasiliana,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.cebimar.usp.br.

Figura 2.198 - Exemplar de Ostra - *Crassostrea rhizophorae,* espécie de crustáceo encontrada no estuário do Rio Mamanguape, PB.



Fonte: www.projectnoah.org.

Os manguezais formam a base de uma complexa rede alimentar que mantém estuários, zonas costeiras e algumas áreas de pesca (Patu, 2002). Muitas comunidades litorâneas obtêm sua subsistência dos manguezais por meio da pesca, da exploração de madeira e do turismo. É um sistema ecológico que ocorre em áreas com características específicas, como é o caso das zonas estuarinas. São capazes de sustentar diversas comunidades de seres vivos em um ambiente sujeito à dinâmica diária das marés. Todos esses atributos fazem do estuário um ecossistema aquático produtivo e peça-chave para o aporte de biomassa, responsável pela manutenção de grande parte dos estoques pesqueiros das regiões costeiras.

2.9.4 Caracterização e Localização das Águas Doces Continentais da Paraíba

As informações sobre ecossistemas aquáticos abordados neste item correspondem aos dados compilados de estudos científicos, principalmente, a respeito das duas bacias hidrográficas mais importantes do Estado, a Bacia do Rio Piranhas e a Bacia do Rio Paraíba.

Na hidrografia da Paraíba, os Rios fazem parte de dois grupos importantes para classificação de ecossistemas aquáticos: os litorâneos, na sua maioria, perenes; e os sertanejos, normalmente, temporários.

Os Rios litorâneos nascem na Serra da Borborema e vão em direção do litoral paraibano, para desaguar no Oceano Atlântico. Entre esses tipos de Rios, podemos destacar o Rio Paraíba, que nasce no alto da Serra de Jabitacá, no município de Monteiro, com uma extensão de 360 km de curso d'água, correndo com seus afluentes em direção ao mar, constituindo a maior bacia hidrográfica de domínio estadual (Lins, 2002; Melo & Rodriguez, 2003).

Os sertanejos são Rios que vão em direção ao norte, terras mais baixas, desaguando no litoral do Rio Grande do Norte. O Rio mais importante desse grupo é o Rio Piranhas, que nasce na Serra de Bongá, perto da divisa com o Estado do Ceará. Esse Rio é muito importante para o sertão da Paraíba, pois, por meio dele, faz-se a a irrigação de grandes extensões de terras no sertão. Existem ainda outros Rios, como o Rio do Peixe, Rio Piancó e o Rio Espinharas, todos afluentes do Rio Piranhas (Lins, 2002; Melo & Rodriguez, 2003).

As bacias do Rio Paraíba e do Rio Piranhas compreendem uma área bastante Rioda Paraíba, abrangendo mais de 80% do seu território. Pelo fato de estarem localizadas em regiões semiáridas, é comum a prática de barramento dos cursos d'água para armazenamento e manutenção da perenidade dos corpos hídricos durante períodos de seca.

Os ecossistemas aquáticos, no semiárido brasileiro, englobam lagos rasos naturais, reservatórios artificiais e rios e riachos intermitentes. Tais sistemas são particularidades na paisagem semiárida e compreendem uma grande variedade de sistemas associados, funcionando como um mosaico em constante mudança, entre épocas de seca e precipitação pluviométrica. Lagos e reservatórios no semiárido brasileiro estão sujeitos a importantes períodos de escassez de água, enquanto os rios e riachos são caracterizados como altamente variáveis e impulsionados pelos extremos de fluxo de água e sua ausência (BARBOSA, et al, 2012).

Peixes Continentais

A comunidade continental de peixes na Paraíba distribui-se em dois tipos característicos de ambientes, lóticos (rios) e lênticos (açudes, barragens ou represas). A presença de açudes e barragens é bastante comum no Estado da Paraíba, por conta dos longos períodos de seca, bem como pela característica temporária da sua malha hidrográfica ao longo do Estado.

No ano de 2018, Ramos e colaboradores publicaram um levantamento da ictiofauna da bacia do Rio Paraíba, com base em dados provenientes de acervos ictiológicos de instituições nacionais e estrangeiras. O estudo resultou em um inventáRio da ictiofauna, nas quatro sub-regiões da bacia do Rio Paraíba, contabilizando 47 espécies, distribuídas em 38 gêneros, 20 famílias e seis ordens de peixes. As ordens mais representativas foram Characiformes (22 espécies/47% do total), Cichliformes e Siluriformes (9/19%). Sete espécies de Cichliformes são reportadas como introduzidas na bacia. Além das ordens citadas, foram registrados dois Cyprinodontiformes e Gobiiformes (2/5%), e Gymnotiformes, Perciformes e Synbranchiformes (1/2% cada).

Em 2016, Costa realizou um trabalho sobre a composição da ictiofauna de dois reservatórios, Epitácio Pessoa (Açude Boqueirão) e Argemiro de Figueiredo (Açude Acauã), localizados no semiárido paraibano, inseridos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, identificando 30 espécies de peixes. Enquanto Marinho e colaboradores (2006) identificaram um total de sete espécies,

ao estudarem a composição da ictiofauna dos Açudes Namorados e Soledade (sub-bacia do Rio Taperoá), também inseridos na bacia do Rio Paraíba.

A bacia do Paraíba tem se destacado, no cenário atual, por ser a primeira da região Nordeste Médio-Oriental a receber águas da transposição do Rio São Francisco (RAMOS, 2018). Por esse motivo, os mencionados estudos são de extrema importância, uma vez que a transposição poderá acarretar na introdução de espécies exóticas a essa bacia, provocando desiquilíbrio ambiental e até extinção de espécies nativas. As espécies introduzidas no novo ambiente expandem rapidamente sua população, o que leva um grande número de indivíduos a amadurecerem e se reproduzirem em tamanho reduzido. A explosão populacional das espécies exóticas sufoca as nativas, aumenta o estresse ambiental e a competição. Isso ocorre, pois as espécies introduzidas muitas vezes não possuem predadores ou parasitas aptos a controlarem suas populações (Ramos e Lima, 2013).

Dentre as 47 espécies de peixes de águas continentais, identificadas para a bacia do Rio Paraíba (*Prochilodus brevis, Triportheus signatus, Leporinus piau, Leporinus taeniatus, Astyanax bimaculatus, Astyanax fasciatus, Cheirodon jaguaribensis,Compsura heterura, Hemigrammus marginatus, Hemigrammus rodwayi, Hemigrammus unilineatus, Hyphessobrycon parvellus, Serrapinnus heterodon, Serrapinnus piaba, Characidium bimaculatum, Psectrogaster rhomboids, Steindachnerina notonota, Erythrinus erythrinus, Hoplerythrinus unitaeniatus, Hoplias malabaricus, Apareiodon davisi, Metynnis lippincottianus, Callichthys callichthys, Megalechis thoracata, Trachelyopterus galeatus, Pimelodella enochi, Rhamdia quelen, Hypostomus pusarum, Parotocinclus cf. cearenses, Parotocinclus jumbo, Parotocinclus spilosoma, Poecilia reticulata, Poecilia vivipara, Gymnotus carapo, Awaous tajacica, Eleotris pisonis, Astronotus ocellatus, Cichla monoculus, Cichla ocellaris, Cichlasoma orientale, Coptodon rendalli, Crenicichla menezesi, Geophagus brasiliensis, Oreochromis niloticus, Parachromis managuensis, Plagioscion squamosissimus, Synbranchus sp.*), sete espécies foram consideradas por Costa (2016) endêmicas para o Nordeste Médio Oriental: *Apareiodon davisi* (**Figura 2.199**), *Characidium bimaculatum* (**Figura 2.200**), *Hypostomus pusarum* (**Figura 2.201**), *Parotocinclus jumbo* (**Figura 2.202**), *Prochilodus brevis* (**Figura 2.203**), *Parotocinclus spilosoma* (**Figura 2.204**) e *Pimelodella enochi* (**Figura 2.205**), sendo as duas últimas, consideradas endêmicas para a bacia do Rio Paraíba.

Figura 2.199 - Exemplar de *Apareiodon davisi,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Characiformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.fishbase.se.

Figura 2.200 - Exemplar de *Characidium bimaculatum,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Characiformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.fishbase.se.

Figura 2.201 - Exemplar de *Hypostomus pusarum,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Siluriformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.fishbase.se.

Figura 2.202 - Exemplar de *Parotocinclus jumbo,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Siluriformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.fishbase.se.

Figura 2.203 - Exemplar de *Prochilodus brevis,* espécie endêmica para o Nordeste Médio Oriental, representante da ordem Characiformes, encontrada bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



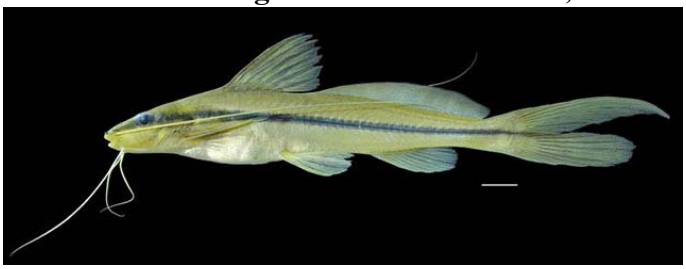
Fonte: www.fishbase.se.

Figura 2.204 - Exemplar de *Parotocinclus spilosoma,* representante da ordem Siluriformes, espécie endêmica da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.fishbase.se.

Figura 2.205 - Exemplar do gênero *Pimelodella,* representante da ordem Siluriformes, que compreende a espécie endêmica (*Pimelodella enochi*) da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.fishbase.se.

Considerando que existe uma defasagem de dados científicos a respeito da fauna de ecossistemas aquáticos continentais, no Estado da Paraíba, esse levantamento é importante, pois reúne informações de diversos estudos distribuídos ao longo de, praticamente, toda a bacia hidrográfica, o que garante uma análise espacial acurada da ictiofauna da bacia hidrográfica em questão.

Nas regiões áridas ou semiáridas do Nordeste brasileiro, a organização e funcionalidade dos ecossistemas aquáticos dependem de diversos fatores, como: variação da vazão de seus recursos hídricos, baixos índices pluviométricos e a elevada taxa de evaporação. A partir desses condicionantes, as espécies desenvolvem estratégias de sobrevivência, que acarretam em competição no ambiente, assim como alterações na estrutura das comunidades e na disponibilidade de recursos naturais (Marinho, 2006).

Invertebrados

É sabido que todo e qualquer ser vivo que faça parte da biocenose tem algum papel importante para o equilíbrio daquele ambiente. Nesse caso, a comunidade de macroinvertebrados serve de alimento para muitas espécies de peixes e outros organismos aquáticos, sendo importante para a cadeia alimentar em ambientes de águas continentais.

Em vista disso, Souza e Abílio (2006) desenvolveram um estudo com o objetivo de determinar a estrutura taxonômica e abundância relativa dos invertebrados bentônicos associados ao sedimento litorâneo das lagoas intermitentes Panati (Taperoá-PB) e Serrote (Boa Vista-PB), localizados também na bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

No total, foram coletados 34 táxons pertencentes à lagoa Panati e 25 táxons na lagoa Serrote, sendo representados pelos grupos mais relevantes, em relação à frequência de ocorrência: Gastropoda: Planorbidae (**Figura 2.206**); Insecta: Coleoptera - Hydrophilidae (**Figura 2.207**), Diptera - Chironomidae (**Figura 2.208**), Heteroptera - Corixidae (**Figura 2.209**), Odonata – Gomphidae (**Figura 2.210**), Ephemeroptera - Baetidae (**Figura 2.211**), Trichoptera - Lepidostomatidae (**Figura 2.212**), Crustacea: Ostracoda (**Figura 2.213**), Conchostraca (**Figura 2.214**); Annelida – Hirudinea (**Figura 2.215**).

Figura 2.206 - Exemplar de caramujo Planorbidae, representante da Classe Gastropoda, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.ecoregistros.org.

Figura 2.207 - Exemplar de besouro Hydrophilidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.watermonitoring.uwex.edu.

Figura 2.208 - Exemplar de mosquito Chironomidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.genent.cals.ncsu.edu.

Figura 2.209 - Exemplar de Corixidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.bugguide.net.

Figura 2.210 - Exemplar de libélua Gomphidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB..



Fonte: www. museum.unl.edu

Figura 2.211 - Exemplar de efemérida Baetidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.discoverlife.org.

Figura 2.212 - Exemplar de Trichoptera - Lepidostomatidae, representante da Classe Insecta, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.discoverlife.org.

Figura 2.213 - Exemplar de custáceo Ostracoda, representante do Subfilo Crustaceae, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



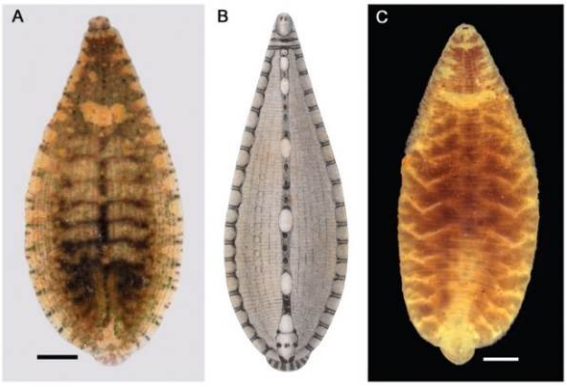
Fonte: www.lifeinfreshwater.net.

Figura 2.214 - Exemplar de custáceo Conchostraca, representante do Subfilo Crustaceae, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.keys.lucidcentral.org.

Figura 2.215 - Exemplar de sanguessuga - Hirudinea, representante do Filo Annelidae, relatado em duas lagoas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.bioone.org.

Os invertebrados bentônicos (zoobentos) são caracterizados por habitarem o sedimento ou a superfície, encontrando-se na região litorânea (próximo à margem) e na região profunda dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). Esses animais compõem um grupo de grande importância ecológica, representados principalmente por organismos detritívoros, interdependentes da interação entre os fatores ambientais e o tipo de substrato. Assim, a biocenose é determinada pela composição, riqueza taxonômica e distribuição dos invertebrados nestes habitats (CARVALHO & UIEDA, 2004).

Os invertebrados bentônicos vêm sendo amplamente estudados, devido ao papel relevante que desempenham no funcionamento do ambiente aquático, constituindo uma ferramenta útil em avaliações e monitoramento ambiental. Esses organismos são considerados bioindicadores, porque em determinadas condições ambientais, os grupos mais resistentes podem se tornar numericamente dominantes, enquanto outros grupos mais sensíveis podem se tornar raros ou ausentes (Brigante et al, 2003).

Anurofauna

A anurofauna é outro grupo de animais, representados por rãs, sapos e pererecas, os quai, além de dependerem de corpos hídricos para reprodução, dependem também da fauna de macroinvertebrados para obtenção de energia na cadeia alimentar. Essas relações denotam a relevante importância ecológica desses organismos para o funcionamento e manutenção de ecossistemas aquáticos.

Vieira e colaboradores (2007) estudaram a composição da anurofauna associada a diferentes corpos d'água, no Cariri Paraibano, região localizada na sub-bacia do Rio Taperoá, que, por sua vez, compõe a bacia do Rio Paraíba. Nesse trabalho, foram identificadas 16 espécies de anuros, sendo 4 as famílias mais abundantes: Leptodactylidae - 4 espécies, com destaque para *Leptodactyllus ocellatus* (**Figura 2.216**); Hylidae - 4 espécies, com destaque para *Phyllomedusa nordestina* (**Figura 2.217**); Leiuperidae – 3 espécies, com destaque para *Physalaemus cicada* (**Figura 2.218**); Bufonidae – 2 espécies com destaque para *Rhinella granulosa* (**Figura 2.219**);

O número de espécies encontrados nesse estudo corrobora outros estudos realizados em regiões semiáridas, bem como suas estratégias de reprodução, que depende de ambientes úmidos próximos a corpos d'água para completar seu ciclo reprodutivo, ou do desenvolvimento de estratégias reprodutivas importantes para regiões semiáridas, como o ninho de espumas, que evita a dessecação de seus ovos.

Figura 2.216 - Exemplar de rã *Leptodactyllus ocellatus,* representante da Família Leptodactylidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, que está inserido na bacia do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.researchgate.net.

Figura 2.217 - Exemplar de perereca *Phyllomedusa nordestina,* representante da Família Hylidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, inserido na bacia do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.calphotos.berkeley.edu.

Figura 2.218 - Exemplar de rã *Physalaemus cicada,* representante da Família Leiuperidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, inserido na bacia do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.calphotos.berkeley.edu.

Figura 2.219 - Exemplar de sapo *Rhinella granulosa,* representante da Família Bufonidae, relatado em corpos d'água temporários na região do Cariri Paraibano, inserido na bacia do Rio Paraíba, PB.



Fonte: www.iucnredlist.org.

Para a região de Cabaceiras, Cascon (1987) registrou 18 espécies de anuros, enquanto Arzabe (1999) registrou 16 espécies em São José do Bonfim e 12 espécies em Maturéia. Um dos fatores que limitam o melhor conhecimento dos anfíbios da caatinga é a imprevisibilidade das precipitações. Além do fato de muitas espécies serem ativas, unicamente, durante o período de precipitações pluviométricas, e essas são muito irregulares nessa região, o que torna difícil o planejamento de coletas de espécimes (ARZABE, et al., s.d.).

2.9.5 Conclusões

Os Ecossistemas Aquáticos da Paraíba possuem marcadamente a característica de intermitência dos seus corpos hídricos, pelo fato da maior parte do seu território estar localizada no Bioma Caatinga. Por outro lado, ainda existem domínios de Mata Atlântica em áreas de brejo de altitude (Serra da Borborema) e na planície costeira, próximo ao litoral.

Nas áreas mais próximas ao litoral, as águas continentais encontram o oceano e criam um ambiente com características próprias e favoráveis ao desenvolvimento de diversas espécies de seres vivos e com alta produtividade. Embora esses ambientes não sofram diretamente com a seca, estão mais susceptíveis a impactos antrópicos resultantes da proximidade desses ambientes a aglomerados urbanos.

Ainda no continente, apesar da intermitência das crises climáticas, alguns sistemas aquáticos naturais (lagoas) ou artificiais (açudes) concentram, às vezes sazonalmente, espécies de aves como a arribação, a marreca, o pato preto, o mergulhão, a galinha d'água etc.

Principalmente nas regiões semiáridas, onde quase 90% do Estado se inserem, e por conta das variações climáticas com longos períodos de seca, a conservação da fauna e da flora dos corpos hídricos no bioma Caatinga reveste-se de elevada importância, uma vez que esses ambientes estão sujeitos à desertificação, caso seu equilíbrio ambiental não seja respeitado.

Pelo fato da conservação desse bioma ter sido negligenciado por muitos anos, faz-se necessário que exista uma compensação nos esforços para a sua conservação. Deve-se então, considerar premissas básicas para a manutenção dos sistemas ecológicos aquáticos da Paraíba, do sertão ao litoral:

- Incorporar a ideia de Integração de sistemas ecológicos aquáticos e suas adaptações evolutivas às regiões semiáridas;
- Conhecer e preservar espécies endêmicas, consideradas peças-chave para o equilíbrio ecossistêmico;
- Promover políticas públicas de conservação setorial das bacias hidrográficas;
- Valorizar espécies de importância econômica, com vistas a particularidades e capacidade de suporte em cada ambiente e

Estimular programas de desenvolvimento sustentável, os quais favoreçam a utilização das potencialidades ambientais locais, para que as populações humanas tenham condições favoráveis de vida, com o mínimo de impacto ao meio ambiente e adaptados a realidade de seca periódica.

GOVERNO DA PARAÍBA

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA
DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ibi
ENGENHARIA
CONSULTIVA S/S.