



ESTADO DO MARANHÃO

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO MARANHÃO

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO MARANHÃO

**PRODUTO 02: DIAGNÓSTICO,
PROGNÓSTICO, CENÁRIOS**

**Sub-Produto 2.1: Relatório Temático 3 (RT3)
Diagnóstico da Dinâmica
Socioeconômico e Ambiental**

TOMO I DE II

JULHO DE 2018

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO MARANHÃO

Produto 02: Diagnóstico, Prognóstico, Cenários

**Sub-Produto 2.1: Relatório Temático 3 (RT3)
Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômico e Ambiental**

TOMO I DE II

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO

Flávio Dino de Castro e Costa

Governador

**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS –
SEMA**

Diego Fernando Mendes Rolim

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais

Presidente do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH

Rafael Ferreira Maciel

Secretário Adjunto de Licenciamento - SAL/SEMA

Vice Presidente CONERH

Ana Cristina Cardoso dos Santos Fontoura

Secretária Executiva do CONSEMA/CONERH/CONGEFEMA

Victor Lamarão de França

Superintendente de Recursos Hídricos - SPR.RH/SAL/SEMA

Hugo Fernando Silva e Silva

Supervisor de Gestão e Planejamento - SPR.RH/SAL/SEMA

Helen Roberta Silva

Supervisora de Outorga, Cobrança e Fiscalização - SPR.RH/SAL/SEMA

Gabriel Silva dos Santos

Supervisora de Gestão Participativa - SPR.RH/SAL/SEMA

© 2020 Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e de informações contidas
nesta publicação, desde que citada a fonte.

EQUIPE TÉCNICA DA IBI ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

Coordenação Técnica

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

Equipe Técnica

Ticiane Marinho de Carvalho Studart
Dorian Ponte Lima
Laurence José Alves de Macedo
Nadja Girlane Pinto Peixoto
Antônio Hiran Alves de Macedo
Francisco Ananias de Paula Coelho
Lara Bastos Pereira
José Ivo Gonçalves Sousa

Luís Evangelista Ramos Neto
Itabaraci Nazareno Cavalcante
Melina Maria Alves de Macedo
Anny Karolynny Oliveira Portela
Francisco Osny Enéas da Silva
Raimundo Eduardo Silveira Fontenele
Brenda Kelly Sousa Nascimento

EQUIPE TÉCNICA DA SEMA

Diego Fernando Mendes Rolim
Rafael Ferreira Maciel
Victor Lamarão de França
Hugo Fernando Silva e Silva
Gabriel Silva Dos Santos
Helen Roberta Silva Ferreira
Breno Ruiz De Lima Verde Da Silva
Daiane Volff Ferreira
Daniel De Lima Nascimento SÍRIO
Danilo Torquato De Andrade
Jessica Mayara Silveira De Jesus
Jose Jânio de Castro Lima
Kiara Mesquita de Azevedo SÍRIO
Larissa Coelho Bonesi

Luciara Ibiá Dos Santos Machado
Luiz Alexandre Brenha Raposo
Nathan Abner Diniz Ramires
Paula Suellen Ferreira Dos Anjos
Rebeca Cristina Nascimento Matos
Stefanny Marques Coqueiro Monteiro
Aurizângela Amaral Silva
Emily Nicolly Santos Aguiar
Pedro Eduardo Marques Machado
Roberta Neves Alcântara
Samyra Yanka Almeida Pinheiro
Joanice Rocha Reis
Vinicius Lima Noleto
Letícia Leite Rolim

EQUIPE DE PESQUISADORES SEMA

Audivan Ribeiro Garcês Júnior
Felipe Freitas Costa
Gisselly Poliana Santos Muniz
Itapotiará Vilas Bôas
Jacenilde Cristina Braga Soareas

Joelson Caco Pereira da Graça
Karina Coqueiro Mendes
Larissa Rodrigues Marques
Luciana da Silva Bastos
Maria Luiza Torres Pires

PARCEIROS INSTITUCIONAIS

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

SECRETARIA EXECUTIVA

Ana Cristina Cardoso dos Santos Fontoura
Lennise Maria Passos Portela
Vaniérika Cazé Silva de Andrade
Antônia da Silva e Silva

Hadina Bianca Cutrim Silva
Luisa Helena Waquim Moreira
Sabrina De Sousa Matos

REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO

Diego Fernando Mendes Rolim
Rafael Ferreira Maciel
José de Ribamar Rodrigues Pereira
José Sérgio Delmiro Vale
Afonso Henrique de Jesus Lopes
Wendell dos Santos Monteiro
Norberto Melo Brandão
Jorge Luiz Barbosa Carvalho
Marco Aurélio de Sousa Martins
Cristiane Assunção Martins de Oliveira
Edilson Fernandes Carvalho Branco
Sobrinho
Ozenildo José Pereira Correia

Rita de Cássia Neiva Cunha
Marília Franco de Andrade
Claudia Francisca Santos de Sá Brandão
Tainan de Lima Lopes
Adriana Lustosa da Costa
Daniel Martinelli Duarte
Luciano Santos Pinheiro
Ana Rosa Marques
Claudio Rêbello Correa de Alencar
Luís Fernando Cabral Barreto Junior
Luzenice Macedo Martins
Paulo Ryldon Claudino de Oliveira Costa

SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA

Airton Antelmo de Sousa
Isabella Monteiro Pearce
Antônio Francisco Alves Coelho
Francisco Pereira da Silva
Marcelino Silva Farias Filho
Irene Aguiar Santos

Francisco das Chagas Sousa
Josuel Silvestre Silva
Maria Aparecida de Jesus Medeiros
Arlete Alves de Sousa
Ronald Henrique Gomes Chaves

USUÁRIOS DE ÁGUA

Luís Eduardo Rodrigues Reis
Rogério Albino de Sousa
Milton Santos Campelo da Silva
Francisco Magalhães da Rocha
José Carlos Oliveira de Paula

Juliana Arouche Costa
César Rodrigues Viana
Marcelo José Bueno
Ericka Rocha da Cunha
Ricardo Pereira Alves Mamede

CIP - Catalogação na Publicação

S446p	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA
Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão. Produto 02: Diagnóstico, Prognóstico, Cenários. Sub-Produto 2.1: Relatório Temático 3 (RT3) : Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômico e Ambiental. Tomo I de II/Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA – São Luís: SEMA, 2020.	
346 p.: il.	ISBN 978-65-994287-3-9
1.Recursos Hídricos - Plano. 2. Bases Metodológicas para a Elaboração. Bacia I. Título.	CDU 556:353(812.1) CDD 551.49812.1

Elaborada por Odivanisa Sousa Diniz - Bibliotecária - CRB-13/832.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA
Av. dos Holandeses, nº 04, Quadra 06, Edifício Manhattan, Calhau, São Luís
Maranhão - CEP: 65071-380
<https://www.sema.ma.gov.br>

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Informações Básicas dos Municípios do Maranhão.....	29
Tabela 3.1 - Declividade e amplitude topográfica das formas de relevo identificadas no Estado do Maranhão	82
Tabela 3.2 - Domínios geomorfológicos do Maranhão e padrões de relevo.....	82
Tabela 3.3 - Estações Meteorológicas com Normais Climatológicas Presentes na Região do Estado do Maranhão.....	114
Tabela 3.4 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Alto Parnaíba (INMET-82970).	116
Tabela 3.5 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Bacabal (INMET-82460).....	116
Tabela 3.6 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Balsas (INMET-82768).....	116
Tabela 3.7 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Barra do Corda (INMET-82571).	117
Tabela 3.8 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Carolina (INMET-82765).....	117
Tabela 3.9 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Caxias (INMET-82476).....	117
Tabela 3.10 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Chapadinha (INMET-82382).	118
Tabela 3.11 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Colinas (INMET-82676).....	118
Tabela 3.12 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Imperatriz (INMET-82564).....	118
Tabela 3.13 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica São Luís (INMET-82280).....	119
Tabela 3.14 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Turiaçu (INMET-82198).....	119
Tabela 3.15 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Zé Doca (INMET-82376).....	119
Tabela 3.16 - Porcentagem da Área de Influência de cada Estação Meteorológica em cada Bacia Hidrográfica.	126
Tabela 3.17 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.	127
Tabela 3.18 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.....	128
Tabela 3.19 - Umidade Relativa do Ar Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.....	130
Tabela 3.20 – Ventos - Médias Mensais da Bacia do Rio Gurupi.....	131
Tabela 3.21 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.....	133
Tabela 3.22 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.	134
Tabela 3.23 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.	135
Tabela 3.24 - Precipitação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.	136
Tabela 3.25 - Temperatura Média Mensal no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.	137
Tabela 3.26 - Umidade Relativa do Ar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.	138

Tabela 3.27 – Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.	139
Tabela 3.28 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	141
Tabela 3.29 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	142
Tabela 3.30 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	143
Tabela 3.31 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.....	144
Tabela 3.32 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.	145
Tabela 3.33 - Umidade Relativa do Ar Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.	147
Tabela 3.34 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Itapecuru.....	148
Tabela 3.35 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.	150
Tabela 3.36 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.	151
Tabela 3.37 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.....	152
Tabela 3.38 - Precipitação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.....	153
Tabela 3.39 - Temperatura Média Mensal no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.	154
Tabela 3.40 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental - Média Mensal.....	155
Tabela 3.41 – Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.....	156
Tabela 3.42 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental. ...	158
Tabela 3.43 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.	159
Tabela 3.44 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.	160
Tabela 3.45 - Precipitação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	161
Tabela 3.46 - Temperatura Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.	162
Tabela 3.47 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	163
Tabela 3.48 – Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	164
Tabela 3.49 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé. ..	165
Tabela 3.50 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.	166
Tabela 3.51 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	167
Tabela 3.52 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.	169
Tabela 3.53 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.....	170
Tabela 3.54 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Mearim.	172
Tabela 3.55 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Mearim.	173
Tabela 3.56 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.....	175
Tabela 3.57 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.....	176
Tabela 3.58 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.	177
Tabela 3.59 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.	178
Tabela 3.60 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Munim.....	179
Tabela 3.61 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Munim.	181
Tabela 3.62 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Munim.	182
Tabela 3.63 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Munim.....	184
Tabela 3.64 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.	185
Tabela 3.65 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Munim.	186

Tabela 3.66 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.....	187
Tabela 3.67 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.....	188
Tabela 3.68 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Parnaíba.....	189
Tabela 3.69 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Parnaíba.	190
Tabela 3.70 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.	191
Tabela 3.71 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.....	192
Tabela 3.72 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.....	193
Tabela 3.73 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.	194
Tabela 3.74 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Peria.....	195
Tabela 3.75 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Peria.	197
Tabela 3.76 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Peria.	198
Tabela 3.77 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Peria.....	199
Tabela 3.78 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.....	199
Tabela 3.79 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Peria.	201
Tabela 3.80 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.....	202
Tabela 3.81 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.	203
Tabela 3.82 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Preguiças.	204
Tabela 3.83 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Preguiças.....	205
Tabela 3.84 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.	206
Tabela 3.85 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.	207
Tabela 3.86 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.....	208
Tabela 3.87 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.....	209
Tabela 3.88 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.	211
Tabela 3.89 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Tocantins.....	212
Tabela 3.90 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Tocantins.....	213
Tabela 3.91 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.	215
Tabela 3.92 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.....	216
Tabela 3.93 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.....	217
Tabela 3.94 - Precipitação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	218
Tabela 3.95 - Temperatura Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	219
Tabela 3.96 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	220
Tabela 3.97 – Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	221
Tabela 3.98 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.	222
Tabela 3.99 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	223
Tabela 3.100 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu....	224
Tabela 3.101 – Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi segundo o Método de Thornthwaite.	229
Tabela 3.102 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses segundo o Método de Thornthwaite	231
Tabela 3.103 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru segundo o Método de Thornthwaite.	233
Tabela 3.104 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental segundo o Método de Thornthwaite.	235

Tabela 3.105 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé segundo o Método de Thornthwaite.....	237
Tabela 3.106 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim segundo o Método de Thornthwaite.....	239
Tabela 3.107 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Munim segundo o Método de Thornthwaite.....	241
Tabela 3.108 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba segundo o Método de Thornthwaite.....	243
Tabela 3.109 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Periaá segundo o Método de Thornthwaite.	245
Tabela 3.110 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças segundo o Método de Thornthwaite.....	247
Tabela 3.111 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins segundo o Método de Thornthwaite.....	249
Tabela 3.112 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu segundo o Método de Thornthwaite.....	251
Tabela 3.113 - Classificação Climática de Köppen.	254
Tabela 3.114 - Código da legenda e área das unidades da cobertura vegetal.	288
Tabela 3.115 - Descrição das Zonas Ecológico-Econômicas do Estado do Maranhão	310
Tabela 3.116 - Escala de vulnerabilidade natural e sua representação cartográfica segundo Crepani et al. (1996, 2001).	313
Tabela 3.117 - Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.....	315
Tabela 3.118 - Caracterização e valores de vulnerabilidade atribuídos às unidades geológico-ambientais.	316
Tabela 3.119 - Valores de vulnerabilidade atribuídos às diferentes formas de relevo.	321
Tabela 3.120 - Valores de vulnerabilidade por classes de solos.....	326
Tabela 3.121 - Fisionomias vegetais e usos da terra com seus respectivos valores de vulnerabilidade conforme adaptado de Crepani et al. (2001).	331
Tabela 3.122 - Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo segundo Crepani et al. (2001).....	333
Tabela 3.123 - Quantificação das áreas por valores e classes de vulnerabilidade natural à perda de solos.	338
Tabela 3.124 - Quantificação das áreas por valores e classes de vulnerabilidade à perda de solos. Percentuais em relação à área total do estado.	338
Tabela 3.125 - Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto aos valores de vulnerabilidade natural. Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental.	340
Tabela 3.126 - Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto à vulnerabilidade natural.....	341
Tabela 3.127 - Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto à vulnerabilidade natural e Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental e em relação à área total do estado.....	342
Tabela 3.128 – Regiões Hidrográficas e Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão.	345

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Localização do Estado do Maranhão	26
Figura 1.2 - Mapa das Mesorregiões Geográficas do Maranhão.....	39
Figura 1.3 - Mapa das Microrregiões Geográficas do Maranhão.....	40
Figura 1.4 - Regiões de Planejamento do Estado	41
Figura 1.5 - Mapa da Divisão Territorial do Maranhão segundo as Bacias Hidrográficas	43
Figura 3.1 - Mapa Geológico do Maranhão de acordo com a CPRM-2013.....	63
Figura 3.2 - Mapa Geológico do Maranhão Publicado pela Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais do IBGE	65
Figura 3.3 – Geologia do Sistema Hidrológico do Litoral Ocidental.....	67
Figura 3.4 – Geologia do Sistema Hidrológico das Ilhas Maranhenses.....	68
Figura 3.5 – Geologia da Bacia do Mearim.....	69
Figura 3.6 – Geologia da Bacia do Rio Itapecuru	70
Figura 3.7 – Geologia da Bacia do Rio Munim.....	71
Figura 3.8 – Geologia da Bacia do Rio Turiaçu	72
Figura 3.9 – Geologia da Bacia do Rio Maracaçumê.....	73
Figura 3.10 – Geologia da Bacia do Rio Preguiças.....	74
Figura 3.11 – Geologia da Bacia do Rio Periaá	75
Figura 3.12 – Geologia da Bacia do Rio Parnaíba	76
Figura 3.13 – Geologia da Bacia do Rio Tocantins.....	77
Figura 3.14 – Geologia da Bacia do Rio Gurupi	78
Figura 3.15 - Aspectos Geomorfológicos.....	83
Figura 3.16 – Geomorfologia do Sistema Hidrológico do Litoral Ocidental.....	102
Figura 3.17 – Geomorfologia do Sistema Hidrológico das Ilhas Maranhenses	103
Figura 3.18 – Geomorfologia da Bacia do Rio Mearim.....	104
Figura 3.19 – Geomorfologia da Bacia do Rio Itapecuru.....	105
Figura 3.20 – Geomorfologia da Bacia do Rio Munim.....	106
Figura 3.21 – Geomorfologia da Bacia do Rio Turiaçu	107
Figura 3.22 – Geomorfologia da Bacia do Rio Maracaçumê.....	108
Figura 3.23 – Geomorfologia da Bacia do Rio Preguiças	109
Figura 3.24 – Geomorfologia da Bacia do Rio Periaá	110
Figura 3.25 – Geomorfologia da Bacia Federal do Rio Parnaíba.....	111
Figura 3.26 – Geomorfologia da Bacia Federal do Rio Tocantins.....	112
Figura 3.27 – Geomorfologia da Bacia Federal do Rio Gurupi	113
Figura 3.28 - Mapa de Localização das Estações Meteorológicas de interesse para o Estado do Maranhão.	115
Figura 3.29 - Principais Sistemas Meteorológicos no Nordeste Brasileiro.....	121
Figura 3.30 - Isoietas Médias Anuais do Estado do Maranhão.	123
Figura 3.31 – Área de Influência de cada Estação Meteorológica.	125
Figura 3.32 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.....	127

Figura 3.33 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas do Rio Gurupi.	129
Figura 3.34 - Médias Mensais de Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Gurupi.....	130
Figura 3.35 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Gurupi.....	132
Figura 3.36 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.....	133
Figura 3.37 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.	134
Figura 3.38 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.	135
Figura 3.39 - Precipitação Média Mensal no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	136
Figura 3.40 - Temperaturas médias mensais, média das máximas e média das mínimas no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.	137
Figura 3.41 - Umidade Relativa do Ar Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	138
Figura 3.42 - Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.	140
Figura 3.43 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	141
Figura 3.44 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	142
Figura 3.45 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.....	143
Figura 3.46 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.	144
Figura 3.47 - Temperaturas médias mensais, médias das máximas e médias das mínimas da Bacia do Rio Itapecuru.....	146
Figura 3.48 - Umidade Relativa do Ar Médias Mensais da Bacia do Rio Itapecuru.....	147
Figura 3.49 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Itapecuru.	149
Figura 3.50 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.....	150
Figura 3.51 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.....	151
Figura 3.52 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.	152
Figura 3.53 - Precipitação Média Mensal no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.	153
Figura 3.54 - Temperaturas médias mensais máximas, mínimas e médias no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.....	154
Figura 3.55 – Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental - Médias Mensais.....	155
Figura 3.56 - Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.....	157
Figura 3.57 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental....	158
Figura 3.58 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.....	159
Figura 3.59 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.	160
Figura 3.60 - Precipitação Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.	161
Figura 3.61 - Temperaturas médias mensais médias das máximas e médias das mínimas na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	162
Figura 3.62 – Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.	163
Figura 3.63 - Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	165
Figura 3.64 – Média Mensal da Radiação Solar da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	166
Figura 3.65 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.....	167

Figura 3.66 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.	168
Figura 3.67 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.	169
Figura 3.68 - Temperaturas médias mensais, médias das máximas e médias das mínimas da Bacia do Rio Mearim.	171
Figura 3.69 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Mearim.	172
Figura 3.70 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Mearim.	174
Figura 3.71 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.	175
Figura 3.72 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.	176
Figura 3.73 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.	177
Figura 3.74 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.	178
Figura 3.75 - Temperaturas médias mensais, médias das máximas e médias das mínimas da Bacia do Rio Munim.	180
Figura 3.76 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Munim.	181
Figura 3.77 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Munim.	183
Figura 3.78 – Média Mensal da Radiação Solar da Bacia do Rio Munim.	184
Figura 3.79 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.	185
Figura 3.80 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Munim.	186
Figura 3.81 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.	187
Figura 3.82 - Temperaturas médias mensais máximas e mínimas da Bacia do Rio Parnaíba.	188
Figura 3.83 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Parnaíba.	189
Figura 3.84 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Parnaíba.	191
Figura 3.85 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.	192
Figura 3.86 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.	193
Figura 3.87 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.	194
Figura 3.88 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.	195
Figura 3.89 - Temperaturas mensais, médias máximas e médias mínimas da Bacia do Rio Peria.	196
Figura 3.90 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Peria.	197
Figura 3.91 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Peria.	198
Figura 3.92 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Peria.	199
Figura 3.93 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.	200
Figura 3.94 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Peria.	201
Figura 3.95 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.	202
Figura 3.96 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas da Bacia do Rio Preguiças.	203
Figura 3.97 – Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Preguiças.	204
Figura 3.98 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Preguiças.	206
Figura 3.99 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.	207
Figura 3.100 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.	208
Figura 3.101 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.	209
Figura 3.102 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.	210
Figura 3.103 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas da Bacia do Rio Tocantins.	211

Figura 3.104 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Tocantins.....	212
Figura 3.105 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Tocantins.	214
Figura 3.106 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.	215
Figura 3.107 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.....	216
Figura 3.108 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.....	217
Figura 3.109 - Precipitação Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	218
Figura 3.110 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	219
Figura 3.111 – Média Mensais da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.	220
Figura 3.112 - Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.	222
Figura 3.113 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.	223
Figura 3.114 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	224
Figura 3.115 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.....	225
Figura 3.116 – Climogramas do Estado do Maranhão.....	227
Figura 3.117 – Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Gurupí segundo o Método de Thornthwaite.....	230
Figura 3.118 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses segundo o Método de Thornthwaite.	232
Figura 3.119 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru segundo o Método de Thornthwaite.....	234
Figura 3.120 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental segundo o Método de Thornthwaite.....	236
Figura 3.121 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé segundo o Método de Thornthwaite.....	238
Figura 3.122 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim segundo o Método de Thornthwaite.....	240
Figura 3.123 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Munim segundo o Método de Thornthwaite.....	242
Figura 3.124 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba segundo o Método de Thornthwaite.....	244
Figura 3.125 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Periaá segundo o Método de Thornthwaite.	246
Figura 3.126 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças segundo o Método de Thornthwaite.....	248
Figura 3.127 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins segundo o Método de Thornthwaite.....	250
Figura 3.128 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu segundo o Método de Thornthwaite.....	252
Figura 3.129 – Mapa de Solos	257
Figura 3.130 - Disposição dos Solos do Sistema Hidrológico do Litoral Ocidental	258
Figura 3.131 - Disposição dos Solos do Sistema Hidrológico das Ilhas Maranhenses	259
Figura 3.132 - Disposição dos Solos na Bacia do Rio Mearim	260
Figura 3.133 - Disposição dos Solos na Bacia do Rio Itapecuru.....	261
Figura 3.134 - Disposição dos Solos na Bacia do Rio Munim	262
Figura 3.135 - Disposição dos Solos na Bacia do Rio Turiaçu.....	263

Figura 3.136 - Disposição dos Solos na Bacia do Rio Maracaçumê.....	264
Figura 3.137 - Disposição dos Solos na Bacia do Rio Preguiças.....	265
Figura 3.138 - Disposição dos Solos na Bacia do Rio Periaá	266
Figura 3.139 - Disposição dos Solos na Bacia Federal do Rio Parnaíba.....	267
Figura 3.140 - Disposição dos Solos na Bacia Federal do Rio Tocantins.....	268
Figura 3.141 - Disposição dos Solos na Bacia Federal do Rio Gurupi	269
Figura 3.142 – Biomas no Estado do Maranhão	285
Figura 3.143 – Cobertura Vegetal e Uso Atual da Terra do Estado do Maranhão no Ano de 2010	287
Figura 3.144 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra do Sistema Hidrológico do Litoral Ocidental.....	289
Figura 3.145 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra do Sistema Hidrológico das Ilhas Maranhenses	290
Figura 3.146 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia do Rio Mearim	291
Figura 3.147 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia do Rio Itapecuru.....	292
Figura 3.148 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia do Rio Munin	293
Figura 3.149 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia do Rio Turiaçu	294
Figura 3.150 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia do Rio Maracaçumê	295
Figura 3.151 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia do Rio Preguiças	296
Figura 3.152 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia do Rio Periaá.....	297
Figura 3.153 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia Federal do Rio Parnaíba	298
Figura 3.154 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia Federal do Rio Tocantins	299
Figura 3.155 - Cobertura Vegetal e Uso Atual de Terra na Bacia Federal do Rio Gurupi	300
Figura 3.156 - Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão.....	311
Figura 3.157 – Carta de Vulnerabilidade para o Tema Geologia.....	318
Figura 3.158 - Mapa de Padrões de Relevô.....	320
Figura 3.159 – Carta de Vulnerabilidade para o Tema Geomorfologia	325
Figura 3.160 - Carta de Vulnerabilidade para o tema solo.....	329
Figura 3.161 - Mapa de vulnerabilidade para o tema vegetação	332
Figura 3.162 – Mapa de vulnerabilidade para o tema clima	335
Figura 3.163 - Carta de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão....	336
Figura 3.164 – Carta simplificada de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão.....	337

SUMÁRIO

TOMO I DE II

1. BASE TERRITORIAL E ADMINISTRATIVA DO ESTADO	25
1.1. Caracterização Geral da Base Territorial	25
1.2. Divisões Territoriais	27
1.2.1. Municípios	27
1.2.2. Mesorregiões e Microrregiões Geográficas	28
1.2.3. Regiões Administrativas de Planejamento	32
1.2.4. Outras Divisões de Planejamento Setoriais	37
1.2.4.1. As Unidades Regionais de Saúde	37
1.2.4.2. Regiões Metropolitanas	38
1.2.4.3. Regiões Hidrográficas	42
2. PROCESSO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO	47
3. ASPECTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS	51
3.1. Aspectos Geológicos	51
3.1.1. Aspectos Gerais	51
3.1.2. Descrição da Geologia do Estado	52
3.1.2.1. Unidades Geológicas do Pré-Cambriano	52
3.1.2.2. Unidades Geológicas do Fanerozóico	56
3.2. Aspectos Geomorfológicos	79
3.2.1. Aspectos Gerais	79
3.2.2. Descrição da Geomorfologia do Estado	79
3.2.2.1. Domínios Geomorfológicos	81
3.2.2.2. Planície Costeira do Maranhão	84
3.2.2.3. Litoral das Reentrâncias Maranhenses	84
3.2.2.4. Golfão e Baixada Maranhense	85
3.2.2.5. Lençóis Maranhenses	86
3.2.2.6. Tabuleiros Costeiros	88
3.2.2.7. Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão	89
3.2.2.8. Superfície Sublitorânea de Bacabal	91
3.2.2.9. Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba	91
3.2.2.10. Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim	92
3.2.2.11. Superfícies Tabulares da Bacia do Rio Parnaíba	93
3.2.2.12. Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú	94
3.2.2.13. Baixos Platôs de Barra do Corda	96
3.2.2.14. Chapadas do Alto Rio Itapecuru	96
3.2.2.15. Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins	97
3.2.2.16. Chapadas e Mesetas de Estreito-Carolina	98
3.2.2.17. Depressão Interplanáltica de Balsas	99
3.2.2.18. Chapadas do Alto Rio Parnaíba	100
3.2.2.19. Chapada das Mangabeiras	101

3.3. Aspectos Climatológicos	114
3.3.1. Circulação Atmosférica	120
3.3.2. Caracterização do Clima	120
3.3.3. Distribuição Anual da Precipitação	122
3.3.3.1. Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi	124
3.3.3.2. Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses	135
3.3.3.3. Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	143
3.3.3.4. Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental	152
3.3.3.5. Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé	160
3.3.3.6. Bacia Hidrográfica do Rio Mearim	168
3.3.3.7. Bacia Hidrográfica do Rio Munim	177
3.3.3.8. Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba	186
3.3.3.9. Bacia Hidrográfica do Rio Peria	194
3.3.3.10. Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças	201
3.3.3.11. Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins	209
3.3.3.12. Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu	217
3.3.4. Climogramas	225
3.3.5. Balanço Hidroclimatológico	226
3.3.5.1. Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi	228
3.3.5.2. Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses	230
3.3.5.3. Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru	232
3.3.5.4. Bacia Hidrográfica do Litoral Ocidental	234
3.3.5.5. Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé	236
3.3.5.6. Bacia Hidrográfica do Rio Mearim	238
3.3.5.7. Bacia Hidrográfica do Rio Munim	240
3.3.5.8. Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba	242
3.3.5.9. Bacia Hidrográfica do Rio Peria	244
3.3.5.10. Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças	246
3.3.5.11. Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins	248
3.3.5.12. Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu	250
3.3.6. Classificação Climática	252
3.3.6.1. Classificação Segundo Wilhelm Köppen	252
3.4. Solos	255
3.4.1. Aspectos Gerais	255
3.4.2. Descrição das principais classes de solo que ocorrem no Maranhão	270
3.5. Cobertura Vegetal	283
3.5.1. Considerações Gerais e Uso e Cobertura Atual da Terra	283
3.5.2. Descrição da Vegetação	301
3.5.2.1. Floresta Ombrófila Densa / Floresta Tropical Pluvial	301
3.5.2.2. Floresta Ombrófila Aberta – Faciações da Floresta Ombrófila Densa	302
3.5.2.3. Floresta Estacional Semidecidual / Floresta Tropical Subcaducifolia	303
3.5.2.4. Savana/Cerrado	305
3.5.2.5. Sistema de Transição ou Tensão Ecológica	307
3.5.2.6. Refúgios Vegetacionais ou Comunidades Relíquias (R)	307

3.5.2.7. Formações Pioneiras.....	307
3.5.2.8. Vegetação Secundária (Vs)	309
3.6. Situação dos Recursos Naturais	309
3.6.1. Condições Gerais	309
3.6.2. Vulnerabilidade natural à perda de solo.....	312
3.6.3. Cartas de Vulnerabilidade Temáticas	315
3.6.3.1. Geologia	315
3.6.3.2. Geomorfologia.....	319
3.6.3.3. Solos	319
3.6.3.4. Vegetação e Uso das Terra	328
3.6.3.5. Clima	330
3.6.4. Cartas síntese de vulnerabilidade natural à perda de solos	334
3.6.5. Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos das Unidades dos Sistemas Ambientais	339
3.7. Infraestrutura Hídrica	343
3.7.1. Considerações Gerais.....	343
3.7.2. Recursos Hídricos Superficiais	344

APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o **Produto 2: Diagnóstico, Prognóstico, Cenários, Sub-Produto 2.1: Relatório temático "Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental"**, elaborado pela IBI Engenharia Consultiva S/S, parte integrante da Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão, conforme Edital e Termos de Referência do Processo Administrativo nº 11581912015/SEMA e Contrato nº 01/2017.

Conforme especificado nos Termos de Referência (TDR), a elaboração do referido trabalho foi estruturado conforme a seguir:

✓ **Produto 01: Bases Metodológicas para a Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos**

- Sub-Produto 1.1: Plano de Trabalho;
- Sub-Produto 1.2: Relatório Temático 1 (RT1): Produção de cartilhas;
- Sub-Produto 1.3: Relatório Temático 2 (RT2): Plano de Educomunicação.

✓ **Produto 02: Diagnóstico, Prognóstico e Cenários dos Recursos Hídricos do Estado**

- Sub-Produto 2.1: Relatório Temático 3 (RT3): Diagnóstico da Dinâmica socioeconômica e ambiental;
- Sub-Produto 2.2: Relatório Temático 4 (RT4): Diagnóstico das disponibilidades e demandas hídricas;
- Sub-Produto 2.3: Relatório Temático 5 (RT5): Prognóstico das demandas e variabilidades hídricas;
- Sub-Produto 2.4: Relatório Temático 6 (RT6): Cenário tendencial das demandas hídricas;
- Sub-Produto 2.5: Relatório Temático 7 (RT7): Audiências Públicas;
- Sub-Produto 2.6: Mapas temáticos conforme item 5.2.6 deste TR.

✓ **Produto 03: Diretrizes, Programas e Metas para Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos**

- Sub-Produto 3.1: Relatório Temático 8 (RT8): Diretrizes, Programas e Metas para o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- Sub-Produto 3.2: Relatório Temático 9 (RT9): Oficinas de trabalho.

✓ **Produto 04: Documento Consolidado do Plano Estadual de Recursos Hídricos**

- Sub-Produto 4.1: Relatório de Coleta de Dados (RCD): Formatação do Banco de Dados.
- Sub-Produto 4.2: Relatório comprobatório: capacitação técnica do órgão gestor.
- Sub-Produto 4.3: Relatório Síntese, referente ao Plano completo e outro referente ao Resumo Executivo.
- Sub-Produto 4.4: PERH completo e resumo executivo impressos e digital
-

1.

BASE TERRITORIAL E ADMINISTRATIVA DO ESTADO

1. BASE TERRITORIAL E ADMINISTRATIVA DO ESTADO

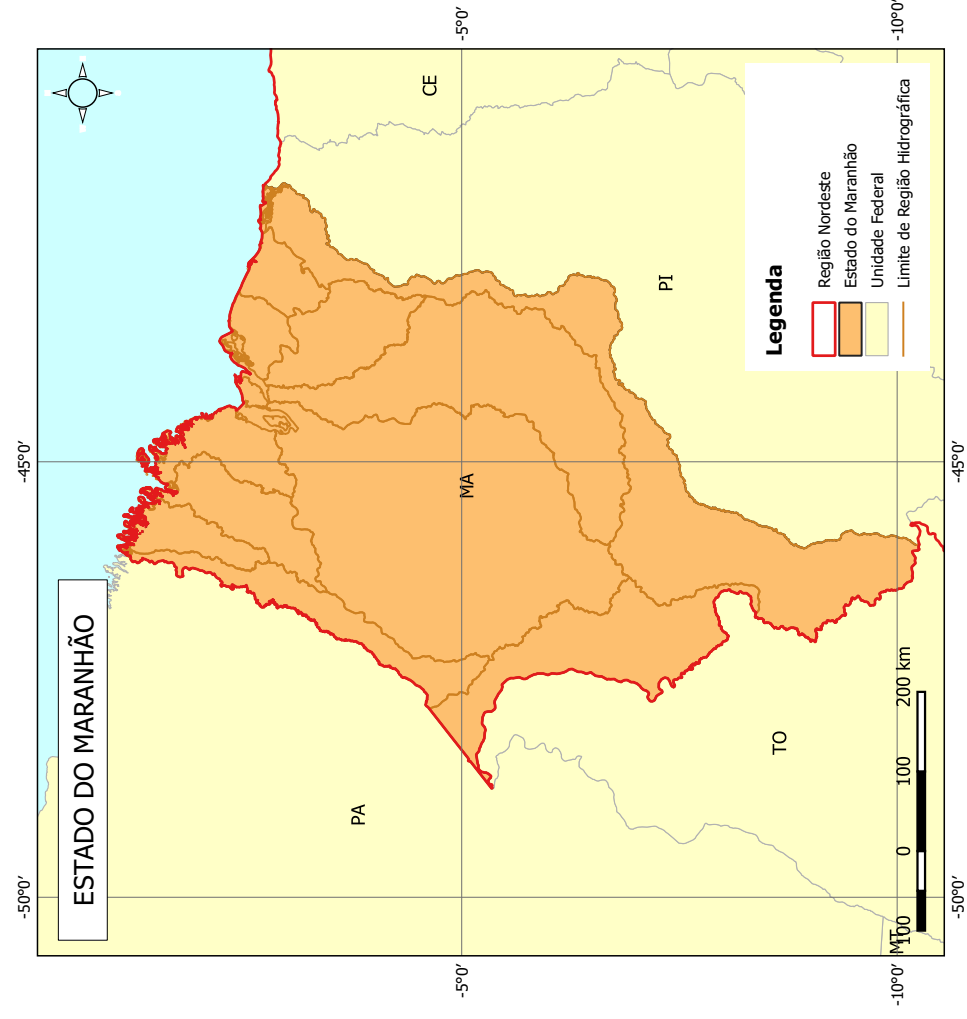
1.1. Caracterização Geral da Base Territorial

O Estado do Maranhão encontra-se posicionado na Região Nordeste do Brasil, com seu território abrangendo uma área de 331.936,95 km² (Resolução IBGE Nº 02, de 29 de junho de 2017, publicada no DOU Nº 124, de 30/06/2017), sendo o segundo maior estado da Região Nordeste do Brasil e o oitavo mais extenso do Brasil. Situa-se entre os paralelos 01°02'38'' e 10°15'42'' de latitude sul e entre os meridianos 41°47'45'' e 48°45'19'' de longitude oeste. Seus limites territoriais estendem-se por 3.862,5 km, distribuídos em confrontações com o Oceano Atlântico (639,5 km) ao norte, e com os Estados do Tocantins (1.060 km) ao sul e sudoeste, Pará (798 km) a oeste e Piauí (1.365 km) a leste (**Figura 1.1**).

O censo demográfico de 2010 constatou uma população de 6.574.789 habitantes para o Estado do Maranhão, sendo que 4.149.093 habitantes (63,11%) residiam na área urbana e 2.425.696 habitantes (36,89%) na área rural, composta por 3.261.514 homens (49,60%) e 3.313.274 mulheres (50,40%). A população do estado tem perfil jovem: 51,32% da população tem até 25 anos de idade e 74,12% tem até 40 anos. A população projetada pelo IBGE para 02/05/2018 era de 7.034.576 habitantes. A taxa de crescimento estimada em 2018 pelo IBGE foi de 0,62% ao ano e deverá cair para 0,22 % em 2030, taxas inferiores às projetadas para o Brasil, que são de 0,73 % em 2018, reduzindo para 0,38 % em 2030.

A capital e cidade mais populosa do Maranhão é São Luís, na ilha de Upaon-Açu, com 1.091.868 pessoas em 2018 (estimativa do IBGE). Outros municípios com população superior a 100 (cem) mil habitantes são Imperatriz, São José de Ribamar, Timon, Caxias, Codó, Paço do Lumiar, Açailândia e Bacabal.

Localizado na transição entre as regiões Norte e Nordeste do Brasil, o Maranhão possui o segundo maior litoral do país e uma grande diversidade de ecossistemas: são 640 quilômetros de extensão de praias tropicais, floresta amazônica, diversas variedades de cerrados, mangues, delta em mar aberto e o único deserto do mundo com milhares de lagoas de águas cristalinas (Lençóis Maranhenses).



Em termos de recursos hídricos, dentre os estados nordestinos, o Maranhão é o que menos sofre com a forte característica da região: a escassez destes recursos. O Estado do Maranhão detém uma grande rede de drenagem constituída por bacias hidrográficas com cursos de água perenes, como Parnaíba, Tocantins, Gurupi, Turiaçu, Maracaçumé-Tromaí, Uru-Pericumã-Aurá, Mearim, Itapecuru, Munim e pequenas bacias do norte (IBGE, 1997). Também é perceptível, na maior parte do ano (entre os meses de maio a novembro), a seca branda na Microrregião das Chapadas do Alto Itapecuru, acentuadamente em São João dos Patos e Barão de Grajaú.

No que concerne a economia, o estado do Maranhão tem um sistema produtivo fortemente ancorado em segmentos econômicos tradicionais, atuando na exportação de três commodities (alumínio, soja e produtos do complexo ferro), o colocando em posição de dependência ao mercado externo. O Estado passa grandes expectativas à população por conta dos aportes de grandes empreendimentos econômicos, alegando que vão alavancar o desenvolvimento estadual. Encontra-se em curso a promoção da competitividade econômica regional e local visando modernizar a base produtiva instalada e fortalecer os centros dinâmicos nos seus diferentes setores, a exemplo, da agricultura familiar e o turismo. O IDH está entre um dos piores do país e, apesar do PIB (2010) ter situado o Maranhão na 4ª posição, dentre os estados do Nordeste, seu PIB per capita, foi registrado como sendo o pior em âmbito nacional. A participação da distribuição setorial no valor adicionado bruto por atividades econômicas considera o setor de serviços como predominante, seguido da indústria e da agropecuária. As condições de saneamento, saúde e educação no estado são bastante precárias.

1.2. Divisões Territoriais

1.2.1. Municípios

Em termos de municípios, a divisão política do estado registrava 136 municípios até 1988, muitos dos quais, de acordo com o IBGE, já não contavam com as mínimas condições de gerenciamento e administração territorial. Após a promulgação da constituição do estado, baseada na Constituição do Brasil de 1988 pela assembleia estadual constituinte do Maranhão no dia 5 de outubro de 1989, foram criados e emancipados mais 81 municípios. Em 2007, o Governo do Estado apresentou um novo ordenamento territorial composto por 32 Regiões de Planejamento (Lei Complementar Nº 108, 21/11/2007), tendo por fim uma implementação mais efetiva das políticas públicas (SEPLAN, 2008). A alteração territorial do Estado baseou-se na aprovação da população diretamente interessada através de plebiscito e em lei complementar federal. Atualmente o estado é subdividido em 217 municípios que compõem

5 mesorregiões geográficas. A **Tabela 1.1** resume as informações mais relevantes sobre os municípios do estado.

1.2.2. Mesorregiões e Microrregiões Geográficas

As Mesorregiões Geográficas são conjuntos de municípios contíguos, pertencentes à mesma Unidade da Federação, "que apresentam formas de organização do espaço geográfico definidas pelas seguintes dimensões: o processo social, como determinante, o quadro natural, como condicionante, e a rede de comunicação e de lugares, como elemento de articulação espacial. Essas três dimensões possibilitam que o espaço delimitado como mesorregião tenha uma identidade regional. Esta identidade é uma realidade construída ao longo do tempo pela sociedade que aí se formou" (IBGE. Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas, v.1, 1990, p. 8.).

No Maranhão foram estabelecidas 5 mesorregiões subdivididas em 21 microrregiões geográficas (partes das mesorregiões que apresentam especificidades em relação à estrutura de produção agropecuária, industrial, de extrativismo mineral ou pesca), estabelecidos pelo IBGE em 1990.

As mesorregiões maranhenses são compostas por municípios e aglomerados com a seguinte constituição:

- Mesorregião Norte Maranhense – composta por 60 municípios agrupados em 6 microrregiões: Aglomeração Urbana de São Luís; Baixada Maranhense; Itapecuru Mirim; Lençóis Maranhenses; Litoral Ocidental Maranhense; e Rosário.
- Mesorregião Sul Maranhense – composta por 19 municípios agrupados em 3 microrregiões: Chapada das Mangabeiras; Gerais de Balsas; e Porto Franco.
- Mesorregião Leste Maranhense – composta por 44 municípios agrupados em 6 microrregiões: Baixo Parnaíba Maranhense; Caxias; Chapadas do Alto Itapecuru; Chapadinha; Codó; e Coelho Neto.
- Oeste Maranhense – composta por 52 municípios agrupados em 3 microrregiões: Gurupi; Imperatriz; e Pindaré.
- Mesorregião Centro Maranhense – composta por 42 municípios agrupados em 3 microrregiões: Alto Mearim e Grajaú; Médio Mearim; e Presidente Dutra.

Tabela 1.1 - Informações Básicas dos Municípios do Maranhão

Municípios	Gentílico	Área da unidade territorial	População estimada	PIB per capita
Açailândia	maranhense	5.806,439 km ²	111.339 pessoas	18.483,99 R\$
Afonso Cunha	maranhense	371,338 km ²	6.486 pessoas	5.710,57 R\$
Água Doce do Maranhão	maranhense	443,267 km ²	12.457 pessoas	4.847,65 R\$
Alcântara	maranhense	1.457,916 km ²	21.673 pessoas	4.989,55 R\$
Aldeias Altas	maranhense	1.942,121 km ²	26.387 pessoas	8.099,49 R\$
Altamira do Maranhão	maranhense	673,032 km ²	8.070 pessoas	5.190,46 R\$
Alto Alegre do Maranhão	maranhense	383,308 km ²	26.872 pessoas	7.693,01 R\$
Alto Alegre do Pindaré	maranhense	1.932,289 km ²	31.312 pessoas	4.668,47 R\$
Alto Parnaíba	maranhense	11.132,176 km ²	11.001 pessoas	28.401,44 R\$
Amapá do Maranhão	maranhense	502,402 km ²	6.895 pessoas	5.780,94 R\$
Amarante do Maranhão	maranhense	7.438,217 km ²	41.106 pessoas	6.247,13 R\$
Anajatuba	maranhense	1.011,135 km ²	27.352 pessoas	5.253,62 R\$
Anapurus	maranhense	608,292 km ²	15.696 pessoas	6.934,30 R\$
Apicum-Açu	maranhense	488,806 km ²	18.374 pessoas	5.079,11 R\$
Araguanã	maranhense	805,193 km ²	15.332 pessoas	4.242,32 R\$
Araioses	maranhense	1.782,598 km ²	46.074 pessoas	4.811,82 R\$
Arame	maranhense	2.976,039 km ²	32.145 pessoas	5.642,43 R\$
Arari	maranhense	1.100,275 km ²	29.388 pessoas	6.933,42 R\$
Axixá	maranhense	203,153 km ²	11.975 pessoas	5.214,40 R\$
Bacabal	maranhense	1.683,073 km ²	103.359 pessoas	9.928,92 R\$
Bacabeira	maranhense	615,589 km ²	17.053 pessoas	17.021,76 R\$
Bacuri	maranhense	823,723 km ²	17.435 pessoas	4.888,87 R\$
Bacurituba	maranhense	674,512 km ²	5.574 pessoas	5.225,15 R\$
Balsas	maranhense	13.141,757 km ²	94.779 pessoas	28.539,09 R\$
Barão de Grajaú	maranhense	2.208,324 km ²	18.619 pessoas	9.562,12 R\$
Barra do Corda	maranhense	5.190,339 km ²	87.135 pessoas	6.412,21 R\$
Barreirinhas	maranhense	3.026,540 km ²	62.458 pessoas	6.449,67 R\$
Bela Vista do Maranhão	maranhense	147,954 km ²	11.103 pessoas	5.625,67 R\$
Belágua	maranhense	569,428 km ²	7.422 pessoas	5.009,51 R\$
Benedito Leite	maranhense	1.781,734 km ²	5.528 pessoas	6.177,49 R\$
Bequimão	maranhense	797,716 km ²	20.881 pessoas	4.754,58 R\$
Bernardo do Mearim	maranhense	248,686 km ²	5.973 pessoas	7.703,63 R\$
Boa Vista do Gurupi	maranhense	403,460 km ²	9.320 pessoas	5.960,22 R\$
Bom Jardim	maranhense	6.590,531 km ²	41.120 pessoas	6.046,80 R\$
Bom Jesus das Selvas	maranhense	2.679,074 km ²	34.278 pessoas	7.193,33 R\$
Bom Lugar	maranhense	445,476 km ²	16.214 pessoas	5.091,20 R\$
Brejo	maranhense	1.074,631 km ²	36.102 pessoas	6.254,16 R\$
Brejo de Areia	maranhense	1.023,587 km ²	8.696 pessoas	5.664,90 R\$
Buriti	maranhense	1.473,964 km ²	28.306 pessoas	5.279,81 R\$
Buriti Bravo	maranhense	1.582,552 km ²	23.495 pessoas	5.577,62 R\$
Buritcupu	maranhense	2.545,441 km ²	71.979 pessoas	6.741,28 R\$
Buritirana	maranhense	818,424 km ²	15.180 pessoas	5.041,35 R\$
Cachoeira Grande	maranhense	705,625 km ²	8.930 pessoas	5.717,58 R\$
Cajapió	maranhense	908,729 km ²	11.019 pessoas	4.039,04 R\$
Cajari	maranhense	662,065 km ²	19.110 pessoas	4.735,37 R\$
Campestre do Maranhão	maranhense	615,384 km ²	14.219 pessoas	9.558,06 R\$
Cândido Mendes	maranhense	1.640,756 km ²	19.943 pessoas	5.280,86 R\$
Cantanhede	maranhense	773,010 km ²	21.759 pessoas	5.139,26 R\$
Capinzal do Norte	maranhense	590,529 km ²	10.713 pessoas	7.740,62 R\$
Carolina	maranhense	6.441,603 km ²	23.803 pessoas	11.977,69 R\$
Carutapera	maranhense	1.232,080 km ²	23.576 pessoas	6.138,13 R\$
Caxias	maranhense	5.196,769 km ²	162.657 pessoas	9.027,54 R\$
Cedral	maranhense	283,186 km ²	10.490 pessoas	5.218,13 R\$
Central do Maranhão	maranhense	319,053 km ²	8.615 pessoas	4.256,47 R\$
Centro do Guilherme	maranhense	1.167,848 km ²	13.555 pessoas	4.793,91 R\$
Centro Novo do Maranhão	maranhense	8.369,793 km ²	21.565 pessoas	5.448,95 R\$
Chapadinha	maranhense	3.247,385 km ²	78.965 pessoas	7.143,68 R\$
Cidelândia	maranhense	1.464,034 km ²	14.539 pessoas	9.050,02 R\$
Codó	maranhense	4.361,344 km ²	120.810 pessoas	7.338,15 R\$
Coelho Neto	maranhense	975,543 km ²	48.756 pessoas	7.282,25 R\$

Municípios	Gentílico	Área da unidade territorial	População estimada	PIB per capita
Colinas	maranhense	1.980,551 km²	40.575 pessoas	7.573,11 R\$
Conceição do Lago-Açu	maranhense	733,228 km²	16.192 pessoas	6.075,08 R\$
Coroatá	maranhense	2.263,772 km²	64.403 pessoas	5.524,58 R\$
Cururupu	maranhense	1.093,062 km²	30.706 pessoas	5.962,54 R\$
Davinópolis	maranhense	335,767 km²	12.659 pessoas	33.065,06 R\$
Dom Pedro	maranhense	358,493 km²	22.912 pessoas	9.037,15 R\$
Duque Bacelar	maranhense	317,921 km²	11.208 pessoas	5.510,04 R\$
Esperantinópolis	maranhense	452,439 km²	16.653 pessoas	7.060,85 R\$
Estreito	maranhense	2.718,978 km²	42.110 pessoas	16.974,52 R\$
Feira Nova do Maranhão	maranhense	1.473,414 km²	8.372 pessoas	9.901,89 R\$
Fernando Falcão	maranhense	5.086,589 km²	10.326 pessoas	4.682,92 R\$
Formosa da Serra Negra	maranhense	3.690,610 km²	18.997 pessoas	6.058,37 R\$
Fortaleza dos Nogueiras	maranhense	1.853,994 km²	12.403 pessoas	10.166,93 R\$
Fortuna	maranhense	694,997 km²	15.262 pessoas	5.877,01 R\$
Godofredo Viana	maranhense	667,325 km²	11.830 pessoas	10.679,40 R\$
Gonçalves Dias	maranhense	883,588 km²	17.586 pessoas	6.137,04 R\$
Governador Archer	maranhense	445,856 km²	10.700 pessoas	6.089,65 R\$
Governador Edison Lobão	maranhense	615,860 km²	18.316 pessoas	15.366,12 R\$
Governador Eugênio Barros	maranhense	816,990 km²	16.582 pessoas	4.913,53 R\$
Governador Luiz Rocha	maranhense	373,164 km²	7.708 pessoas	5.868,83 R\$
Governador Newton Bello	maranhense	1.144,074 km²	9.921 pessoas	4.721,98 R\$
Governador Nunes Freire	maranhense	1.037,130 km²	24.991 pessoas	6.715,35 R\$
Graça Aranha	maranhense	271,445 km²	6.134 pessoas	6.025,89 R\$
Grajaú	maranhense	8.863,570 km²	69.232 pessoas	7.857,38 R\$
Guimarães	maranhense	595,382 km²	11.728 pessoas	5.277,67 R\$
Humberto de Campos	maranhense	2.131,246 km²	28.509 pessoas	4.100,33 R\$
Icatu	maranhense	1.448,778 km²	26.835 pessoas	4.483,58 R\$
Igarapé do Meio	maranhense	368,685 km²	14.147 pessoas	8.725,96 R\$
Igarapé Grande	maranhense	374,248 km²	11.206 pessoas	6.198,31 R\$
Imperatriz	maranhense	1.368,988 km²	254.569 pessoas	23.565,19 R\$
Itaipava do Grajaú	maranhense	1.238,914 km²	16.009 pessoas	4.339,95 R\$
Itapecuru Mirim	maranhense	1.471,438 km²	67.726 pessoas	7.276,11 R\$
Itinga do Maranhão	maranhense	3.581,716 km²	25.589 pessoas	9.093,65 R\$
Jatobá	maranhense	591,384 km²	10.221 pessoas	4.993,65 R\$
Jenipapo dos Vieiras	maranhense	1.962,899 km²	16.321 pessoas	5.026,01 R\$
João Lisboa	maranhense	1.135,211 km²	23.042 pessoas	7.769,12 R\$
Joselândia	maranhense	703,513 km²	15.891 pessoas	5.156,00 R\$
Junco do Maranhão	maranhense	555,088 km²	3.237 pessoas	9.689,36 R\$
Lago da Pedra	maranhense	1.240,444 km²	49.856 pessoas	6.664,43 R\$
Lago do Junco	maranhense	328,525 km²	10.672 pessoas	5.388,17 R\$
Lago dos Rodrigues	maranhense	220,776 km²	8.664 pessoas	6.898,34 R\$
Lago Verde	maranhense	623,237 km²	16.025 pessoas	5.539,27 R\$
Lagoa do Mato	maranhense	1.512,985 km²	11.048 pessoas	5.555,03 R\$
Lagoa Grande do Maranhão	maranhense	744,201 km²	11.286 pessoas	6.430,91 R\$
Lajeado Novo	maranhense	1.064,455 km²	7.489 pessoas	7.282,14 R\$
Lima Campos	maranhense	321,932 km²	11.695 pessoas	13.424,85 R\$
Loreto	maranhense	3.596,844 km²	12.009 pessoas	13.000,90 R\$
Luís Domingues	maranhense	464,060 km²	6.867 pessoas	5.221,24 R\$
Magalhães de Almeida	maranhense	433,152 km²	19.779 pessoas	4.940,00 R\$
Maracaçumé	maranhense	635,824 km²	21.293 pessoas	6.575,34 R\$
Marajá do Sena	maranhense	1.402,593 km²	7.604 pessoas	6.345,32 R\$
Maranhãozinho	maranhense	760,947 km²	16.366 pessoas	5.202,45 R\$
Mata Roma	maranhense	548,414 km²	16.745 pessoas	6.350,75 R\$
Matinha	maranhense	408,727 km²	23.091 pessoas	5.688,08 R\$
Matões	maranhense	2.107,403 km²	33.374 pessoas	4.257,49 R\$
Matões do Norte	maranhense	794,651 km²	16.908 pessoas	4.281,38 R\$
Milagres do Maranhão	maranhense	634,734 km²	8.326 pessoas	5.293,37 R\$
Mirador	maranhense	8.521,081 km²	20.613 pessoas	7.601,86 R\$
Miranda do Norte	maranhense	341,107 km²	28.456 pessoas	16.882,17 R\$
Mirinzal	maranhense	687,748 km²	14.744 pessoas	5.297,39 R\$
Monção	maranhense	1.239,913 km²	33.156 pessoas	5.147,95 R\$
Montes Altos	maranhense	1.488,336 km²	8.889 pessoas	6.093,67 R\$

Municípios	Gentílico	Área da unidade territorial	População estimada	PIB per capita
Morros	maranhense	1.715,171 km ²	19.282 pessoas	4.992,87 R\$
Nina Rodrigues	maranhense	572,507 km ²	14.489 pessoas	3.598,31 R\$
Nova Colinas	maranhense	743,087 km ²	5.350 pessoas	9.457,87 R\$
Nova Iorque	maranhense	976,872 km ²	4.586 pessoas	6.639,99 R\$
Nova Olinda do Maranhão	maranhense	2.452,615 km ²	20.768 pessoas	6.229,65 R\$
Olho d'Água das Cunhãs	maranhense	695,333 km ²	19.206 pessoas	6.830,64 R\$
Olinda Nova do Maranhão	maranhense	197,636 km ²	14.637 pessoas	5.330,59 R\$
Paço do Lumiar	maranhense	122,828 km ²	122.420 pessoas	6.081,98 R\$
Palmeirândia	maranhense	532,163 km ²	19.424 pessoas	5.655,62 R\$
Paraibano	maranhense	530,517 km ²	21.116 pessoas	6.258,68 R\$
Parnarama	maranhense	3.240,492 km ²	34.375 pessoas	5.755,03 R\$
Passagem Franca	maranhense	1.358,327 km ²	18.839 pessoas	5.943,98 R\$
Pastos Bons	maranhense	1.635,321 km ²	19.271 pessoas	8.542,87 R\$
Paulino Neves	maranhense	979,178 km ²	15.937 pessoas	4.744,33 R\$
Paulo Ramos	maranhense	1.168,609 km ²	20.657 pessoas	6.565,53 R\$
Pedreiras	maranhense	261,723 km ²	38.365 pessoas	11.103,01 R\$
Pedro do Rosário	maranhense	1.749,885 km ²	25.000 pessoas	5.113,02 R\$
Penalva	maranhense	800,308 km ²	38.144 pessoas	4.138,31 R\$
Peri Mirim	maranhense	398,720 km ²	14.074 pessoas	4.610,89 R\$
Peritoró	maranhense	824,725 km ²	23.019 pessoas	6.233,79 R\$
Pindaré-Mirim	maranhense	273,526 km ²	32.488 pessoas	11.593,55 R\$
Pinheiro	maranhense	1.512,966 km ²	82.374 pessoas	8.378,27 R\$
Pio XII	maranhense	545,140 km ²	20.861 pessoas	6.425,59 R\$
Pirapemas	maranhense	688,761 km ²	18.413 pessoas	5.122,85 R\$
Poção de Pedras	maranhense	990,415 km ²	17.023 pessoas	6.707,11 R\$
Porto Franco	maranhense	1.417,493 km ²	23.760 pessoas	18.140,54 R\$
Porto Rico do Maranhão	maranhense	218,831 km ²	5.819 pessoas	5.797,75 R\$
Presidente Dutra	maranhense	771,574 km ²	47.239 pessoas	9.712,15 R\$
Presidente Juscelino	maranhense	354,696 km ²	12.656 pessoas	6.597,84 R\$
Presidente Médici	maranhense	437,687 km ²	6.968 pessoas	5.989,73 R\$
Presidente Sarney	maranhense	724,154 km ²	18.797 pessoas	6.862,02 R\$
Presidente Vargas	maranhense	459,380 km ²	11.474 pessoas	4.894,16 R\$
Primeira Cruz	maranhense	1.367,676 km ²	15.207 pessoas	4.600,39 R\$
Raposa	maranhense	66,280 km ²	30.863 pessoas	6.446,26 R\$
Riachão	maranhense	6.373,030 km ²	19.701 pessoas	13.474,72 R\$
Ribamar Fiquene	maranhense	733,830 km ²	7.691 pessoas	8.723,16 R\$
Rosário	maranhense	685,036 km ²	42.314 pessoas	6.653,06 R\$
Sambaíba	maranhense	2.478,702 km ²	5.568 pessoas	39.126,19 R\$
Santa Filomena do Maranhão	maranhense	623,214 km ²	7.708 pessoas	5.318,99 R\$
Santa Helena	maranhense	2.194,857 km ²	41.891 pessoas	5.451,96 R\$
Santa Inês	maranhense	600,479 km ²	88.013 pessoas	13.745,37 R\$
Santa Luzia	maranhense	4.780,198 km ²	71.576 pessoas	6.590,89 R\$
Santa Luzia do Paruá	maranhense	1.010,483 km ²	24.946 pessoas	8.555,35 R\$
Santa Quitéria do Maranhão	maranhense	1.434,898 km ²	25.334 pessoas	5.576,49 R\$
Santa Rita	maranhense	706,380 km ²	37.090 pessoas	6.703,96 R\$
Santana do Maranhão	maranhense	932,022 km ²	13.395 pessoas	4.153,05 R\$
Santo Amaro do Maranhão	maranhense	1.601,180 km ²	15.853 pessoas	4.299,74 R\$
Santo Antônio dos Lopes	maranhense	770,923 km ²	14.222 pessoas	65.485,25 R\$
São Benedito do Rio Preto	maranhense	931,485 km ²	18.377 pessoas	4.873,22 R\$
São Bento	maranhense	468,893 km ²	46.039 pessoas	5.098,48 R\$
São Bernardo	maranhense	1.006,920 km ²	28.208 pessoas	8.285,50 R\$
São Domingos do Azeitão	maranhense	960,932 km ²	7.291 pessoas	21.279,12 R\$
São Domingos do Maranhão	maranhense	1.151,978 km ²	33.691 pessoas	7.953,32 R\$
São Félix de Balsas	maranhense	2.032,364 km ²	4.453 pessoas	8.063,38 R\$
São Francisco do Brejão	maranhense	745,606 km ²	11.808 pessoas	7.428,51 R\$
São Francisco do Maranhão	maranhense	2.280,205 km ²	11.976 pessoas	5.061,17 R\$
São João Batista	maranhense	690,683 km ²	20.307 pessoas	5.082,85 R\$
São João do Carú	maranhense	908,077 km ²	15.450 pessoas	5.163,33 R\$
São João do Paraíso	maranhense	2.053,843 km ²	10.977 pessoas	9.661,50 R\$
São João do Soter	maranhense	1.438,067 km ²	18.345 pessoas	4.424,04 R\$
São João dos Patos	maranhense	1.482,661 km ²	25.520 pessoas	8.779,91 R\$
São José de Ribamar	maranhense	388,370 km ²	176.418 pessoas	9.840,73 R\$

Municípios	Gentílico	Área da unidade territorial	População estimada	PIB per capita
São José dos Basílios	maranhense	353,232 km²	7.484 pessoas	5.631,66 R\$
São Luís	maranhense	834,785 km²	1.091.868 pessoas	24.986,18 R\$
São Luís Gonzaga do Maranhão	maranhense	909,164 km²	18.247 pessoas	7.239,85 R\$
São Mateus do Maranhão	maranhense	783,224 km²	40.992 pessoas	6.529,74 R\$
São Pedro da Água Branca	maranhense	720,452 km²	12.511 pessoas	6.144,15 R\$
São Pedro dos Crentes	maranhense	979,631 km²	4.601 pessoas	10.270,21 R\$
São Raimundo das Mangabeiras	maranhense	3.521,515 km²	18.680 pessoas	19.173,43 R\$
São Raimundo do Doca Bezerra	maranhense	419,352 km²	4.946 pessoas	5.852,21 R\$
São Roberto	maranhense	227,463 km²	6.704 pessoas	5.283,50 R\$
São Vicente Ferrer	maranhense	381,024 km²	20.913 pessoas	5.572,49 R\$
Satubinha	maranhense	441,811 km²	13.949 pessoas	4.289,89 R\$
Senador Alexandre Costa	maranhense	426,437 km²	11.042 pessoas	5.439,86 R\$
Senador La Rocque	maranhense	738,548 km²	13.877 pessoas	9.079,69 R\$
Serrano do Maranhão	maranhense	1.165,860 km²	11.040 pessoas	5.140,30 R\$
Sítio Novo	maranhense	3.114,871 km²	17.851 pessoas	6.650,88 R\$
Sucupira do Norte	maranhense	1.074,435 km²	10.416 pessoas	6.238,33 R\$
Sucupira do Riachão	maranhense	863,908 km²	5.571 pessoas	6.349,86 R\$
Tasso Fragoso	maranhense	4.382,975 km²	8.455 pessoas	86.741,83 R\$
Timbiras	maranhense	1.486,584 km²	28.635 pessoas	4.446,63 R\$
Timon	maranhense	1.764,612 km²	167.619 pessoas	8.153,60 R\$
Trizidela do Vale	maranhense	262,420 km²	21.749 pessoas	7.078,09 R\$
Tuflândia	maranhense	271,007 km²	5.746 pessoas	6.584,80 R\$
Tuntum	maranhense	3.369,120 km²	41.342 pessoas	6.125,35 R\$
Turiaçu	maranhense	2.578,497 km²	35.063 pessoas	7.285,95 R\$
Turilândia	maranhense	1.511,857 km²	25.533 pessoas	5.260,12 R\$
Tutóia	maranhense	1.651,649 km²	58.605 pessoas	5.606,63 R\$
Urbano Santos	maranhense	1.705,773 km²	33.038 pessoas	4.424,48 R\$
Vargem Grande	maranhense	1.957,751 km²	56.511 pessoas	4.679,43 R\$
Viana	maranhense	1.168,443 km²	51.738 pessoas	6.862,88 R\$
Vila Nova dos Martírios	maranhense	1.188,781 km²	13.480 pessoas	7.031,62 R\$
Vitória do Mearim	maranhense	716,719 km²	32.267 pessoas	8.764,47 R\$
Vitorino Freire	maranhense	1.193,385 km²	30.879 pessoas	6.336,46 R\$
Zé Doca	maranhense	2.140,109 km²	51.084 pessoas	6.990,04 R\$

Fonte 1 - panorama_configuration_município_área_unidade_territorial: Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2017

Fonte 2 - panorama_configuration_município_população_estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2017.

Fonte 3 - panorama_configuration_município_pib_per_capita: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA

1.2.3. Regiões Administrativas de Planejamento

A divisão do estado em Regiões Administrativas de Planejamento objetivam a promoção do desenvolvimento do Estado, a redução de desigualdades e a melhoria da qualidade de vida da população maranhense, através da democratização dos programas e ações e da regionalização do orçamento. Como forma de levar as ações do Estado para todas as regiões, buscando corrigir a forma anterior a que o estado estava regionalizado (antes da LC 8.717/2007, o Maranhão possuía apenas 19 Regiões de Planejamento) a SEPLAN apontou ser necessária a divisão do Maranhão em 32 Regiões de Planejamento, levando em conta as aptidões locais bem como o respeito às peculiaridades existentes nas várias regiões do Estado.

Como resultado do estudo elaborado por vários órgãos estaduais durante mais de dois anos, estabeleceu a necessidade de 32 regiões para um planejamento justo e eficaz.

Em novembro de 2007, o Governo do Estado do Maranhão estabeleceu a nova regionalização "fundamentada em características ambientais, vocações produtivas e dinamismo das regiões, relações socioeconômicas e culturais estabelecidas entre as cidades, regionalização político-administrativa e malha viária existente." (Lei Complementar nº 108 de 21 de novembro de 2007).

Para a nomenclatura de cada região, foi levado em conta pontos como localização geográfica, vegetação, hidrografia, origem e/ou formação original da população, entre outros.

Para o agrupamento dos municípios, foram levados em conta critérios como condições de acesso (rodoviário, ferroviário e marítimo), demanda de serviços públicos, relações socioeconômicas entre as cidades e a identidade ambiental, natural, cultural e étnica. As 32 Regiões Administrativas de Planejamento do Estado do Maranhão, são:

1. Região de Planejamento da Baixada Maranhense - Norte do Estado numa parte rebaixada de planície costeira, que corresponde à baixada maranhense com potencialidade para pecuária, pesca, babaçu, turismo e ecoturismo, avicultura, extrativismo vegetal e mineral, piscicultura e apicultura.
2. Região de Planejamento da Chapada das Mesas - Oeste do Estado onde predominam campos cerrados, serras em forma de chapadas e rios encachoeirados. A região tem potencialidades para pecuária agricultura, comércio, turismo, agroindústria extrativismo vegetal e doces caseiros.
3. Região de Planejamento da Ilha do Maranhão - Litoral, no golfão maranhense, entre as baías de São Marcos e São José com potencial para hortifruticultura, indústria, comércio, complexo portuário, apicultura, avicultura, suinocultura, artesanato e turismo.
4. Região de Planejamento da Pré-Amazônia – Área com influência do ecossistema da Amazônia localizada no centro leste do estado ocupando terras do planalto e da planície fluvial com aptidão para agricultura, fruticultura, pecuária, agroindústria e babaçu.
5. Região de Planejamento das Serras – Região onde incidem serras, resultado da ramificação da serra Negra, localizada no centro oeste do planalto maranhense com vocação para pecuária, agricultura, agroindústria, produção de leite, turismo, extrativismo mineral e vegetal e cultivo de plantas medicinais.
6. Região de Planejamento do Alpercatas – Região com influência da micro bacia do rio Alpercatas situada no sudeste do estado nas chapadas das serras das Alpercatas e do Itapecuru com potencialidade para pecuária, agricultura, turismo, extrativismo vegetal agroindústria e comércio.

7. Região de Planejamento do Alto Munim - Maior parte da área localizada no alto do vale da bacia hidrográfica do rio Munim no nordeste do estado no espaço de planície levemente ondulada, drenada pelos rios que se desenvolvem na bacia. A região tem potencial para fruticultura, ovinocaprinocultura, agricultura, extrativismo vegetal e silvicultura.
8. Região de Planejamento do Alto Turi – Região com influência espacial da bacia hidrográfica do alto vale do rio Turiaçu no oeste do Estado na parte na Amazônia maranhense, com vocação para turismo e ecoturismo, apicultura, extrativismo vegetal, exploração da madeira, pesca, agricultura e pecuária.
9. Região de Planejamento do Baixo Balsas – Área com influência do curso inferior do rio Balsas localizada no sul do Estado numa região de chapadas, drenada pelo rio Balsas e seus afluentes com aptidão para pecuária, produção de leite, agricultura, agroindústria, extrativismo vegetal e turismo.
10. Região de Planejamento do Baixo Itapecuru - Predominância ambiental das bacias hidrográficas dos baixos vales dos rios Itapecuru e Munim no norte do Estado em partes da planície fluvial e da baixada maranhense com potencial para as atividades de pecuária, pesca, produção de leite, turismo, extrativismo vegetal, avicultura, agricultura e produção de cerâmica.
11. Região de Planejamento do Baixo Munim - Espaço físico dos baixos vales dos rios Munim e Itapecuru Norte do Estado nas planícies fluvial e costeira com vocação para turismo, produção de cerâmica, extrativismo vegetal e mineral, piscicultura, pesca e artesanato.
12. Região de Planejamento do Baixo Turi – Região com influência da bacia hidrográfica do baixo vale do rio Turiaçu localizada no Noroeste do Estado, na planície fluvial com potencial para pecuária, turismo e ecoturismo, pesca, exploração de madeira, piscicultura, agricultura e mineração.
13. Região de Planejamento do Delta do Parnaíba – Área sob influência ambiental natural e econômica do delta do rio Parnaíba Nordeste do Estado, no litoral oriental e planície costeira com aptidão para agricultura, pesca, crustáceos, caprinocultura, carcinicultura, turismo e artesanato.
14. Região de Planejamento do Flores – Região onde se concentram grande parte dos municípios na micro bacia do rio Flores. Centro do Estado, na planície fluvial, com potencialidade para turismo, fruticultura, produção de leite, horticultura, pecuária, agricultura e exploração do babaçu.

15. Região de Planejamento do Gurupi – Região influenciada pela bacia do rio Gurupi situada a noroeste do Estado, no litoral e na planície costeira com vocação para exploração da madeira, pesca, apicultura, turismo, agricultura, extrativismo mineral e vegetal, crustáceo, açaí e plantas aromáticas.
16. Região de Planejamento do Litoral Ocidental – Área do litoral ocidental na paisagem ambiental entre o litoral ocidental e a planície costeira adjacente com maior aptidão para turismo e ecoturismo, construção naval, pecuária, extrativismo mineral, pesca, cultura, exploração da culinária e agricultura.
17. Região de Planejamento do Mearim – Zona com influência econômica e ambiental da bacia do Mearim Planície fluvial, no centro norte do Estado com potencial para agroindústria, apicultura, exploração leiteira, agricultura, pecuária, pesca e turismo.
18. Região de Planejamento do Médio Mearim – Região que concentra municípios no médio vale do rio Mearim. Planície fluvial, no centro do Estado, com maior vocação para exploração do leite, fruticultura, horticultura, cerâmica, agricultura, pecuária, pesca e extrativismo vegetal.
19. Região de Planejamento do Médio Parnaíba - Concentração territorial regional no médio vale do rio Parnaíba planície fluvial, ao leste do estado com potencialidade para indústria, agroindústria, cerâmica, pesca, pecuária, agricultura e ovinocaprinocultura.
20. Região de Planejamento do Pericumã – Área de influência do rio Pericumã numa parte da baixada maranhense e do vale do Turiaçu, ao norte do Estado potencializada para piscicultura, extrativismo vegetal, artesanato, pesca, pecuária, avicultura e produção de leite.
21. Região de Planejamento do Pindaré - Ocupação territorial regional do médio vale do rio Pindaré planície fluvial, ao noroeste do Estado com maior vocação para pesca, exploração de madeira, babaçu, pecuária e agricultura.
22. Região de Planejamento do Sertão Maranhense – Área com identidade física, econômica e cultural com o sertão do Estado, situada no sudeste, no planalto maranhense com potencial para pecuária, agricultura, artesanato e agroindústria.
23. Região de Planejamento do Tocantins – Região na área de influência do médio vale do rio Tocantins, no oeste do Estado, no planalto maranhense vocacionada para babaçu, madeira, agricultura, silvicultura, indústria, horticultura, pecuária, avicultura, cerâmica e pesca.

24. Região de Planejamento dos Carajás – Região sob influência econômica da estrada de ferro Carajás no oeste do Estado num trecho da planície fluvial da Amazônia maranhense com potencialidade para turismo, indústria, pesca agricultura, madeira e pecuária.
25. Região de Planejamento dos Cocais – Área com predominância da mata dos cocais no centro leste do Estado na planície fluvial mais vocacionada para agricultura, turismo, extrativismo mineral, babaçu, indústria, pesca e pecuária.
26. Região de Planejamento dos Eixos Rodoferroviários – Região de cruzamento de rodovias e o traçado das ferrovias no centro norte do estado em áreas da baixada maranhense e da planície fluvial com maior aptidão para avicultura, apicultura, pesca, pecuária e agricultura.
27. Região de Planejamento dos Gerais de Balsas - Prolongamento dos campos gerais do planalto central brasileiro denominado, na parte meridional do Maranhão, de Gerais de Balsas. Se encontra ao Sul do Estado numa área do planalto maranhense com potencial para agroindústria, turismo, ecoturismo, pecuária e agricultura.
28. Região de Planejamento dos Guajajaras - Homenagem aos primitivos habitantes da região Sul do Estado, no planalto maranhense com maior aptidão para turismo, agroindústria, pecuária, agricultura e jaborandi.
29. Região de Planejamento dos Imigrantes – Região com influência dos migrantes nordestinos na ocupação do espaço localizada no centro-oeste do Estado na planície fluvial potencializada para turismo, produção de leite, agroindústria, agricultura, pecuária e babaçu.
30. Região de Planejamento dos Lagos – Região com grande incidência de lagos ao norte numa parte da baixada maranhense com potencial para pecuária, pesca, agricultura, extrativismo vegetal, suinocultura, produção de leite, agroindústria, piscicultura, turismo e apicultura.
31. Região de Planejamento dos Lençóis Maranhenses – Região com predominância de dunas e lagos que integram o ecossistema homônimo entre o litoral oriental e a planície costeira adjacente com aptidão para agricultura, caprinocultura, pesca, artesanato, turismo, pecuária, extrativismo animal, fruticultura e extrativismo vegetal.
32. Região de Planejamento dos Timbiras – Área no entorno da região onde habitavam as tribos Timbiras no leste e nordeste do Estado, na planície fluvial onde predominam os potenciais de silvicultura, agroindústria, agricultura, pecuária, ovinocaprinocultura, indústria, extrativismo vegetal e mineral.

1.2.4. Outras Divisões de Planejamento Setoriais

Para efeito de planejamento de alguns setores administrativos o estado do Maranhão conta ainda com outras divisões a seguir discriminadas.

1.2.4.1. As Unidades Regionais de Saúde

A saúde maranhense está categorizada em Macrorregional e Regional.

Unidades Macrorregionais (8)

- | | |
|--------------|--------------------|
| – São Luís | – Presidente Dutra |
| – Caxias | – Coroatá |
| – Pinheiro | – Santa Inês |
| – Imperatriz | – Balsas |

Unidades Regionais (19)

- | | |
|-------------------|----------------------|
| – São Luís | – Pedreiras |
| – Açailândia | – Pinheiro |
| – Bacabal | – Presidente Dutra |
| – Caxias | – Rosário |
| – Barra do Corda | – Santa Inês |
| – Balsas | – Viana |
| – Chapadinha | – Timon |
| – Codó | – São João dos Patos |
| – Imperatriz | – Zé Doca |
| – Itapecuru-Mirim | |

Educação

A educação do Estado está dividida em 19 regionais. São elas:

- | | |
|-------------------|----------------------|
| – Rosário | – Zé Doca |
| – Itapecuru-Mirim | – Açailândia |
| – Chapadinha | – Imperatriz |
| – Codó | – Balsas |
| – Pinheiro | – São João dos Patos |
| – Viana | – Presidente Dutra |
| – Santa Inês | – Pedreiras |

- Barra do Corda
- Bacabal
- Caxias
- Timon
- São Luís

1.2.4.2. Regiões Metropolitanas

O Maranhão tem duas regiões metropolitanas formadas por municípios com alto grau de interação e com as maiores densidades populacionais do estado, regulamentadas pela Lei Complementar Estadual do Maranhão nº 89, de 17 de novembro de 2005 (MARANHÃO, 2011):

- Região Metropolitana da Grande São Luís, composta por nove municípios: São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, Raposa, Alcântara, Rosário, Bacabeira, Santa Rita e Icatu.
- Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, formada por oito municípios da mesorregião Oeste Maranhense, a saber: Imperatriz, João Lisboa, Senador La Rocque, Buritirana, Davinópolis, Governador Edison Lobão, Montes Altos e Ribamar Fiquene.

As **Figuras 1.2 e 1.3** apresentam os mapas da divisão político-administrativa do Estado do Maranhão considerando as Mesorregiões e Microrregiões Geográficas e a **Figura 1.4** o mapa das Regiões de Planejamento do Estado.

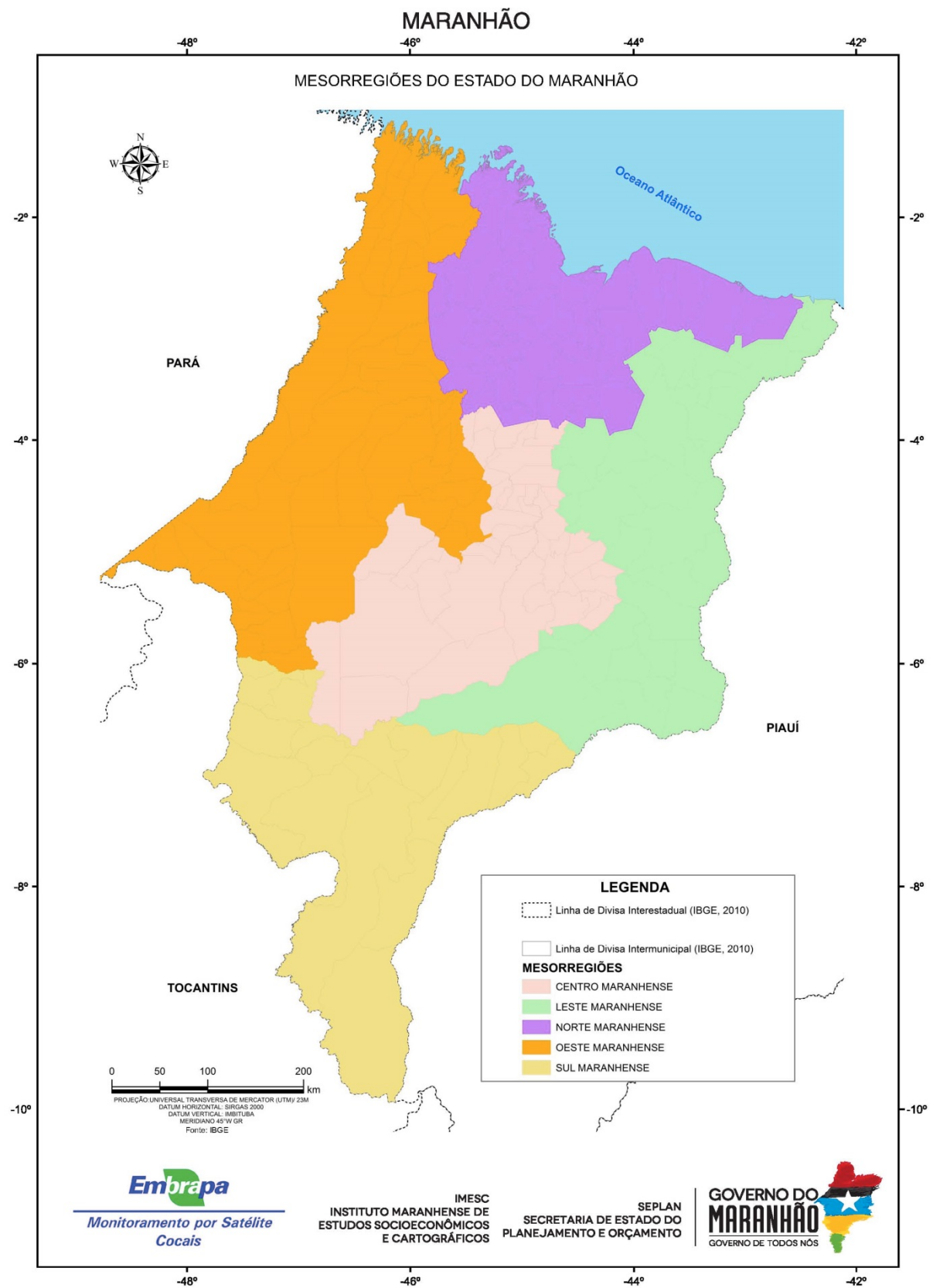


Figura 1.2 - Mapa das Mesorregiões Geográficas do Maranhão

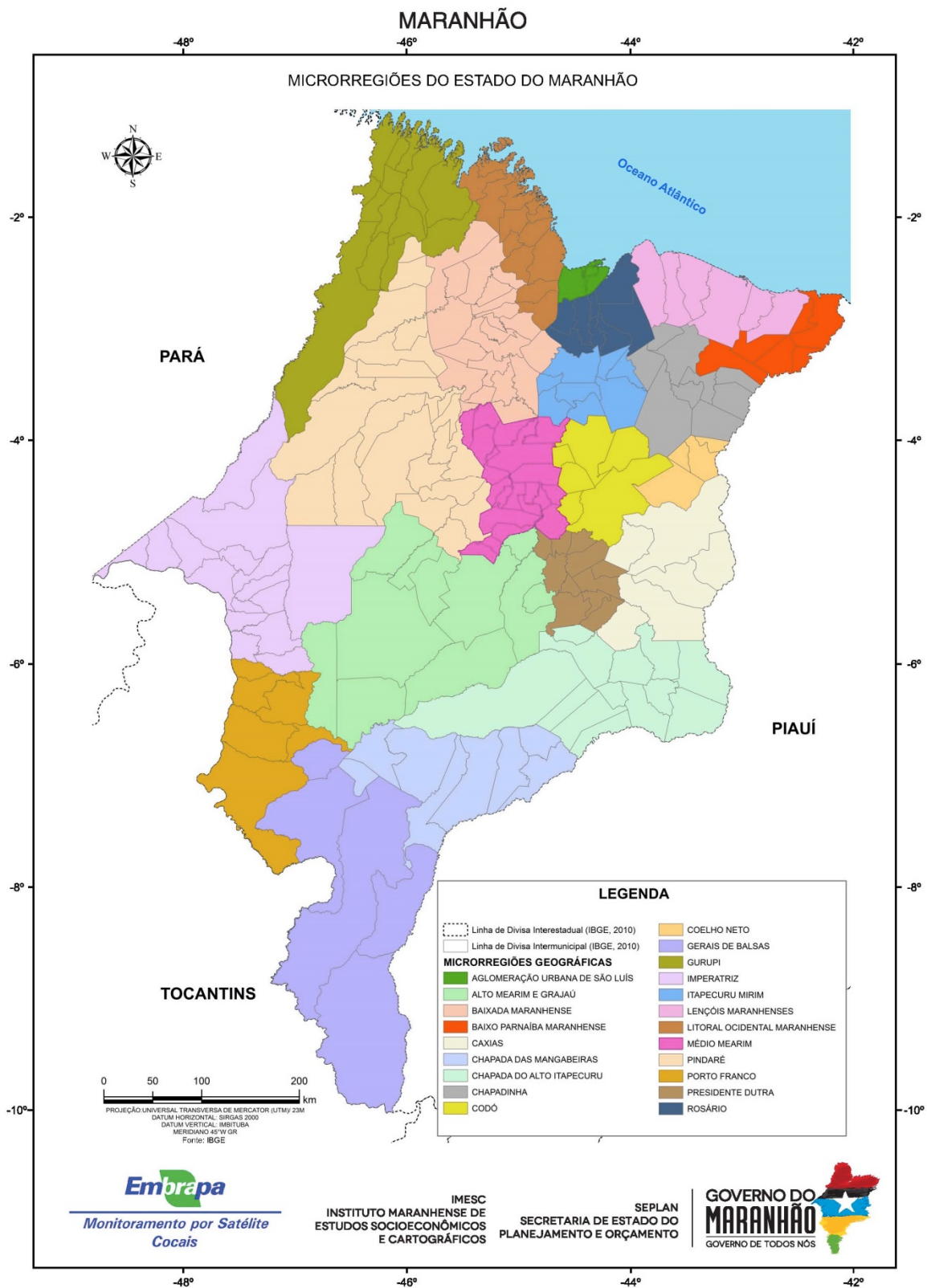
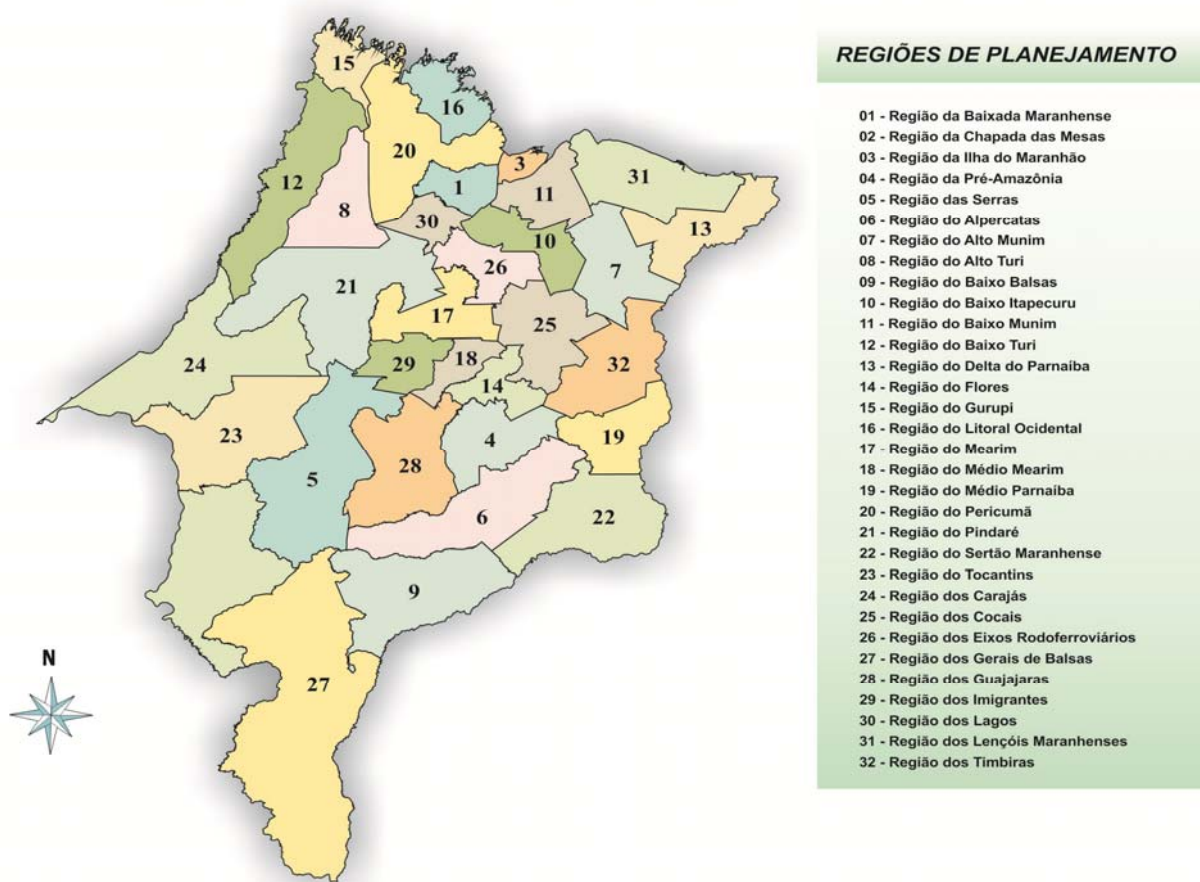


Figura 1.3 - Mapa das Microrregiões Geográficas do Maranhão



Fonte: Regiões de Planejamento do Estado do Maranhão. NuGeo Ambiental - Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2008.

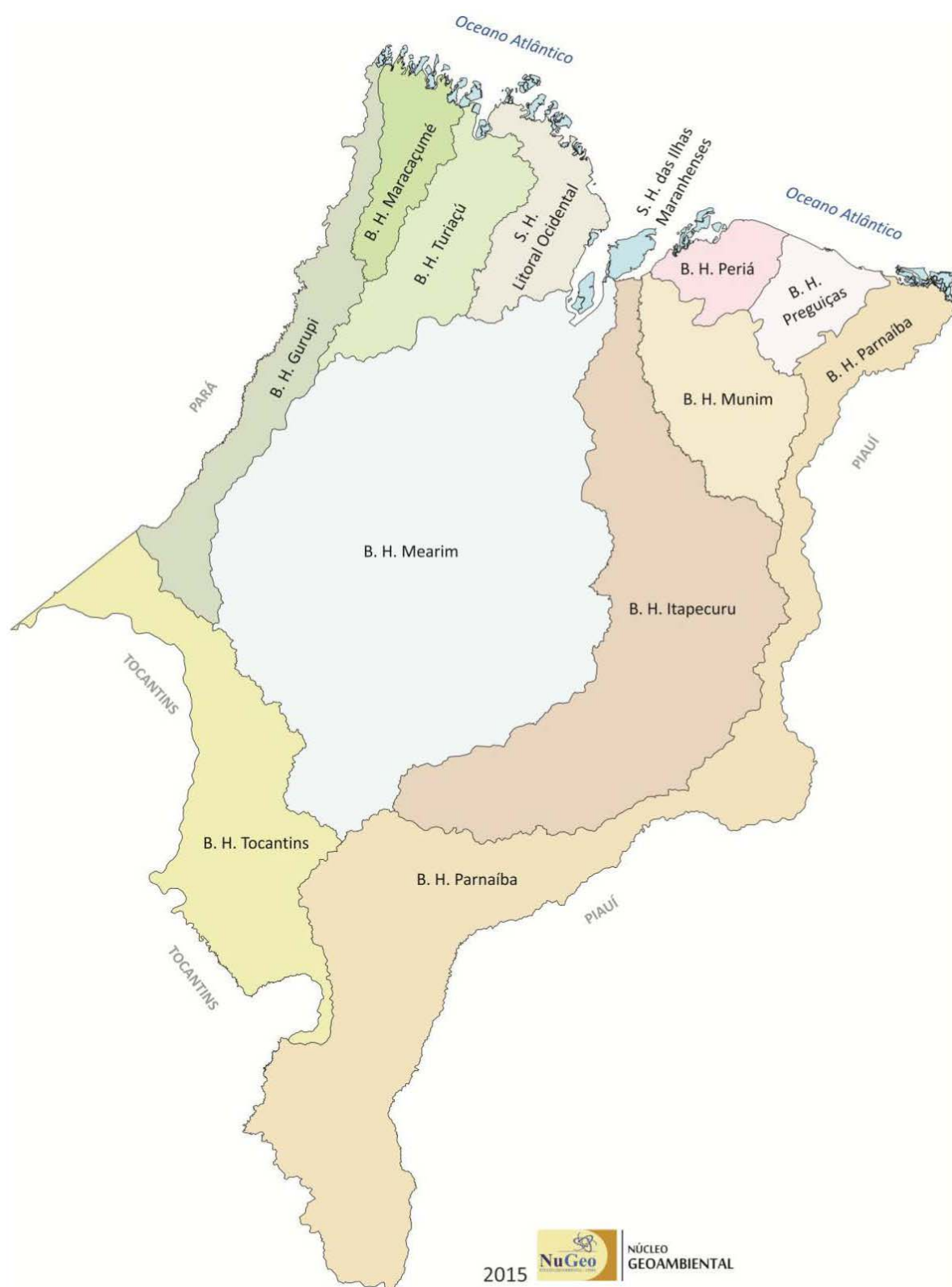
Figura 1.4 - Regiões de Planejamento do Estado

1.2.4.3. Regiões Hidrográficas

Como tratamos do Plano Estadual de Recursos Hídricos, fechamos o relato sobre as divisões territoriais e administrativas com a mais importante das divisões a serem consideradas na elaboração do Plano, a regionalização hidrográfica. Lembramos que a bacia hidrográfica é a base física de planejamento e gestão dos recursos hídricos, seguindo determinação da Lei 9433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal que trata dos Recursos Hídricos.

O Estado do Maranhão é dividido em 12 bacias hidrográficas. Esta divisão foi formalizada por meio do Decreto Estadual 27.845 de 18 de novembro de 2011, a partir de um estudo realizado pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMA.

As bacias do Parnaíba, a Leste; do Tocantins, a Sudoeste; Gurupi, a Noroeste, correspondem às bacias hidrográficas de *domínio federal*, já as bacias de *domínio estadual* estão representadas pelos Sistemas Hidrográficos Estaduais das Ilhas Maranhenses e do Litoral Ocidental, bem como as bacias hidrográficas Mearim, Itapecuru, Munin, Turiaçu, Maracaçumé, Preguiças e Periaá. A **Figura 1.5** mostra a disposição das bacias no estado do Maranhão.



Fonte: Bacias e Sistemas Hidrográficos Maranhenses. NuGeo Ambiental - Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2015.

Figura 1.5 - Mapa da Divisão Territorial do Maranhão segundo as Bacias Hidrográficas

2.

PROCESSO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO

2. PROCESSO HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO

O território maranhense abriga em sua história, narrativa de ocupação iniciada por navegantes espanhóis que visitaram o litoral em busca de passagem para o Peru. No século XVI, uma tentativa fracassada de ocupação foi realizada por donatários portugueses através de uma armada, composta por 10 navios e 900 homens que acabou naufragando (TROVÃO, 2008). Uma segunda tentativa de ocupação foi iniciada pelos franceses que faziam incursões no litoral maranhense desde 1524, mas que se estabeleceram apenas em 1612, quando fundaram a França Equinocial. Até 1615, diversas lutas travadas entre portugueses e franceses, resultaram na vitória dos primeiros que se estabeleceram definitivamente na colônia.

Em 1621, foi instituído o estado do Maranhão e Grão-Pará, com o objetivo de melhorar as defesas da costa e os contatos com a metrópole, visto que as relações com a capital da colônia, Salvador, localizada na costa leste do Oceano Atlântico, eram dificultadas devido às correntes marítimas. No ano de 1641, foi a vez dos holandeses invadirem a região ocupando a ilha de São Luís, porém, depois de três anos, foram expulsos pelos portugueses.

Em 1772, foi criado o Estado do Maranhão e Piauí, separado do Grão-Pará. Entretanto, a separação só se efetivou com a provisão de 9 de julho de 1774. Em 1811, a Capitania do Piauí foi separada do Maranhão. A forte influência portuguesa no Maranhão fez com que o estado só aceitasse em 1823, após intervenção armada, a independência do Brasil de Portugal, ocorrida em 7 de setembro de 1822. Após 1889, com a República, o Maranhão tornou-se um estado do Brasil.

Percebe-se que a ocupação territorial do Estado do Maranhão, no período colonial até a república, foi motivada, principalmente, pela exploração econômica das culturas do algodão, cana-de-açúcar e babaçu. Sobretudo, tal ocupação sofreu diversas transformações decorrentes dos interesses das nações colonizadoras (França, Portugal e Holanda). A ocupação desenvolveu-se mediante duas frentes de ocupação, sendo uma proveniente do litoral, com a economia baseada na agroexportação, principalmente do algodão, e a outra oriunda do Nordeste brasileiro, principalmente do Estado da Bahia, tendo por base a pecuária. Embora se apresentem distintas nos modos e meios ocupacionais, as duas frentes tinham objetivos comuns, a expansão dos domínios territoriais à custa da escravização e dizimação dos índios (CABRAL, 1992).

Quanto à conformação territorial, o Maranhão passou por oito divisões político-administrativas, desde a primeira, em 1534, até a última, em 1920. A partir da década de 1920, as políticas territoriais se basearam em criar alternativas de vias de transporte fluvial, ferroviária e terrestre para melhorar o escoamento da produção e a integração do território. Ainda no contexto das políticas

territoriais, tendo em vista a colonização dos denominados vazios demográficos do Estado e a articulação entre os mesmos através das vias de transporte, foram implementados diversos programas como a Colônia Agrícola Nacional de Barra do Corda e Projeto Integrado de Colonização, em 1942; o Projeto de Povoamento do Maranhão, em 1962; o Projeto de Colonização do Alto Turi, em 1972; o Projeto Pioneiro de Colonização, em 1973; os Projetos de Ordenação Territorial, entre 1972 e 1995, estando incluído o Programa de Desenvolvimento Integrado da Amazônia Oriental (Projeto Ferro Carajás e Consórcio Alumínio do Maranhão) em 1980 (FERREIRA, 2008).

Ainda no contexto das políticas territoriais, Ferreira (2008) cita as unidades de conservação, terras indígenas e o Centro de Lançamento de Alcântara com restrições à ocupação, abrangendo um período que vai de 1961 até depois de 1988. A partir de 1995, as políticas territoriais vigentes no estado têm como referência o PRODECER III, os projetos de assentamento, os territórios rurais, as comunidades quilombolas, a ênfase nos transportes e na energia elétrica, com o papel de induzir a ocupação, apropriação e exploração econômica.

Conforme Pereira Filho (2016), nas duas últimas décadas do século XX havia uma predominância da produção intensiva de soja no sul e leste do estado, além da cana de açúcar para a produção de álcool anidro e hidratado nas regiões Tocantina, Gerais de Balsas e Baixo Parnaíba, bem como uma razoável pecuária de corte, tudo isso entrecortado por segmentos de agricultura familiar.

Na primeira década do século XXI, a economia maranhense como um todo, apresenta cerca de 70% do seu PIB advindo dos setores do ferro, alumínio e soja. Existe ainda a possibilidade de crescimento de outros setores, tais como o turismo, a cadeia produtiva da pesca, a agricultura, pecuária e agroindústria, a bioenergia e a inovação tecnológica, além de uma possível diversificação da atividade industrial. Para isso já concorrem fatores logísticos como a maior proximidade da Europa e dos EUA, uma malha ferroviária significativa, um porto em processo de modernização e boa oferta de energia, que tende a melhorar com a construção de usinas hidrelétricas na Amazônia. Somando-se a tudo isso é necessário, do ponto de vista do crescimento econômico, investimento público em educação, pesquisa e desenvolvimento, e mais infraestrutura. Ocorrendo esses avanços, as forças produtivas se deslocam para um novo estágio e a luta de classes vai desempenhar seu papel em outro patamar, tanto na busca imediata por uma melhor repartição da renda nacional, como pelo estabelecimento de objetivos de caráter estratégico (PEREIRA FILHO, 2016).

3.

ASPECTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS

3. ASPECTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS

3.1. Aspectos Geológicos

3.1.1. Aspectos Gerais

A geologia é responsável pela base física decorrente dos processos geoambientais e onde encontram-se os recursos hídricos.

No estado do Maranhão ocorrem basicamente duas estruturas geológicas de idades diferenciadas:

- **Bacias Sedimentares**, formadas por conjuntos rochosos denominados de *fanerozóicos*, ou seja, com idades inferiores a 600 M.A., e são compostas de rochas sedimentares as mais diversas, como arenitos, siltitos, argilitos, conglomerados e calcários, além de grande diversidade de fósseis animais e vegetais de 380 M.A. ao Pleistoceno terminal (últimos 10.000 anos);
- **Embasamento Cristalino**, composto de rochas de diferentes idades, as quais são superiores a 600 milhões de anos (M.A.). Esse conjunto estrutural é formado petrograficamente por rochas magmáticas intrusivas ou plutônicas (como os granitos, o granodiorito e o gabro) e por rochas metamórficas (como os quartzitos, os migmatitos e os gnaiss).

Os terrenos de natureza sedimentar abrangem um conjunto de bacias que recobrem aproximadamente 90% do território do Maranhão, as quais são de idade e origem diferenciada.

O Embasamento Cristalino representa um percentual aproximado de 10% do Estado. Nos terrenos de Embasamento Cristalino aflorante são encontrados recursos minerais dos mais diversos, como rochas do tipo granito, granodiorito e gabro, utilizadas para a construção civil, principalmente na Capital Maranhense, São Luís, dada a sua proximidade dos municípios de Rosário e Bacabeira, grandes fornecedores desses elementos. Na verdade, esses recursos têm promovido certo barateamento dos custos relacionados à construção civil na capital do Estado e em seus municípios vizinhos. A dinamização da economia, em que pese no setor de mão-de-obra de engenharia e de obras públicas e privadas, teve um salto exponencial nos últimos anos, acompanhada com a diminuição de custos de transporte e de produção de insumos para alicerces, extraídos desses conjuntos geológicos.

Verifica-se, portanto, que o Maranhão baseia-se em uma estrutura geológica predominantemente sedimentar. A gênese dessa estrutura está ligada às transgressões e regressões marinhas, combinadas com movimentos subsidentes e arqueamentos ocorridos do início do Paleozoico ao fim do Mesozoico. Durante os movimentos negativos, foram depositados sedimentos marinhos, com acúmulo de arenitos, folhelhos e calcários, enquanto, durante os movimentos epirogênicos positivos, foram depositados basaltos de origem continental (MARANHÃO, 2002). O ciclo de deposição marinha começou no Siluriano, continuou pelo Devoniano inferior, médio e superior e terminou no Carbonífero inferior (MARANHÃO, 2002). Deposições oriundas de ambiente continental sucederam as deposições marinhas até o fim do Mesozoico, formando a Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Movimentos tectônicos ocorridos durante os períodos Jurássico e Cretáceo provocaram a formação de um "horst" de direção aproximada leste-oeste, denominado Arco Ferrer-Urbano Santos, responsável pelos afloramentos de rochas ígneas e metamórficas na porção noroeste do estado e nas proximidades da cidade de Rosário (IBGE, 1984).

No extremo sul do estado, depósitos do Cretáceo deram origem aos arenitos, argilitos e conglomerados da Bacia Sedimentar Sanfranciscana (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

Durante a Era Cenozoica foram depositados rochas e sedimentos das bacias sedimentares de São Luís e Barreirinhas, situadas na porção norte do Estado (IBGE, 1984), e as coberturas superficiais mais recentes, de origens diversas (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

As unidades geológicas que afloram no Estado do Maranhão (**Figura 3.1**) são descritas a seguir de acordo com o Diagnóstico elaborado para o Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE-2013), com base em LOPES; TEIXEIRA, 2013. As descrições fazem referências a diversas fontes citadas no texto original.

3.1.2. Descrição da Geologia do Estado

3.1.2.1. Unidades Geológicas do Pré-Cambriano

O Pré-cambriano (ou Pré-Câmbrico) é o grande período de tempo na história da Terra antes do atual Éon Fanerozoico e é um Superéon dividido em vários éons da escala de tempo geológico. Ele se estende desde a formação da Terra cerca de 4,6 bilhões de anos atrás (Ma) até ao início do Período Cambriano, cerca de $541,0 \pm 1,0$ Ma, quando os animais macroscópicos de carapaça dura apareceram pela primeira vez em abundância. O Pré-cambriano é responsável por 88% do tempo geológico. Ele inicia há cerca de aproximadamente de 4,5 bilhões de anos com o início da Terra e terminou com o surgimento

dos fósseis. Durante este éon, temos as divisões entre os períodos hadeanos, arqueano e proterozóico.

No Estado do Maranhão, rochas do Pré-Cambriano afloram na porção noroeste do estado e em um pequeno corpo granítico situado nas cercanias da cidade de Rosário. Esse conjunto rochoso apresenta uma história geológica condicionada a duas unidades geotectônicas – **Cráton São Luís e Cinturão Gurupi** – que englobam rochas das eras Paleoproterozoica e Mesoproterozoica (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

✓ **Cráton São Luís**

No Cráton São Luís, encontram-se rochas ígneas e metamórficas do Paleoproterozoico diferenciadas em Grupo Aurizona, Granófiro Piaba, Suíte Intrusiva Tromaí, Suíte Intrusiva Paleoproterozoica Rosário, Unidade Vulcânica Serra do Jacaré, Formação Rio Diamante, Granito Negra Velha e Unidade Vulcânica Rosilha.

O Grupo Aurizona é formado por rochas vulcânicas metamorfizadas de 2.240 Ma (KLEIN; MOURA, 2001). Klein et al. (2008a) propuseram a subdivisão do grupo em três formações: Matará, Pirocaua e Ramos. A Formação Matará (KLEIN et al., 2008a) engloba rochas metavulcânicas básicas e ultrabásicas como anfíbolito, xistos máficos, tremolita-xisto e talco-tremolita-xisto. Estruturalmente, são caracterizadas pela presença de xistosidade. A Formação Pirocaua (KLEIN et al., 2008a) engloba o conjunto de rochas piroclásticas e vulcânicas ácidas metamorfizadas, que incluem metatufo félsico/riolítico, tufo cinerítico, aglomerado vulcânico, riolito, dacito e felsitos. Em geral, são rochas com foliação bem desenvolvida. A Formação Ramos (KLEIN et al., 2008a) engloba rochas metassedimentares, como quartzito (puro, ferruginoso ou manganésífero), quartzo ± muscovita ± clorita-xistos, filito, filito grafitoso, metassiltito manganésífero, metachert puro ou ferruginoso ou grafitoso, metarenito e grauvaca lítica.

O Granófiro Piaba ocorre na área do depósito aurífero de Piaba e corresponde a granitoides finos com textura granofírica e composição de granodiorítica a tonalítica, que se intrudem no Grupo Aurizona e apresentam idade de 2.214 ± 3 Ma (KLEIN et al., 2008a; MINERAÇÃO AURIZONA S/A, 1995).

A Suíte Intrusiva Tromaí é um grande corpo ígneo, com variada composição mineralógica decorrente de duas fontes distintas: uma parte seria do manto terrestre e outra, de uma placa oceânica preexistente fundida (KLEIN, 2004). Tais eventos ocorreram entre 2.168 Ma e 2.147 Ma (KLEIN, 2004; KLEIN; MOURA, 2001).

A Suíte Rosário (GORAYEB; ABREU, 1996; RODRIGUES et al., 1994) é um conjunto de granitoides (tonalitos e granodioritos) que sofreram metamorfismo, com idade variando de 2.079 Ma a 2.130 Ma (GORAYEB et al., 1999).

A Unidade Vulcânica Serra do Jacaré é composta por rochas vulcânicas e, subordinadamente, rochas vulcanoclásticas de composição de ácida a predominantemente intermediária (raramente básica), não metamorfizadas, que afloram principalmente na porção sudoeste da área de ocorrência do Grupo Aurizona. Tem idade variando de 2,37 Ma a 2,38 Ma (KLEIN et al., 2009).

A Formação Rio Diamante é constituída por rochas vulcânicas ácidas não metamorfizadas que formam, predominantemente, derrames e, secundariamente, depósitos vulcanoclásticos. Essas rochas foram formadas em margem continental, a partir do retrabalhamento de rochas de arco de ilhas não muito mais antigas. Tem idade de 2.160 ± 8 Ma (KLEIN et al., 2008a; KLEIN et al., 2009).

O Granito Negra Velha (KLEIN et al., 2008a) engloba dois corpos de granitoides expostos às margens do Igarapé Negra Velha. O tipo petrográfico predominante é o monzogranito, ocorrendo também sienogranito e quartzomonzonito. Dados geocronológicos em zircão (KLEIN et al., 2008b), embora pouco precisos, indicam claramente que a intrusão do Granito Negra Velha ocorreu entre 2.056 Ma e 2.076 Ma.

A Unidade Vulcânica Rosilha, denominação informal proposta por Klein et al. (2008a), compreende as rochas vulcânicas e vulcanoclásticas que ocorrem na área do Igarapé e garimpo Rosilha. Petrograficamente, as rochas são riolitos, dacitos e tufos líticos de cristal. Uma tentativa preliminar de datação de amostra dessa unidade (KLEIN et al., 2009) mostrou idades entre 1.920 ± 9 Ma e 2.068 ± 7 Ma por evaporação de Pb, não sendo possível a definição de uma idade mais precisa até o momento.

✓ Cinturão Gurupi

O Cinturão Gurupi compreende uma faixa estreita e alongada, localizada na borda sul sudeste do Cráton São Luís, caracterizada por um conjunto de rochas metamórficas e ígneas formadas a partir da colisão de duas placas tectônicas pretéritas. O cinturão apresenta fragmentos retrabalhados do Cráton São Luís e de porções do embasamento sobre o qual as rochas do cinturão se desenvolveram. O Cinturão Gurupi é composto por Complexo Itapeva, Formação Chega Tudo, Formação Igarapé de Areia, Granito Maria Suprema, Granito Moça, Grupo

Gurupi (Formação Jaritequara), Formação Marajupema, Anfibolito Cocal e Formação Piriá (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

O Complexo Itapeva é composto por rochas ígneas (tonalitos e granodioritos) metamorfizadas gerando gnaisses. Às vezes, são identificados xistos grossos derivados de rochas sedimentares denominados Itapeva Xisto (KLEIN; LOPES, 2012). Essas rochas apresentam idade de 2.167 Ma (KLEIN et al., 2005).

A Formação Chega Tudo é constituída por alternâncias de variadas rochas vulcânicas (ígneas), como dacitos, andesitos, tufos com rochas sedimentares que foram metamorfizadas e datadas com idade entre 2.148 Ma e 2.160 Ma (KLEIN; MOURA, 2001).

A Formação Igarapé de Areia compõe-se de arenitos depositados sobre a Formação Chega Tudo, que, em decorrência de processos tectônicos, foram juntamente deformados, originando metarenitos (KLEIN; LOPES, 2012).

O Granito Maria Suprema, formado por pequenos corpos de muscovita-granito intrusivos no Complexo Itapeva, tem idade de 2.100 Ma (KLEIN; MOURA, 2001).

O Granito Moça compreende rochas ígneas (sienogranito e monzogranito) intrusivas no Complexo Itapeva, com idade de 2.099 Ma (KLEIN; LOPES, 2012).

A Formação Jaritequara (Grupo Gurupi) é composta por sedimentos finos de uma bacia marinha marginal (COSTA et al., 1996) que foram metamorfizados, gerando xistos micáceos e quartzosos (COSTA; RICCI, 2000). O Grupo Gurupi também apresenta-se, no Maranhão, em uma porção indivisa cartografada por Klein e Lopes (2012), composto por xistos alterados, sem identificação de seu protólito, ígneo ou sedimentar.

A Formação Marajupema é constituída por arenitos depositados em margem continental que, metamorfizados, geraram um quartzito feldspático (KLEIN, 2004), de idade variando de 2.635 Ma a 1.100 Ma (KLEIN et al., 2005).

O Anfibolito Cocal corresponde a rochas ígneas básicas metamorfizadas, com idade de 1 Ga (KLEIN; LOPES, 2012).

A Formação Piriá é composta por arenitos arcoseanos, pelitos e, subordinadamente, conglomerados, grauvacas e subarcóseos. Truckenbrodt et al. (2005) atribuíram-lhe ambiente de deposição em águas rasas, sobre plataforma relativamente estável, a partir de áreas-fonte predominantemente constituídas por rochas metamórficas próximas aos depocentros. A idade de sedimentação da Formação Piriá ainda carece de definição mais precisa. Cristais detríticos de

zircão, oriundos de um conglomerado aflorante no vizinho Estado do Pará e atribuídos à Formação Piriá indicam como idade máxima para a deposição do conglomerado em torno de 1.500 Ma (LUCAS, 2009). No entanto, Klein e Lopes (2012), a partir de revisão dos estudos de Pinheiro et al. (2003), consideram que a idade limite para a sedimentação dessa unidade seria 550 Ma.

3.1.2.2. Unidades Geológicas do Fanerozóico

O Fanerozóico (grego transliterado: phaneros significa "visível" e zoikos, "vida") é o éon geológico que abrange os últimos 542 milhões de anos. Tem início com o Cambriano na era Paleozoico com o surgimento de vários animais de concha e é o éon ao longo do qual a abundância de vida é maior.

As rochas e sedimentos mais recentes, do Fanerozóico no estado do Maranhão, englobam os domínios tectônicos das bacias sedimentares do Parnaíba, Sanfranciscana e de São Luís, e as Coberturas Superficiais Cenozoicas (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

✓ Bacia Sedimentar do Parnaíba

Os litótipos da Bacia Sedimentar do Parnaíba foram, em parte, depositados na Era Paleozoica (grupos Serra Grande, Canindé e Balsas), durante a junção/formação do grande continente Pangeia. Na Era Mesozoica, com a fragmentação da Pangeia, surgiu um grande evento tectonomagmático que resultou na separação da África da América do Sul e provocou magmatismo e deposição de outra sequência de rochas na Bacia Sedimentar do Parnaíba, diferenciadas em Formação Mosquito, Formação Pastos Bons, Formação Corda, Formação Grajaú, Formação Codó, Grupo Itapecuru, Formação Ipixuna e Formação Sardinha (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

O Grupo Serra Grande é composto por rochas das formações Ipu, Tianguá e Jaicós, com idade entre 443 Ma e 416 Ma (Período Siluriano). Somente uma área pequena (0,025%) desse grupo aflora no noroeste do Estado do Maranhão. A Formação Ipu é composta por arenitos, conglomerados, arenitos conglomeráticos e diamictitos, depositados em ambientes de leques deltaicos e frente de leque deltaico, no interior da Bacia do Parnaíba, e marinhos rasos nas partes distais (CAPUTO; LIMA, 1984). A Formação Tianguá é composta por folhelho de preto a cinza-escuro, arenito com intercalações de folhelho, e folhelho e siltito intercalados, depositados em ambiente marinho raso (CAPUTO; LIMA, 1984). A Formação Jaicós é constituída por arenitos de médios a conglomeráticos, depositados em leques aluviais e

fandeltas (CAPUTO; LIMA, 1984), e eventuais pelitos, depositados por sistemas de rios entrelaçados no fim do Siluriano (GÓES; FEIJÓ, 1994).

Do Grupo Canindé, somente as formações Longá e Poti afloram em pequenas áreas do nordeste e oeste do Estado do Maranhão. A Formação Longá é constituída por folhelhos cinza-escuros, de pretos a roxos; siltitos argilosos; arenitos e siltitos de cinza-claros a esbranquiçados (LEITE, 1978), depositados em ambiente costeiro-deltaico dominado por ondas e tempestades (LOBATO; BORGHI, 2007). Essas rochas têm idade de 374 Ma (Estágio Fameniano, Período Devoniano) a 345 Ma (Estágio Tournaisiano, Período Carbonífero) (LEITE, 1978, LOBOZIAK et al., 2000; MELO et al., 1998). A Formação Poti é composta por arenitos cinza-esbranquiçados, com intercalações esparsas de silito cinza-claro, e arenitos de finos a médios, cinza, com camadas de silito e folhelhos carbonosos (LEITE, 1978). Essas rochas foram depositadas em ambiente de origem marinha, de águas rasas, ambiente fluvial e ambiente fluviodeltaico, com influência marinha (LEITE, 1978). De acordo com Melo e Loboziak (2000), essa formação tem idade variando de 345 Ma a 326 Ma (Estágio Viseano, Período Carbonífero).

O Grupo Balsas é composto por rochas das formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba. Essas formações afloram na porção central e em todo o sul do Estado do Maranhão. A Formação Piauí é composta por arenitos, com intercalações de siltitos e argilitos, e folhelhos contendo intercalações lenticulares de calcário de origem marinha (LEITE, 1978). O ambiente deposicional dessa formação é fluvial, com contribuição eólica, de clima semiárido a desértico, com breves incursões marinhas (LEITE, 1978). De acordo com os trabalhos de Müller (1962), essas rochas têm idade variando de 318 Ma a 299 Ma (Época Pensilvaniana, Período Carbonífero). A Formação Pedra de Fogo é composta por uma variedade de rochas, como siltitos, folhelhos, calcários e silexites, depositadas em ambiente marinho de raso a litorâneo, com planícies do tipo sabkha, sob ocasional influência de tempestades (GÓES; FEIJÓ, 1994). Essa formação tem idade de 299 Ma a 253 Ma (Período Permiano) segundo Dino et al. (2002). A Formação Motuca engloba siltitos, arenitos e, subordinadamente, folhelhos, depositados em sistema desértico, com lagos associados (GÓES; FEIJÓ, 1994). A unidade tem idade variando de 253 Ma a 251 Ma, correspondente ao fim do Permiano. A Formação Sambaíba é uma sequência de arenitos avermelhados e esbranquiçados, depositados em ambiente desértico com contribuição fluvial (LEITE, 1978). Tem idade variando de 251 Ma a 199 Ma (Período Triássico), de acordo com Klein e Sousa (2012).

A Formação Mosquito é composta por derrames de basaltos (rocha vulcânica), de idade que varia de 220 Ma a 150 Ma (Período Triássico Superior ao Jurássico), de acordo com Góes et al. (1993).

A Formação Pastos Bons é constituída por arenitos, siltitos e, predominantemente, por folhelhos depositados em ambiente de lagos interduna e fluvial (CAPUTO, 1984; REZENDE, 2002). Essas rochas têm idade variando de 161 Ma a 145 Ma (Período Jurássico Superior) (VAZ et al., 2007).

A Formação Corda é constituída, predominantemente, por arenitos depositados em sistema desértico, com contribuição lacustre interdunas e fluvial (CAPUTO, 1984; REZENDE, 2002; VAZ et al., 2007). Esses arenitos têm idade variando de 161 Ma a 125 Ma (COSTA NETO et al., 2012).

A Formação Grajaú é constituída, predominantemente, por arenitos e conglomerados (LEITE, 1978) depositados em ambiente fluvial, deltaico e eólico (LEITE, 1978; MESNER; WOOLDRIDGE, 1964). Essas rochas têm idade variando de 130 Ma a 112 Ma (COSTA NETO et al., 2012).

A Formação Codó é constituída, predominantemente, por folhelhos negros, argilitos calcíferos, pelitos, calcário e arenito com gipso de ambiente lagunar (PAZ; ROSSETTI, 2001; ROSSETTI et al., 2001). Tem idade variando de 125 Ma a 99 Ma (Período Cretáceo Inferior).

O Grupo Itapecuru é um conjunto de formações composto por variados tipos de rochas, como arenitos, argilitos, siltitos, folhelhos intercalados com arenitos depositados em vários ambientes (fluvial, deltaico e lagunar) (ANAISSE JÚNIOR, 1999; GONÇALVES; CARVALHO, 1996; LEITE, 1978). Tem idade variando de 90 Ma a 93 Ma (Cretáceo Superior) (ROSSETTI et al., 2001). Essa variedade de rochas não pôde ser individualizada no mapa geológico.

A Formação Ipixuna é constituída por conglomerados, arenitos e pelitos depositados em sistema de rios meandantes (VILLAS BOAS; ARAÚJO, 1999). Tem idade variando de 70 Ma a 23 Ma (Cretáceo Superior e Paleógeno) (JUPIASSÚ, 1970).

A Formação Sardinha é composta por corpos de diabásio (rocha vulcânica) de idade que varia de 150 Ma a 110 Ma (Cretáceo Superior) (GÓES et al., 1993).

✓ **Bacia Sedimentar Sanfranciscana**

Rochas da Bacia Sedimentar Sanfranciscana afloram no extremo sul do Estado do Maranhão. Pertencem ao Grupo Urucuia, composto pelas formações Posse e Serra das Araras, com idade cenomaniano-campaniana (Neocretáceo), entre 83,5 Ma e 70,6 Ma. A Formação Posse é constituída por arenitos de dunas eólicas e de rios entrelaçados. Já a Formação Serra das Araras é composta de arenitos, argilitos e conglomerados de planície aluvionar (CAMPOS; DARDENNE, 1997).

✓ **Bacia Sedimentar de São Luís e as Coberturas Superficiais**

As rochas e os sedimentos da Bacia de São Luís e das Coberturas Superficiais são da Era Cenozoica. Compreendem a Cobertura Laterítica Matura, o Grupo Barreiras, as Coberturas Lateríticas Imaturas, os Depósitos Colúvio-Eluviais, os Sedimentos Pós-Barreiras, os Depósitos Eólicos Continentais Antigos, os Depósitos de Terraços, os Depósitos Fluviolagunares, os Depósitos Aluvionares, os Depósitos Eólicos Litorâneos, os Depósitos Litorâneos e os Depósitos de Pântanos e Mangues, depositados durante a expansão do Oceano Atlântico, em período aparentemente de calmaria, sem grandes eventos geológicos. Porém, evidenciam fase de aplainamento das superfícies antigas e marcam eventos climáticos importantes e grandes flutuações do nível do mar (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

A Cobertura Laterítica Matura foi formada por volta de 26 Ma a 24 Ma (COSTA et al., 2005), pela alteração química de rochas preexistentes. Nela, acumularam-se depósitos de alumínio, fosfato, caulim, etc.

O Grupo Barreiras, constituído por arenitos com inúmeras intercalações de folhelhos de origem fluvial, estuarina e marinha (ARAI, 2006), foi formado entre 23 Ma e 11 Ma (Mioceno Inferior), quando houve grande elevação do nível do mar, que propiciou a deposição de sedimentos formadores das rochas do grupo.

As Coberturas Lateríticas Imaturas foram formadas durante o Mioceno Superior ao Plioceno (11 Ma a 1,8 Ma) em clima tropical úmido. O rebaixamento do nível do mar e a glaciação em escala global possibilitaram a instalação de processos de alteração química das rochas do Grupo Barreiras e a formação dessas coberturas lateríticas (COSTA, 1991; OLIVEIRA; SILVA, 2011).

Os Depósitos Colúvio-Eluviais, presentes nas encostas dos platôs da região central do Maranhão, são formados pela desagregação e o transporte de material proveniente do

processo de alteração das rochas dos platôs pelas águas das chuvas. Ocorrem desde o Neógeno até o Quaternário (23 Ma até hoje).

Os Sedimentos Pós-Barreiras, constituídos por areias inconsolidadas, com pouca argila e seixos, em ambientes eólicos, mangues, fluviais, etc. (ROSSETTI et al., 2001), foram depositados entre 1,8 Ma e 10 mil anos atrás (Pleistoceno), durante a elevação e o rebaixamento do nível do mar (OLIVEIRA; SILVA, 2011).

Os Depósitos Eólicos Continentais Antigos são caracterizados por campos de dunas fixas constituídos por areias esbranquiçadas, de granulometria de fina a média, bem selecionadas e maduras (SANTOS; SILVA, 2009; VEIGA JÚNIOR, 2000). Foram formados desde o Pleistoceno Médio, há cerca de 120 mil anos (máximo da última transgressão marinha) até os dias de hoje. Estão presentes na região nordeste do Estado do Maranhão.

Os Depósitos de Terraços compreendem antigos depósitos que foram abandonados por rios de grande porte, como o Tocantins, e ficaram registrados fora do canal atual do rio. Formados entre 12 e 11 mil anos (Pleistoceno Superior), são compostos por areias e seixos (COSTA NETO et al., 2012).

Os Depósitos Fluviolagunares, também foram formados entre 12 e 11 mil anos, quando um evento transgressivo provocou o afogamento dos baixos cursos dos rios Pindaré, Mearim, Itapecuru e Munim e ocasionou a deposição de argilas adensadas com areia fina disseminada (RODRIGUES et al., 1994).

Os Depósitos Aluvionares são constituídos por areias e argilas que estão sendo transportadas e depositadas pelos rios e igarapés desde os últimos 10 mil anos.

Os Depósitos Eólicos Litorâneos são constituídos por areias esbranquiçadas, de granulometria de fina a média, bem selecionadas e com grãos arredondados (VEIGA JÚNIOR, 2000). Depositadas nos últimos 10 mil anos, formam os campos de dunas livres ativas presentes no litoral oriental do Estado do Maranhão (Lençóis Maranhenses).

Os Depósitos Litorâneos, formados também durante os últimos 10 mil anos, compreendem os depósitos de dunas costeiras (constituídos por areias quartzosas de granulometria muito fina), praias (areias quartzosas de granulometria de muito fina a fina), planície arenosa (areias quartzosas de granulometria de fina a média) e cordões litorâneos antigos (areias quartzosas de granulometria de muito fina a fina), que apresentam maior expressão na região costeira a oeste da Ilha de São Luís (KLEIN et al., 2009; VEIGA JÚNIOR, 2000).

Os Depósitos de Pântanos e Mangues compreendem a sedimentação ocorrida durante a época holocênica, principalmente na costa ocidental maranhense, caracterizada pela presença de inúmeros estuários, com uma série de ilhas, baías e canais. São constituídos, predominantemente, por sedimentos lamosos (argila e silte), de coloração cinza, não adensados, maciços e bioturbados (RODRIGUES et al., 1994).

No tocante aos aspectos econômicos da geologia do estado do Maranhão pode-se acrescentar o seguinte:

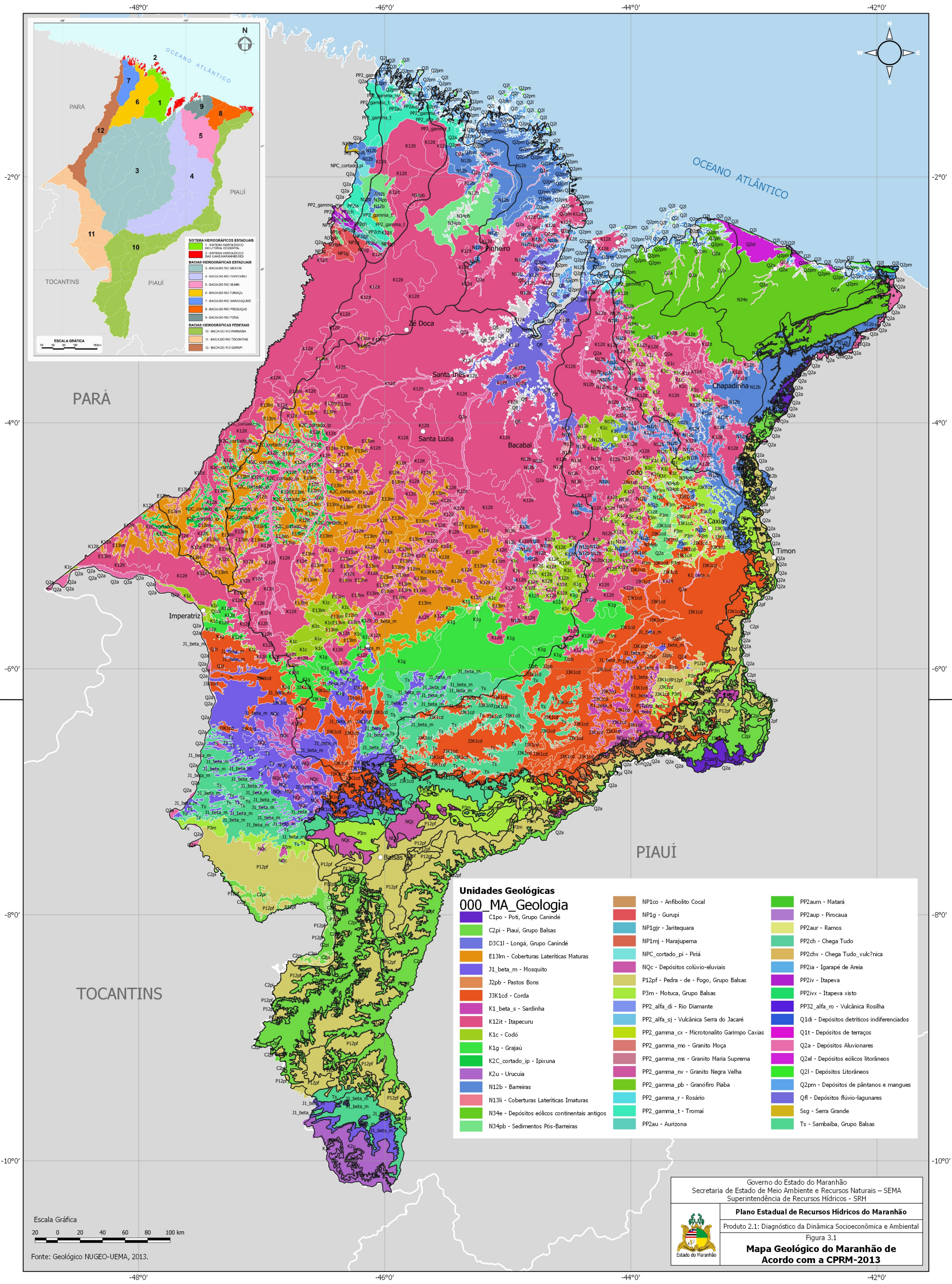
- a) Na região dos municípios de Turiaçu, Godofredo Viana, Luiz Domingues, na parcela costeira Ocidental do Estado, encontra-se grande diversidade de atividades de exploração de ouro e, eventualmente, pedras semipreciosas, isto em terrenos do Embasamento Cristalino. Contudo, dado o domínio das formas e técnicas rudimentares e artesanais de produção, a produtividade foi historicamente baixa, algo que vem mudando nos últimos anos. A região, favorece a indicação de uma nova área de dinamização econômica do Estado. Na verdade, a fase de pré-exploração aurífera é desenvolvida pela abertura de frentes pioneiras, no caso específico, à relacionada ao desmatamento das áreas de Florestas Amazônicas;
- b) Na Bacia Sedimentar do Parnaíba, as principais atividades de extração mineral são a captação de areia, calcário (para a manufatura de cal e cimento para a construção civil), halita (minério de sal – sal gema), seixos rolados (para a construção civil e paisagismo), bem como argila para as fábricas de cerâmica, tanto para as de utensílios domésticos, quanto para as de manufatura de insumos para a construção civil (tijolos e telhas);
- c) A exploração de petróleo e gás mineral iniciou-se ainda na década de 1950, no Sul do Maranhão, com algumas ocorrências esparsas, isoladas e não produtivas nos municípios de Balsas e São Raimundo das Mangabeiras. Desde a década de 1980, ocorre uma série de pesquisas desses dois tipos de combustíveis nas bacias sedimentares de São Luís e de Barreirinhas, sendo que, por sua natureza diferenciada, a segunda apresenta maior possibilidade de produção petrolífera. Sabe-se que existe petróleo e gás mineral na Bacia de São Luís-Grajaú, mas não se tem informações acerca de viabilidade de exploração de tais recursos. No segundo semestre de 2010, a empresa brasileira Eneva (antiga MPX) encontrou gás mineral no município de Capinzal do Norte, a aproximadamente 250 km ao Sul de São Luís. Estuda-se o potencial de exploração do mesmo, bem como a sua possível associação com petróleo passível de exploração comercial na área. De acordo com reportagem da Folha de São Paulo, o campo, chamado de Gavião Azul, começaria a produzir no final de Novembro/2017 e forneceria combustível para o Complexo Termelétrico Parnaíba;

- d) Como 90% da superfície do território maranhense é composta por um conjunto denso de rochas de natureza sedimentar, sobretudo com a presença de arenitos, há grandes extensões de armazenamentos subsuperficiais de águas a diversas profundidades (aquíferos), utilizados seja para o abastecimento humano e de manutenção de suas atividades básicas, seja para o comércio de água mineral. Nesta última atividade, a captação e comercialização de água mineral, fez do Maranhão um produtor autossuficiente;
- e) Na plataforma continental externa, em média até 20 km ao largo da Costa Oriental do Estado do Maranhão, encontram-se depósitos de algas calcárias, passíveis de utilização na indústria de cosméticos. Tal tipo de exploração na costa submersa do Estado iniciou-se em meados da década de 2000, a partir de prospecções realizadas por expedições que prospectavam recursos naturais na Costa Norte Brasileira (DIAS, 2008);
- f) A Reserva Biológica (REBIO) do Gurupi, Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral administrada pelo Governo Federal e situada na porção Oeste do Estado, na divisa com o Pará, apresenta em subsuperfície grande quantidade de bauxita (minério de alumínio);
- g) Nos terrenos sedimentares da Bacia do Parnaíba que possuem idade pré-mesozóica, ou seja, possuem mais que 250 M.A. (milhões de anos), é possível a ocorrência de carvão mineral. No entanto, o mapeamento e extensão exata desse composto petrográfico não foi realizado completamente;
- h) A plataforma continental ao largo do eixo Humberto de Campos – Araióses apresenta extenso campo de dunas subaquáticas, fornecedoras de sedimentos redistribuídos a longo da linha de costa e pela zona costeira continental, formando nas superfícies emersas desse setor grandes campos de dunas. Pelas suas características paisagísticas e forte apelo visual, cênico, apresentam-se desde o final da década de 1990 como um dos polos turísticos do Estado do Maranhão: o Polo “Lençóis Maranhenses”. Com área superior a 300.000 ha (hectares), os espaços das dunas móveis, que são intercaladas por lagoas temporárias ou permanentes de águas doces, têm gerado divisas financeiras ao município de Barreirinhas, principal espaço de recepção de turistas da região.

A **Figura 3.1** apresenta o mapa geológico do Maranhão de acordo com a CPRM-2013.

A **Figura 3.2** mostra o mapa geológico do Maranhão publicado pela Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais do IBGE (2011).

As **Figuras 3.3 a 3.14** mostram a geologia do estado do Maranhão recortado por bacia hidrográfica.



- Unidades Geológicas

000_MA_Geologia

C1po - Poti, Grupo Canindé

C2pi - Piauí, Grupo Balsas

D3C1l - Longá, Grupo Canindé

E13lm - Coberturas Lateríticas Maturas

J1_beta_m - Mosquito

J2pb - Pastos Bons

J3K1cd - Corda

K1_beta_s - Sardinha

K12it - Itapecuru

K1c - Codó

K1g - Grajaú

K2C_cortado_ip - Ipixuna

K2u - Urucuaia

N12b - Barreiras

N13li - Coberturas Lateríticas Imaturas

N34e - Depósitos eólicos continentais antigos

N34pb - Sedimentos Pós-Barreiras

NP1co - Anfibolito Cocal

NP1g - Gurupi

NP1gjr - Jaritequara

NP1mj - Marajupema

NPC_cortado_pi - Piriá

NQc - Depósitos colúvio-eluviais

P12pf - Pedra - de - Fogo, Grupo Balsas

P3m - Motuca, Grupo Balsas

PP2_alfa_di - Rio Diamante

PP2_alfa_sj - Vulcânica Serra do Jacaré

PP2_gamma_cx - Microtonalito Garimpo Caxias

PP2_gamma_mo - Granito Moça

PP2_gamma_ms - Granito Maria Suprema

PP2_gamma_nv - Granito Negra Velha

PP2_gamma_pb - Granófiro Piaba

PP2_gamma_r - Rosário

PP2_gamma_t - Tromai

PP2au - Aurizona

PP2aum - Matará

PP2aup - Pirocaua

PP2aur - Ramos

PP2ch - Chega Tudo

PP2chv - Chega Tudo_vulc?nica

PP2ia - Igarapé de Areia

PP2iv - Itaeva

PP2ivx - Itaeva xisto

PP32_alfa_ro - Vulcânica Rosilha

Q1di - Depósitos detriticos indiferenciados

Q1t - Depósitos de terraços

Q2a - Depósitos Aluvionares

Q2el - Depósitos eólicos litorâneos

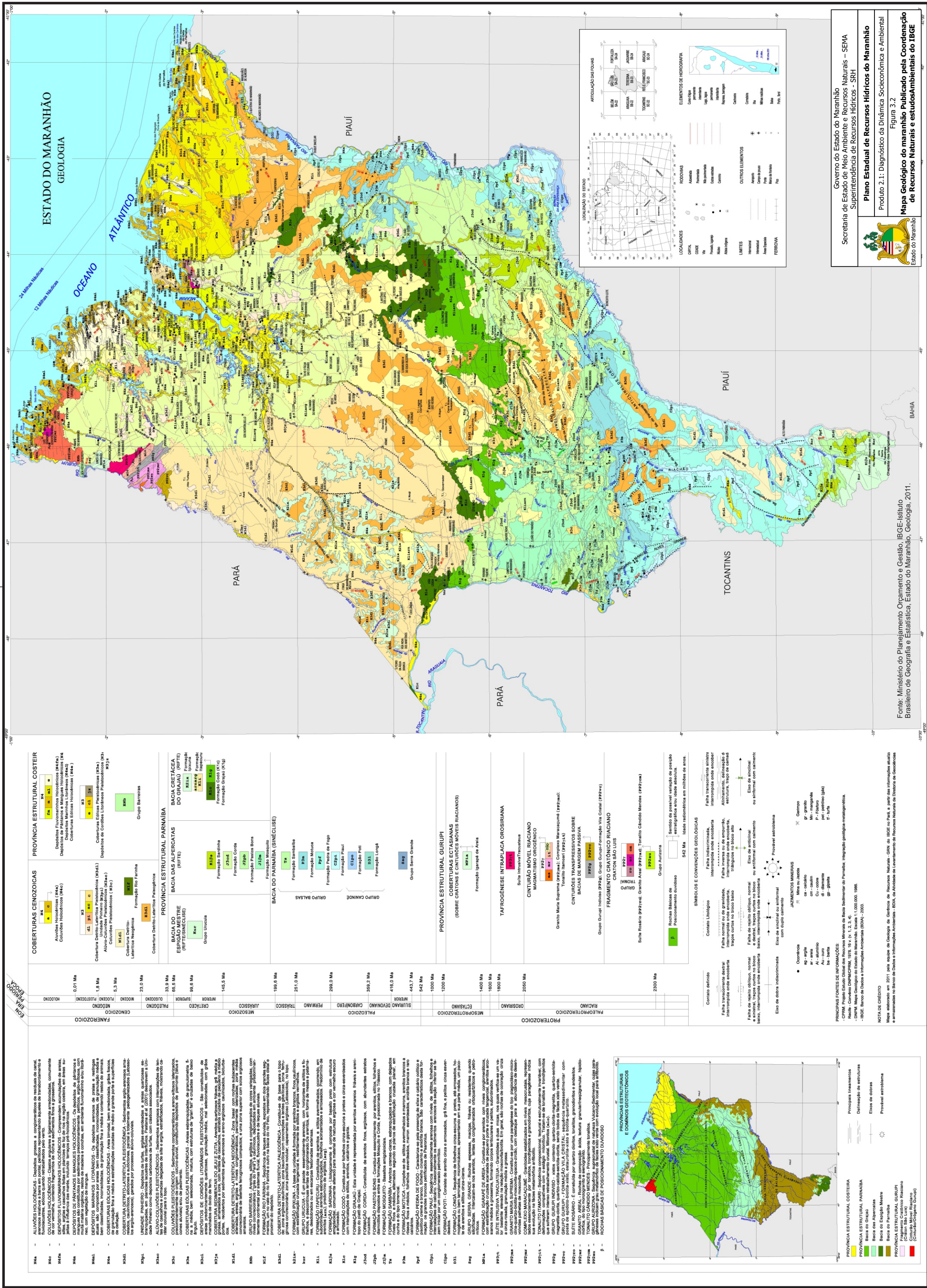
Q2l - Depósitos Litorâneos

Q2pm - Depósitos de pântanos e mangues

Qfl - Depósitos flúvio-lagunares

Ssg - Serra Grande

Ts - Sambaiiba, Grupo Balsas



-45°0'



-2°0'

-2°0'

-3°0'

-3°0'

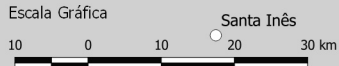
Legenda

- Sede Municipal (50 Mil habitantes ou mais)

Unidades Geológicas

- K12it - Itapecuru
- N12b - Barreiras
- N34pb - Sedimentos Pós-Barreiras
- Q2a - Depósitos Aluvionares
- Q2l - Depósitos Litorâneos
- Q2pm - Depósitos de pântanos e mangues
- Qfl - Depósitos flúvio-lagunares

Escala Gráfica



Fonte: Geológico NUGEO-UEMA, 2013.

São Luís Paço do Lumiar

Itapecuru Mirim

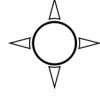
 Estado do Maranhão	Governo do Estado do Maranhão	
	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA	
	Superintendência de Recursos Hídricos - SRH	
	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão	
Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental		
Figura 3.3		
Geologia do Sistema Hidrológico do Litoral Ocidental		

-45°0'

-46°0'

-44°0'

-42°0'



Legenda

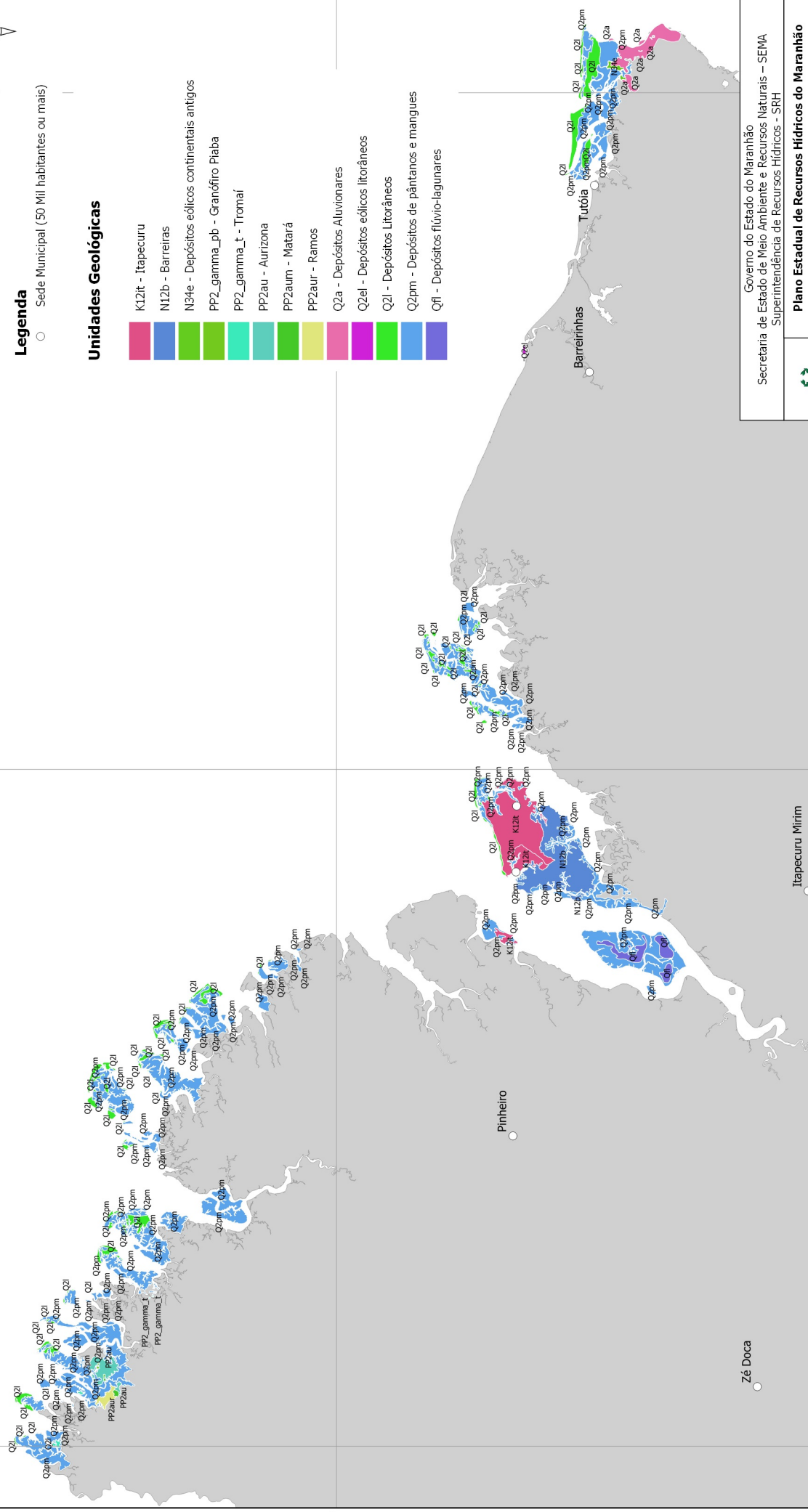
- Sede Municipal (50 Mil habitantes ou mais)

Unidades Geológicas

- | | |
|---|--|
|  | K12it - Itapecuru |
|  | N12b - Barreiras |
|  | N34e - Depósitos edáficos continentais antigos |
|  | PP2_gamma_pb - Grandíro Piaba |
|  | PP2_gamma_t - Tromai |
|  | PP2au - Aurizona |
|  | PP2aum - Matará |
|  | PP2aur - Ramos |
|  | Q2a - Depósitos Aluvionares |
|  | Q2el - Depósitos edáficos litorâneos |
|  | Q2l - Depósitos Litorâneos |
|  | Q2pm - Depósitos de pântanos e mangues |
|  | Q2fl - Depósitos flúvio-lagunares |

-2°0'

-2°0'



Zé Doca

Pinheiro

Itapecuru Mirim

Barreirinhas

Tutóia

Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos – SRH

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

Figura 3.4

Geologia do Sistema

Hidroológico do Ilhas Maranhenses



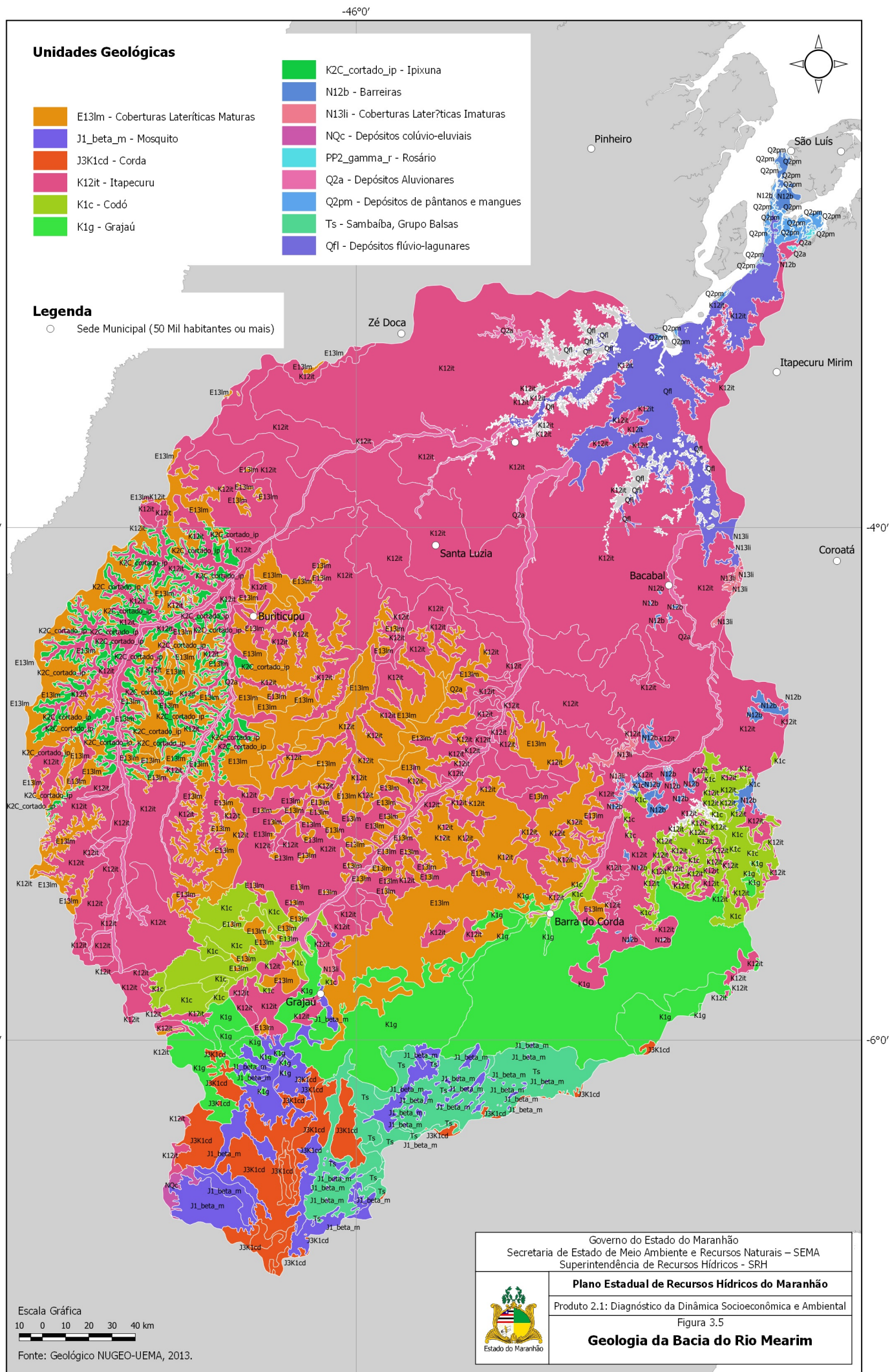
Escala Gráfica

Fonte: Geológico NUGEO-UEMA, 2013.

-46°0'

-44°0'

-42°0'



-46°0'

-44°0'

Legenda

- Sede Municipal (50 Mil habitantes ou mais)

Unidades Geológicas

- J1_beta_m - Mosquito
- J2pb - Pastos Bons
- J3K1cd - Corda
- K1_beta_s - Sardinha
- K12it - Itapecuru
- K1c - Codó
- K1g - Grajaú
- N12b - Barreiras
- N13li - Coberturas Lateríticas Imaturas
- N34e - Depósitos eólicos continentais antigos
- N34pb - Sedimentos Pós-Barreiras
- NQc - Depósitos colúvio-eluviais
- P12pf - Pedra - de - Fogo, Grupo Balsas
- P3m - Motuca, Grupo Balsas
- PP2_gamma_r - Rosário
- Q2a - Depósitos Aluvionares
- Q2pm - Depósitos de pântanos e mangues
- Qfl - Depósitos flúvio-lagunares
- Ts - Sambaíba, Grupo Balsas

-4°0'

-4°0'

-6°0'

-6°0'

Balsas

Escala Gráfica

10 0 10 20 30 40 km

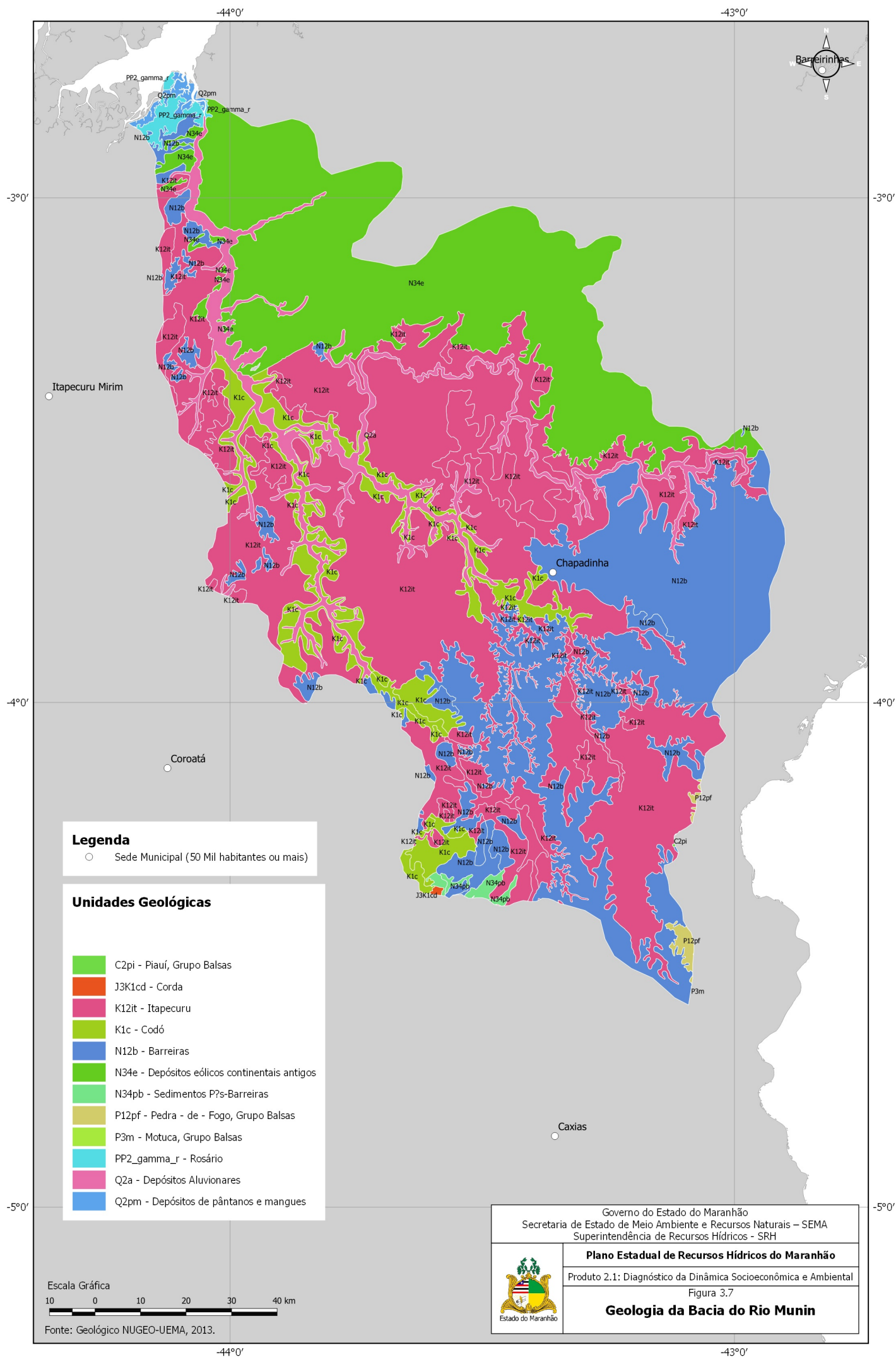
Fonte: Geológico NUGEO-UEMA, 2013.

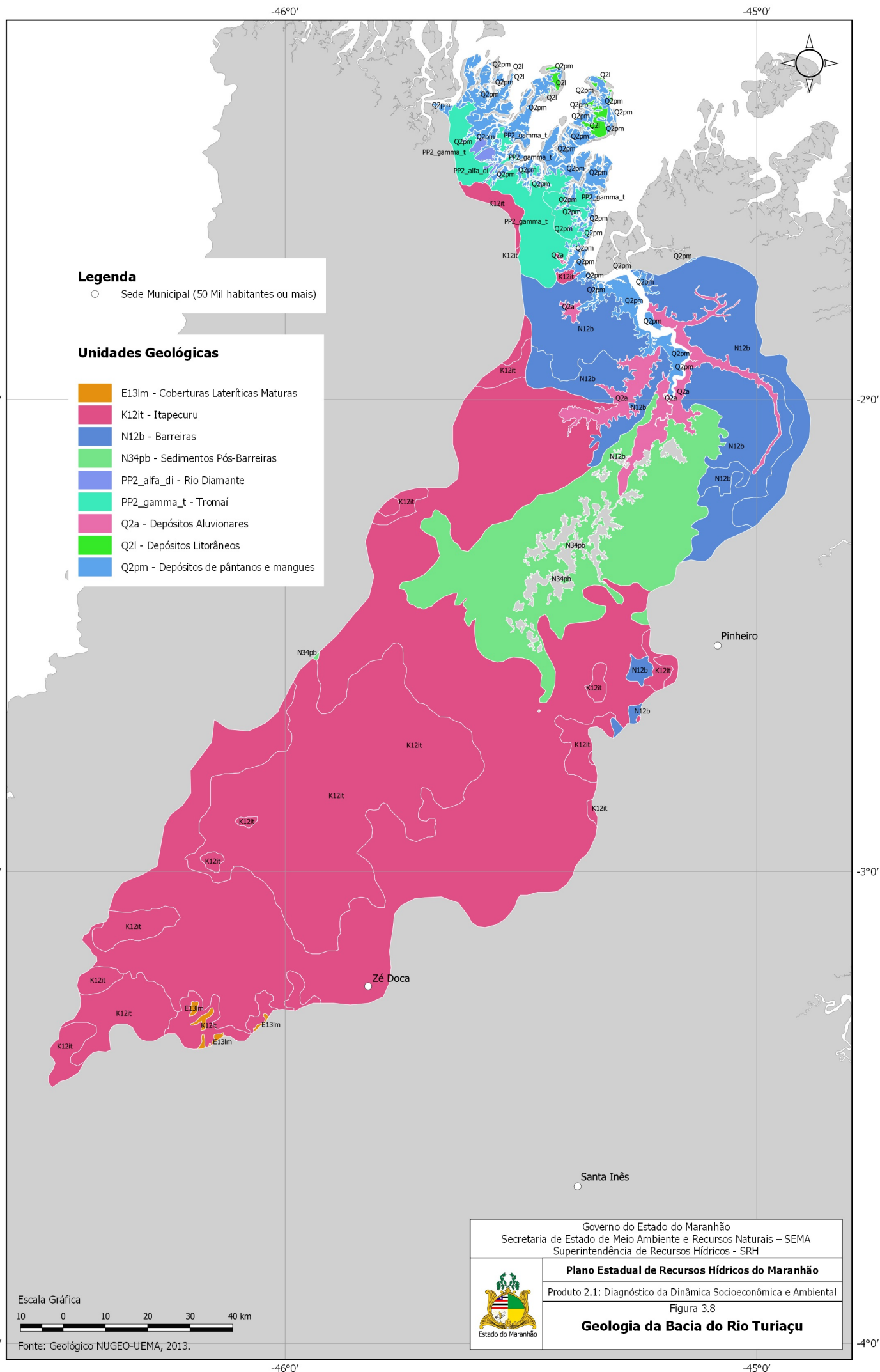
Governo do Estado do Maranhão Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA Superintendência de Recursos Hídricos - SRH	
 Estado do Maranhão	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão
	Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental
	Geologia da Bacia do Rio Itapecuru

Figura 3.6

-46°0'

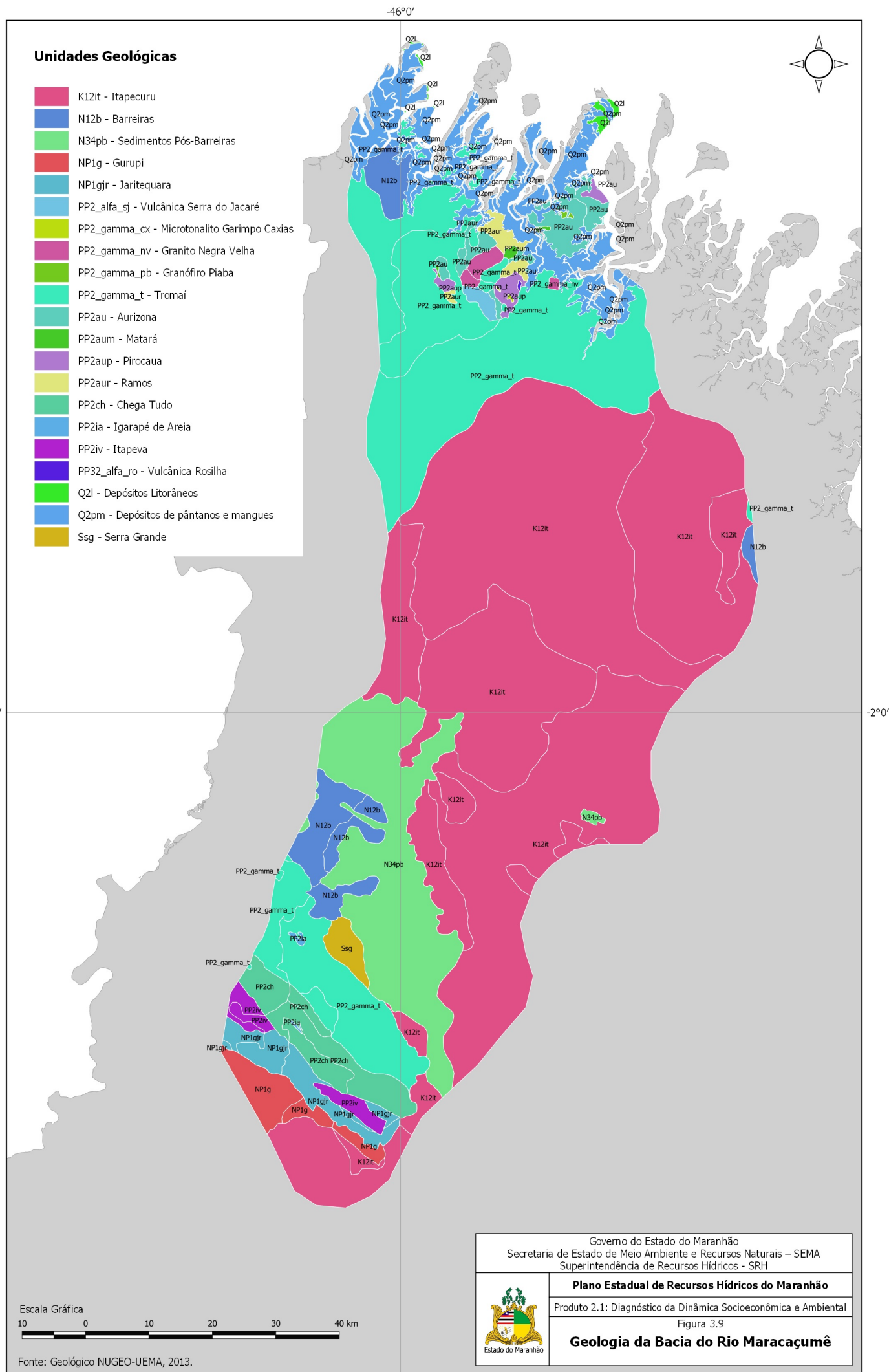
-44°0'





Unidades Geológicas

- K12it - Itapecuru
- N12b - Barreiras
- N34pb - Sedimentos Pós-Barreiras
- NP1g - Gurupi
- NP1gjr - Jaritequara
- PP2_alfa_sj - Vulcânica Serra do Jacaré
- PP2_gamma_cx - Microtonalito Garimpo Caxias
- PP2_gamma_nv - Granito Negra Velha
- PP2_gamma_pb - Granófiro Piaba
- PP2_gamma_t - Tromaí
- PP2au - Aurizona
- PP2aum - Matará
- PP2aup - Pirocaua
- PP2aur - Ramos
- PP2ch - Chega Tudo
- PP2ia - Igarapé de Areia
- PP2iv - Itapeva
- PP32_alfa_ro - Vulcânica Rosilha
- Q2l - Depósitos Litorâneos
- Q2pm - Depósitos de pântanos e mangues
- Ssg - Serra Grande



Escala Gráfica

10 0 10 20 30 40 km

Fonte: Geológico NUGEO-UEMA, 2013.

Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos - SRH

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

Figura 3.9

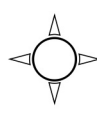
Geologia da Bacia do Rio Maracaçumé



Estado do Maranhão

-42°0'

-43°0'



Legenda

○ Sede Municipal (50 Mil habitantes ou mais)

Unidades Geológicas

- | | |
|--|--|
| | C1po - Poti, Grupo Canindé |
| | C2pi - Piauí, Grupo Balsas |
| | D3C1l - Longá, Grupo Canindé |
| | E13lm - Coberturas Lateríticas Maturas |
| | J1_beta_m - Mosquito |
| | J2pb - Pastos Bons |

Escala Gráfica



Fonte: Geológico NUgeo-UEMA, 2013.

Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos - SRH



Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

Figura 3.10

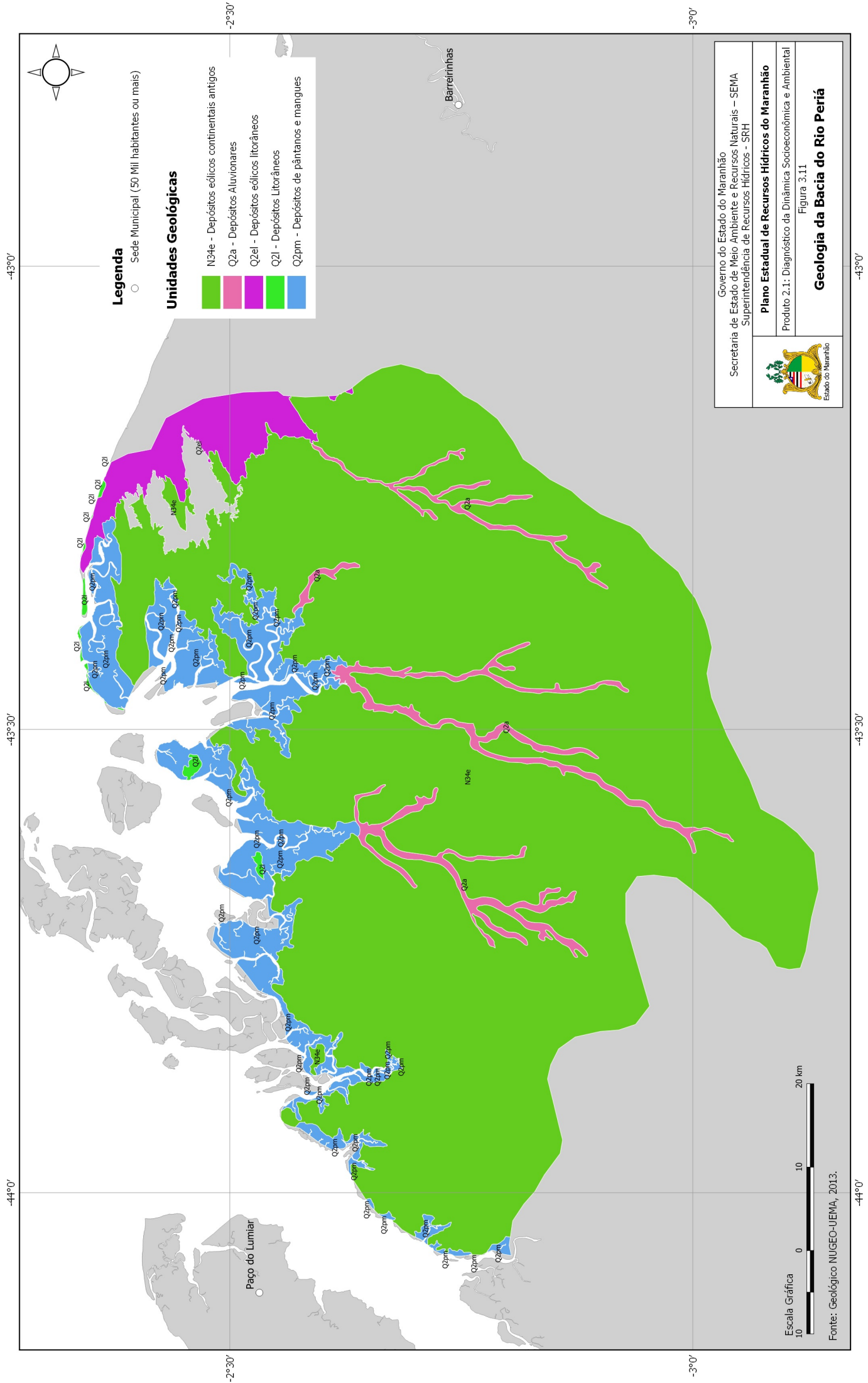
Geologia da Bacia do Rio Preguiças

-42°0'

-43°0'

-3°0'

-3°0'





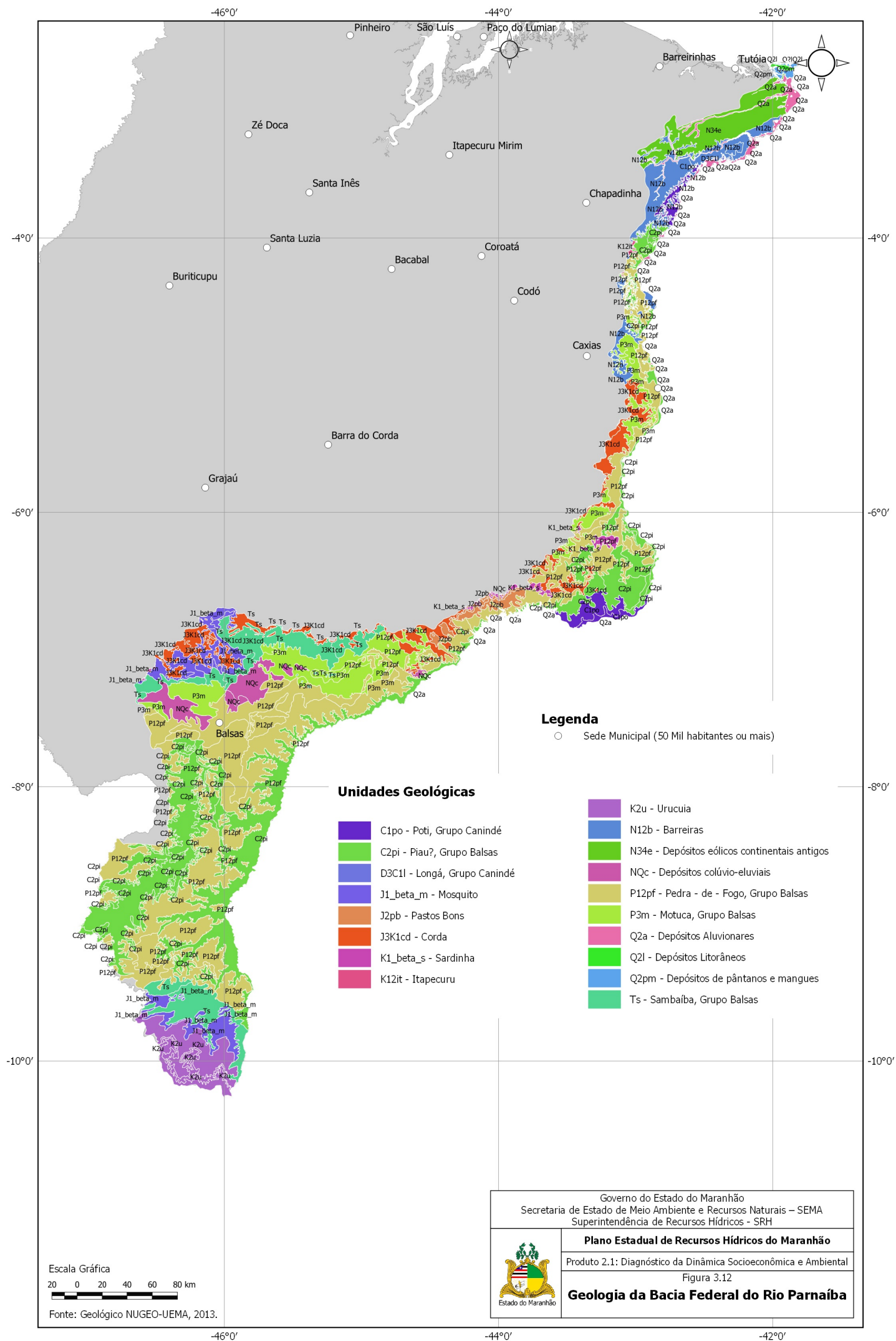
Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos – SRH

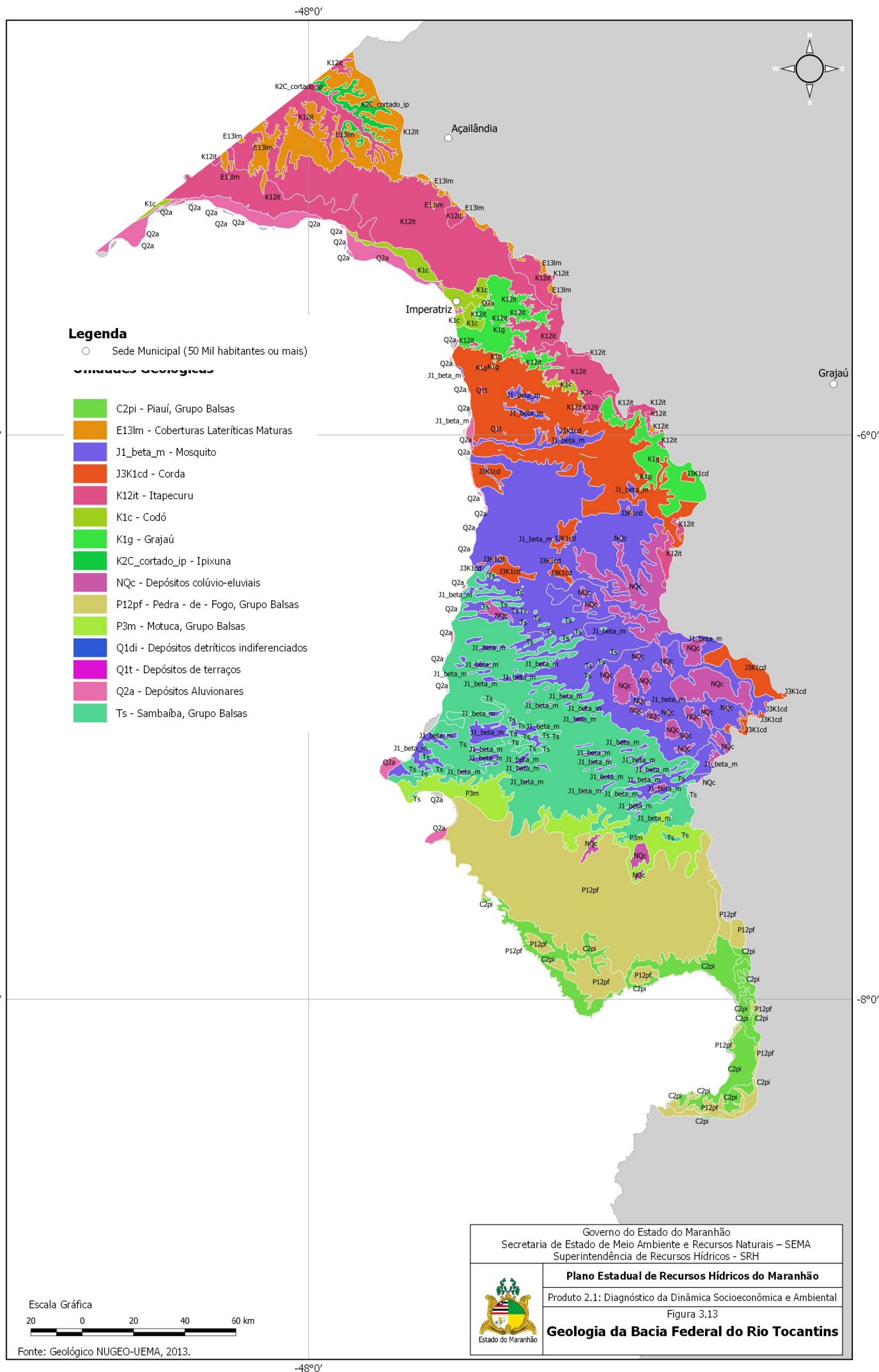
Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão
Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

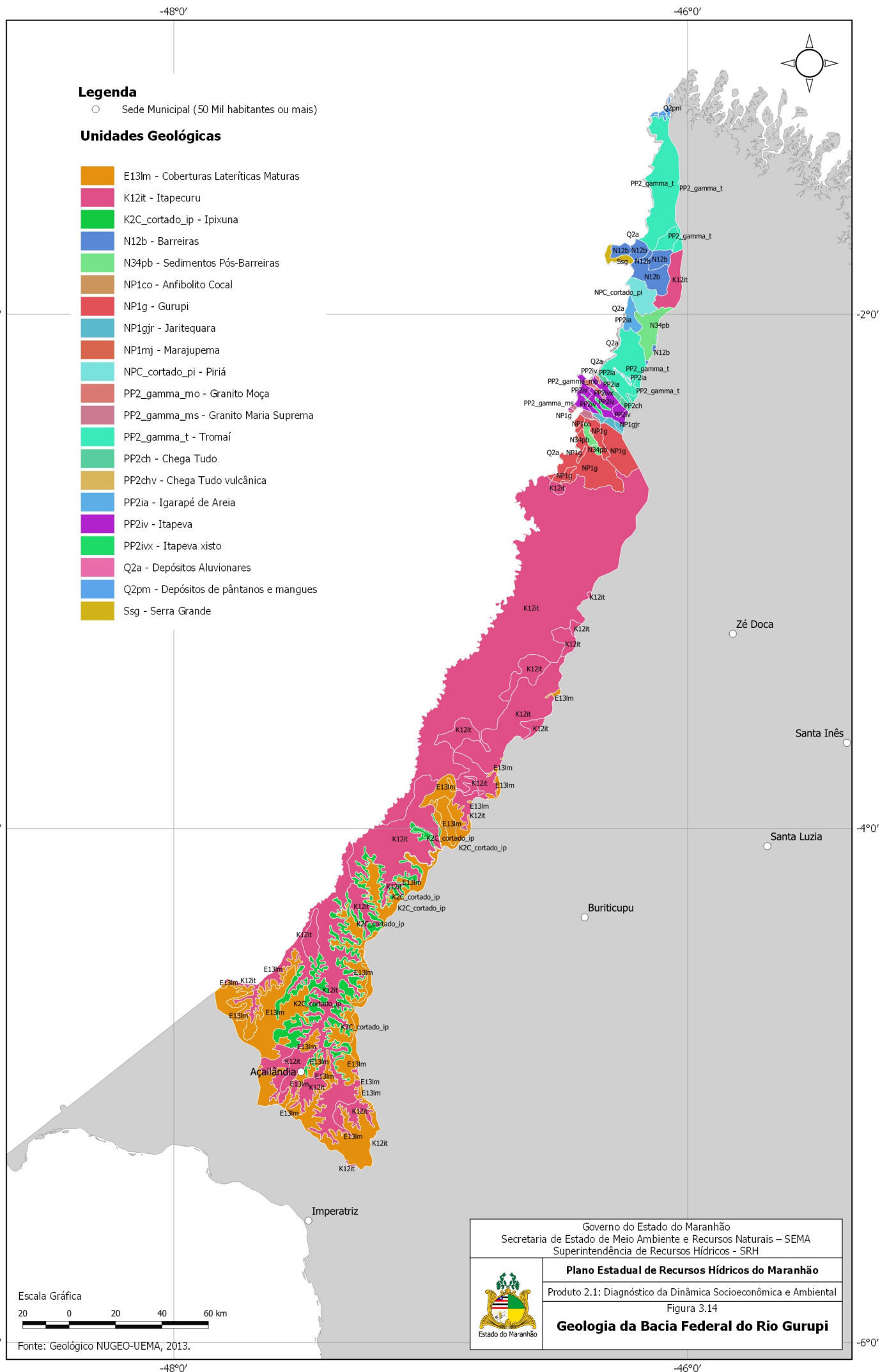
Figura 3.11
Geologia da Bacia do Rio Peria

Escala Gráfica
10 0 10 20 km

Fonte: Geológico NUGEO-UEMA, 2013.







3.2. Aspectos Geomorfológicos

3.2.1. Aspectos Gerais

Em um plano de Recursos Hídricos, o conhecimento do relevo é determinante por estabelecer as intensidades, direções e sentidos dos escoamentos das águas, bem como por propiciar a definição da delimitação das bacias hidrográficas. Como sabemos, a bacia hidrográfica se constitui como unidade de planejamento a ser considerada em qualquer estudo de recursos hídricos.

A descrição geomorfológica realizada foi extraída da publicação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Monitoramento por Satélite - Embrapa Cacaos/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO, constante no Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (Campinas - SP, 2013).

3.2.2. Descrição da Geomorfologia do Estado

Conforme consta no Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão e, de acordo com ALMEIDA et al., 1977; GÓES; FEIJÓ, 1994; KLEIN; SOUSA, 2012; VILAS-BOAS; ARAÚJO, 1999, o relevo do Estado caracteriza-se, basicamente, por baixas superfícies de aplainamento em meio a extensas planícies fluviomarinhas, baixos platôs e chapadas. Destas terras, 73,4% são sustentadas por rochas paleozoicas e mesozoicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, constituída pelas formações Serra Grande, Longá, Poti, Piauí, Pedra de Fogo, Motuca, Sambaíba, Pastos Bons, Corda, Grajaú, Codó, Itapecuru e derrames basálticos das formações Mosquito e Sardinha; 24% se apoiam em Coberturas Superficiais mais recentes (cenozoicas), como depósitos detrítico-lateríticos, Grupo Barreiras, Sedimentos Pós-Barreiras, planícies aluvionares, depósitos fluviolagunares, terraços fluviais e depósitos eólicos; 1,6% encontram-se sobre rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas do Cráton São Luís e Cinturão Gurupi; e 1% apoia-se em depósitos cretácicos da Formação Urucuia (Bacia Sanfranciscana).

O conjunto geológico, referido no parágrafo anterior, associado a eventos tectônicos prolongados decorrentes da abertura do Oceano Atlântico Equatorial, deu origem à formação de três superfícies de aplainamento:

- superfícies aplainadas, elaboradas durante o Neógeno, ajustadas no nível de base regional e modeladas em diversas rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba ou esculpidas sobre o embasamento ígneo-metamórfico do Cráton São Luís e Cinturão do Gurupi;

- coberturas detrítico-lateríticas resistentes ao intemperismo e à erosão, elaboradas em sua maioria durante o Paleógeno, constituídas por crostas ferruginosas (ou petroplintita), e sustentam relevos tabulares representados por baixos platôs e chapadas em distintas altitudes; e,
- Chapada do Espigão Mestre, que se configura numa superfície de aplainamento de maior altitude, de idade cretácica e sustentada pelo arenito Urucuia, localizada ao extremo sul do estado, superfície cimeira em escala subcontinental, localizada em grande parte do Brasil Central (Cordani et al. 2000).

O conjunto de superfícies tabulares citados, desdobradas de forma complexa em diferentes altitudes, alçadas por processo diferencial de soerguimento tectônico pós-cretácico da Bacia Sedimentar do Parnaíba e delineadas por diversos eventos de aplainamento regional (BARBOSA et al., 1973; ROSS, 1985), resultou em dissecação diferencial desses terrenos modelados em rochas sedimentares dos mais variados ambientes deposicionais da Bacia do Parnaíba (marinhos, litorâneos, fluviais, carbonáticos, eólicos e derrames vulcânicos) decorrentes dos processos denudacionais de aplainamento. O conjunto de extensas chapadas dispostas de forma descontínua, principalmente no centro e sul do estado, em cotas topográficas entre 200 m e 800 m de altitude de forma progressiva em direção ao sul do estado, teve origem no soerguimento continental da bacia sedimentar ao longo do Cenozoico (FEITOSA, 2006).

O conjunto de chapadas, frentes de cuevas e planaltos alçados com distintas cotas altimétricas pode ser relacionado a uma antiga superfície de aplainamento de idade paleógena, correlacionável à Superfície Sul-Americana (KING, 1956) desnivelada, posteriormente, por processos de aplainamentos parciais e soerguimento diferencial ou basculamento de blocos da Bacia do Parnaíba ao longo do Cenozoico (BARBOSA et al., 1973). Coberturas detríticas ou detrítico-lateríticas de idades paleógena e neógena atestam os processos de intemperismo químico e a antiguidade desse conjunto de superfícies tabulares reinantes no Maranhão. Mesmo assim, por meio de erosão diferencial das superfícies planálticas, houve o desenvolvimento de amplos vales abertos e superfícies interplanálticas, embutidas de dezenas a poucas centenas de metros abaixo dos topos das chapadas, dando origem a uma superfície de aplainamento mais moderna, de idade neógena (KING, 1956).

As superfícies tabulares presentes no estado podem ser estruturais (controladas pelo acamamento dos estratos sedimentares) ou erosivas, truncadas por diferentes fases de aplainamento. Os topos de chapadas estão mantidos por níveis de quartzo-arenitos

silicificados ou, mais frequentemente, por resistentes couraças detrito-lateríticas, muito comuns no Brasil Central e na Amazônia (CPRM, 2013).

Segundo Costa (1991), há dois eventos de laterização nos baixos platôs do oeste do Maranhão: o mais antigo, caracterizado por crostas lateríticas maduras, com desenvolvimento de horizonte aluminoso (bauxítico), de horizonte ferruginoso e concrecionário e, no topo, por Latossolo Amarelo argiloso de cobertura, resultante do intemperismo moderno; e o mais recente, caracterizado por crostas lateríticas imaturas, com desenvolvimento similar às maduras, porém incompleto, sem elaboração de horizonte aluminoso. O desenvolvimento de espessos mantos de alteração de espessura decamétrica ocorreu durante o Paleógeno, período de expressiva estabilidade morfodinâmica e pouca atividade tectônica. O processo contínuo de intemperismo e remobilização de óxidos e hidróxidos de ferro, manganês e alumínio deu origem a perfis lateríticos, bauxítico-ferruginosos, maduros, de expressiva importância mineral (COSTA, 1991; KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT, 1981) e que encontram-se em diversos topos aplainados e posicionados entre 270 m e 420 m de altitude.

3.2.2.1. Domínios Geomorfológicos

De acordo com a descrição dos aspectos geomorfológicos constantes do Macrozoneamento Econômico-ecológico do Estado do Maranhão (2013), o estado foi dividido em 19 domínios geomorfológicos, segundo os seguintes padrões de declividade e amplitude topográfica (**Tabelas 3.1 e 3.2 e Figura 3.15**).

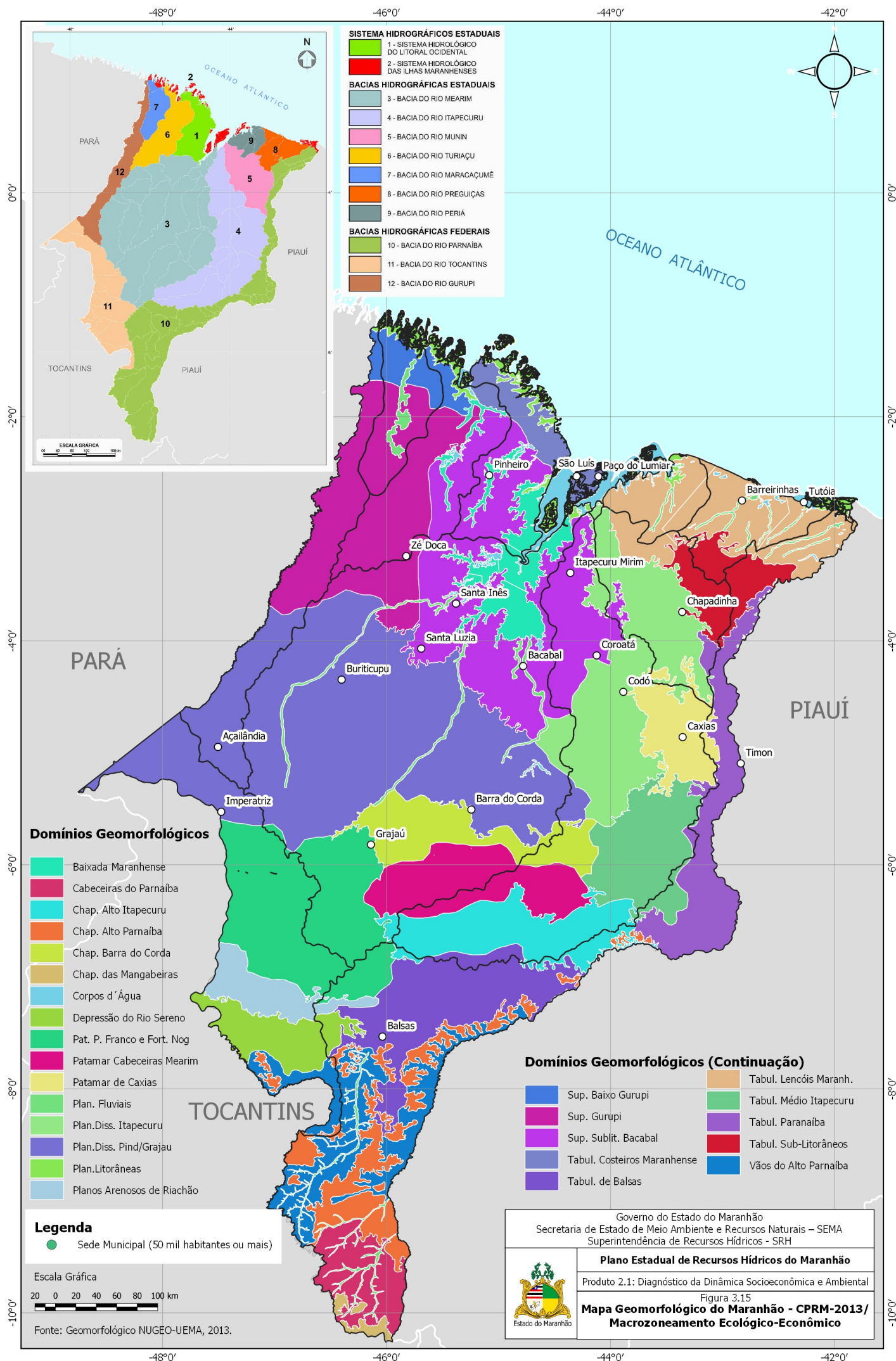
Tabela 3.1 - Declividade e amplitude topográfica das formas de relevo identificadas no Estado do Maranhão

Padrões de relevo	Declividade (graus)	Amplitude topográfica (m)
Planícies fluviais ou fluviolacustres (R1a)	0 a 3	0
Planícies fluviomarinhas (R1d)	0	0
Planícies costeiras (R1e)	0 a 5	2 a 20
Campos de dunas (R1f)	3 a 30	5 a 40
Tabuleiros (R2a1)	0 a 3	20 a 50
Tabuleiros dissecados (R2a2)	2 a 5	0 a 20
Baixos platôs (R2b1)	0 a 5	20 a 50
Baixos platôs dissecados (R2b2)	0 a 5	20 a 50
Planaltos (R2b3)	0 a 5	20 a 50
Chapadas e platôs (R2c)	0 a 5	0 a 20
Superfícies aplainadas conservadas (R3a1)	0 a 5	0 a 10
Superfícies aplainadas degradadas (R3a2)	0 a 5	10 a 30
Inselbergs (R3b)	25 a 60	50 a 500
Colinas amplas e suaves (R4a1)	3 a 10	20 a 50
Colinas dissecadas e morros baixos (R4a2)	5 a 20	30 a 80
Morros e serras baixas (R4b)	15 a 35	80 a 200
Escarpas serranas (R4d)	25 a 60	300 a 2.000
Degraus estruturais e rebordos erosivos (R4e)	10 a 45	50 a 200
Vales encaixados (R4f)	10 a 45	100 a 300

Fonte: CPRM (2013).

Tabela 3.2 - Domínios geomorfológicos do Maranhão e padrões de relevo.

Domínios Geomorfológicos				Padrões de Relevo		
Baixos Platôs de Barra do Corda	(R2b1)			(R2b2)		
Chapada das Mangabeiras	(R2c)		(R4d)		(R4e)	
Chapadas do Alto Rio Itapecuru	(R2b1)	(R2b3)	(R3a2)	(R4a2)		(R4e)
Chapadas do Alto Rio Parnaíba	(R2b1)	(R2b3)	(R3a2)	(R4a2)	(R4e)	(R4f)
Chapadas e Mesetas de Estreito-Carolina		(R2b3)		(R3a2)		
Delta do Parnaíba	(R1a)	(R1d)		(R1e)		(R1f)
Depressão Interplanáltica de Balsas		(R2b1)	(R2b2)		(R3a2)	
Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins	(R1a)	(R2b1)	(R3a2)	(R4a1)	(R4a2)	(R4b)
Golfão e Baixada Maranhense		(R1d)			(R1e)	
Lençóis Maranhenses			(R1f)			
Litoral das Reentrâncias Maranhenses	(R1a)	(R1d)	(R1e)	(R2a1)	(R2a2)	(R3a2)
Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú	(R2b1)	(R2b2)	(R2b3)	(R4a2)	(R4b)	(R4f)
Sup. Tab. das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim	(R2b1)	(R2b2)		(R3a2)		(R4a2)
Superfície Sublitorânea Bacabal		(R3a2)			(R4a1)	
Superfícies Aplainadas da Bacia do Parnaíba	(R1a)		(R3a2)		(R4e)	
Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão	(R1a)	(R2b2)	(R3a2)	(R4a1)		(R4a2)
Superfícies Tabulares da Bacia do Rio Parnaíba	(R2b1)	(R2b2)		(R2b3)		(R4e)
Tabuleiros de Chapadinha		(R2b1)		(R2b2)		
Tabuleiros de São Luís de Alcântara-Guimarães	(R1d)	(R2a1)	(R2a2)	(R4a1)		(R4a2)



3.2.2.2. *Planície Costeira do Maranhão*

A Planície Costeira do Maranhão ocupa a faixa litorânea do estado com extensão aproximada de 640 km. De acordo com Feitosa (2006), está subdividida em quatro domínios: Reentrâncias Maranhenses, na costa úmida oeste-noroeste, com vastas planícies de marés (mangues); Golfão Maranhense, a mais pronunciada reentrância; costa leste, com extensos campos de dunas móveis ou fixas de clima semiúmido; e a planície deltaica do Rio Parnaíba.

3.2.2.3. *Litoral das Reentrâncias Maranhenses*

Este domínio geomorfológico é ainda denominado de “Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia” (SOUZA FILHO, 2005), caracterizando-se por seu contorno extremamente recortado em rias e estuários (BARBOSA; NOVAES PINTO, 1973), alternando prolongados espigões de manguezais e planícies salinas, frequentemente ancoradas por cordões de areia que geram, à sua retaguarda, um ambiente de baixa energia, propício à sedimentação das planícies fluviomarinhas, com extensos canais de maré que adentram até cerca de 20 km ao continente, dominados por macromarés de até 7 m de amplitude. Entre essas zonas estuarinas, com paleofalésias modeladas pela Transgressão Flandriana de idade holocênica, destacam-se “baías” que desembocam em forma de ria dos rios. Essas extensas zonas estuarinas, em litoral recortado, estão diretamente associadas ao entalhe dos baixos platôs em condições de linha de costa regressiva nos períodos glaciais que ocorreram ao longo do Quaternário. A gênese dessas rias está relacionada à ocorrência de movimentos neotectônicos, assim como sua orientação está associada à atuação de falhas transcorrentes de direção SW-NE durante o Mioceno-Plioceno. Essa unidade está inserida entre a linha de costa e a vasta superfície do noroeste do Maranhão (**R3a2**), drenada pelos rios Gurupi e Turiaçu, entre os principais, assim como pelos tabuleiros costeiros embasados por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras ou da Formação Itapecuru (**R2a1** e **R2a2**). Esses tabuleiros estão, por vezes, delimitados por proeminentes falésias ativas na Península de Alcântara e na costa oeste da Baía de São Marcos. A unidade, gerada em ambiente deposicional de macromarés, apresenta um conjunto de feições deposicionais de origens fluvial e marinha. Esse domínio abrange extensas planícies fluviomarinhas (**R1d**), ressaltando-se a ocorrência de exíguas planícies costeiras (**R1e**) e aluviais (**R1a**). Destaca-se, nesse contexto, vasto domínio de terras baixas e inundáveis, com recobrimento espreado de formações pioneiras de interface entre os ambientes continental e marinho, ocupadas por vastos manguezais. As planícies fluviomarinhas intermarés, constituídas por sedimentos inconsolidados de idade holocênica,

consistem de terrenos argilosos ou argiloarenosos ricos em matéria orgânica, caracterizados como Solos de Mangue, Gleissolos Sálcos e Gleissolos Tiomórficos (IBGE, 2011).

3.2.2.4. *Golfão e Baixada Maranhense*

O Golfão Maranhense consiste na grande reentrância central do litoral do Estado do Maranhão, constituída pelas baías do Cumã, São José, São Marcos e Tubarão (FEITOSA, 2006), gerando, em sua retroárea, vasta planície fluviomarinha de topografia extremamente plana e praticamente ajustada ao nível de base geral, denominada Baixada Maranhense. Essa extensa planície interior é constituída por uma superfície sazonalmente inundada de pântanos de água doce (ou campos hidrófilos de várzea), lagos intermitentes, campos halófilos de várzea, pântanos salinos (ou apicuns), manguezais, planícies de maré lamosa (ou coroas de lama) e canais estuarinos (TEIXEIRA; SOUZA FILHO, 2009), para onde convergem os principais rios genuinamente maranhenses: Itapecuru, Munim, Mearim, Grajaú e Pindaré. Trata-se de um “Pantanal Maranhense”. Extensos manguezais são observados ao longo da orla das baías e dos estuários e na Ilha do Caranguejo. Ab’Saber (1960) destaca a gênese dessa vasta planície inundável interiorana, elaborada à retaguarda da Ilha de São Luís, pontilhada de morrotes residuais e extensos lagos, denominada Baixada de Perizes. A oeste da Baía de São José e ao longo da Baía do Cumã, o Golfão Maranhense está bruscamente delimitado por falésias e colinas tabulares dos Tabuleiros Costeiros de Alcântara-Guimarães.

A leste das baías de São José e de Tubarão, o Golfão Maranhense delimita-se com os Lençóis Maranhenses. Por fim, o recôncavo da Baixada Maranhense é amplamente circundado por terrenos aplainados da Superfície Sublitorânea de Bacabal. Essa unidade parece estar associada a extensa zona de subsidência tectônica, controlada por falhas normais e transcorrentes de direções NNE-SSW e ENE-WSW (IBGE, 2011b), que orientam a direção principal do Golfão, o contorno da Ilha de São Luís e os baixos cursos dos rios principais convergentes (COSTA et al., 1996; FERREIRA JÚNIOR et al., 1996a). Em superfície, registra-se diversificado conjunto de ambientes deposicionais de origens fluvial, fluviomarinha, lacustre ou mista. Em toda a região destaca-se grande domínio das planícies fluviomarinhas (**R1d**), com predomínio de mangues na orla das baías e estuários e de vegetação de brejo na baixada interior. Na porção norte-nordeste da Ilha de São Luís e em trechos restritos de esporões da Baía de Tubarão, verificam-se exíguos cordões arenosos litorâneos (**R1e**), sendo que alguns deles apresentam retrabalhamento eólico, gerando restritos campos de dunas. Entre os vastos terrenos baixos e alagadiços que caracterizam a extensa zona deposicional da Baixada Maranhense, ressalta-se a Ilha de São Luís. A partir da

transgressão flandriana, registrada no atual período interglacial holocênico, processou-se expressivo entulhamento sedimentar da vasta depressão topográfica representada pelo Golfão Maranhense. Esses vales escavados foram submersos, gerando, respectivamente, as atuais baías de São José e de São Marcos, individualizadas, justamente, pela Ilha de São Luís (AB'SABER, 1960). Destacam-se, ainda, na porção mais interiorana do Golfão Maranhense, grandes formações lacustres situadas no interior da planície fluviomarinha, mas já a montante do estuário do Mearim, tais como os lagos Açu, de Viana, Cajari, Penalva e de Pindaré-Mirim, entre os maiores. Esses corpos d'água foram gerados por sedimentação fluvial dos baixos cursos dos rios Pindaré e Mearim, que bloquearam pequenos vales tributários escavados, originando tais lagos em meio à baixada (AB'SABER, 1960). Teixeira e Souza Filho (2009) ressaltam que os referidos lagos são bastante rasos e intermitentes, secando durante o período de estiagem. Ferreira Jr. et al. (1996a) sugerem origem neotectônica para alguns desses lagos, resultantes de bloqueio dos rios Turiaçu e Pericumã, em decorrência da rotação de blocos basculados. Essa unidade consiste, portanto, de vastas planícies fluviolacustres e fluviomarinhas constituídas por sedimentos inconsolidados de idade holocênica. São terrenos argilosos e ricos em matéria orgânica, com predomínio de Gleissolos Hápticos, Gleissolos Sálcos, Gleissolos Tiomórficos e Solos de Manguê (IBGE, 2011).

3.2.2.5. *Lençóis Maranhenses*

A unidade geomorfológica Lençóis Maranhenses situa-se entre a linha de costa e a planície fluvial do Rio Munim e os Tabuleiros Costeiros da região de Chapadinha, sendo que estes são, em grande parte, sustentados por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras. Esse domínio abrange diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origem eólica (**R1f**) e representa a mais extensa área de sedimentação eólica de idade quaternária no Brasil, apresentando grande diversidade de dunas, tais como barcanas e parabólicas, entre as principais (GONÇALVES et al., 2003). Predominam solos essencialmente quartzosos, muito profundos, com pequena adesão e coesão entre suas partículas, com baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes, correspondendo a Neossolos Quartzarênicos. Quando ocorre acúmulo de matéria orgânica em profundidade, em decorrência da translocação, formam-se Espodossolos Ferri-Humilúvicos. Importantes áreas de manguezais também se desenvolvem ao longo dos baixos cursos dos rios Piriá, Preguiças e Novo. Os Lençóis Maranhenses podem ser subdivididos de duas maneiras em que destaca-se o contraste entre as dunas móveis e as fixas:

- Dunas móveis, predominantemente do tipo barcanas (GASTÃO; MAIA, 2010), de grande beleza cênica e com acumulações que atingem de 30 m a 40 m de altura, ocupam áreas mais restritas junto à linha de costa, próximo às localidades de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas, Paulino Neves e Tutóia;
- Dunas fixas encontram-se em vastos campos sobre planícies quaternárias ou galgando os tabuleiros costeiros, revestidas com vegetação pioneira ou de campo-cerrado. Esses campos de dunas, que se espriam em meio aos tabuleiros do Grupo Barreiras, estendem-se de 50 km a 120 km interior adentro, atingindo as localidades de Urbano Santos e Santana do Maranhão. Entretanto, a compartimentação geotectônica da costa leste do Estado do Maranhão permite também proceder a uma divisão distinta dos Lençóis Maranhenses, sendo delimitada por nítido lineamento SW-NE entre as localidades de Presidente Vargas, Belágua e Barreirinhas, condicionada pelo arco tectônico Ferrer-Urbano Santos, originado durante a abertura do Oceano Atlântico (BARBOSA; NOVAES PINTO, 1973; GASTÃO; MAIA, 2010; GÓES; ROSSETTI, 2001). Datações por termoluminiscência realizadas por Santos (2008) e Santos e Silva (2009) registram esparsas idades pleistocênicas para os campos de dunas mais interioranos (até 23.800 anos AP). Entretanto, a maioria dos registros acusa idades holocênicas, entre 7.200 e 3.000 anos AP. Segundo os autores citados, a maior atividade eólica associada à geração dos campos de dunas nos Lençóis Maranhenses está diretamente associada à ocorrência de paleoclimas mais áridos durante o Holoceno. Dunas intercaladas com lagoas rasas interdunares sazonais, cujo piso é formado pelo Grupo Barreiras, representam as feições dominantes nos Lençóis Maranhenses. Tais lagoas são geradas durante o período úmido, quando o nível freático regional está mais elevado, formando um cenário geomorfológico de espetacular beleza e grande potencial geoturístico para todo o litoral leste maranhense, com aproveitamento turístico na cidade de Barreirinhas, com expressiva geração de emprego e renda para a população local. Essa unidade consiste, portanto, de vastos campos de dunas móveis e fixas constituídas por sedimentos eólicos inconsolidados de idade holocênica. São terrenos arenosos e bem selecionados, que, quando revestidos de vegetação, geram Neossolos Quartzarênicos órticos e, subordinadamente, Latossolos Amarelos distróficos, principalmente em direção ao interior, onde se verifica maior participação dos sedimentos do Grupo Barreiras (IBGE, 2011a).

Delta do Parnaíba – Essa unidade, caracterizada por um ambiente deltaico de interface entre os sistemas sedimentares fluviais e marinhos, apresenta diversificado conjunto de feições

deposicionais de origens fluvial, fluviomarinha, eólica e marinha, com marcante domínio das planícies fluviomarinhas e mangues (**R1d**). Destaca-se, todavia, a ocorrência de canais distributários paralelos à linha de costa, bloqueados por cordões arenosos (**R1e**), por vezes retrabalhados em campos de dunas (**R1f**) gerados junto ao litoral. Nesse ambiente de baixa energia do interior da planície deltaica, desenvolvem-se extensas áreas de manguezais. A vegetação de mangue tem grande importância para a bioestabilização da planície fluviomarinha e na deposição de sedimentos fluviais em suas margens. Na planície deltaica do Rio Parnaíba, os manguezais funcionam como área de amortecimento dos impactos provocados por inundações fluviais e avanços do mar (FERREIRA; DANTAS, 2010). Acrescente-se sua importância ecológica, por se tratar de berçário para a reprodução de várias espécies de crustáceos e peixes. Apenas a montante da localidade de Araiões observa-se sedimentação tipicamente aluvial, gerando as amplas planícies de inundação (**R1a**) do baixo curso do Rio Parnaíba. Essa planície fluviodeltaica, constituída por sedimentos inconsolidados de idade holocênica, consiste de terrenos argilosos ou argiloarenosos ricos em matéria orgânica, caracterizados como Solos de Mangue e Gleissolos Sálcos. Na porção interna do delta, dominada pela planície aluvionar, predominam solos profundos, estratificados, de boa fertilidade natural, compreendendo Neossolos Flúvicos eutróficos (IBGE, 2011a). Os estudos efetuados no âmbito do ZEE Baixo Parnaíba (BRASIL, 2002b) enfatizam a riqueza natural da região e seu potencial geoturístico, além de sua expressiva fragilidade ambiental. As cidades principais do Delta do Parnaíba são: Tutóia, Água Doce do Maranhão e Araiões.

3.2.2.6. *Tabuleiros Costeiros*

Os Tabuleiros Costeiros, no Estado do Maranhão, são sustentados, em geral, por rochas sedimentares pouco litificadas, de idade neógena, do Grupo Barreiras, sobrepostas a rochas sedimentares da Formação Itapecuru. Constituem formas de relevo tabulares, apresentando extensos topos planos, com predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão.

Tabuleiros de Chapadinha – São sustentados, em geral, por rochas sedimentares pouco litificadas, de idade neógena, do Grupo Barreiras, sobrepostas a rochas sedimentares da Formação Itapecuru. Consistem de formas de relevo tabulares, apresentando extensos topos planos, com predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão. A unidade é representada por extensa superfície planáltica conservada e demarcada por curtos rebordos erosivos, com caimento muito suave

de sul para norte, apresentando baixíssima densidade de drenagem (**R2b1**), todavia ligeiramente mais elevada que as superfícies dissecadas circunjacentes (**R2b2**). Essa vasta superfície tabular registra, portanto, cotas baixas, que variam entre 80 m e 120 m. Sobre esses baixos platôs não dissecados desenvolvem-se solos muito profundos ($> 2,0$ m), bem drenados e de baixa fertilidade natural, predominando, nas planuras dos topos dos baixos platôs, Latossolos Amarelos distróficos, e, nas áreas levemente dissecadas, Plintossolos Pétricos concrecionários argissólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos petroplínticos (IBGE, 2011a). A ocorrência de solos concrecionários sugere que houve alternância de períodos de encharcamento e secagem no passado, estando hoje esse processo superado, sendo os solos permeáveis.

Tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimarães – Os tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimarães, denominados Tabuleiros Costeiros Maranhenses pelo IBGE (2011c), são sustentados por sedimentos do Grupo Barreiras ou, subordinadamente, por espessos regolitos de arenitos muito intemperizados, de idade cretácica, da Formação Itapecuru. Essa unidade é seccionada por profundas reentrâncias formadas pelas baías ou estuários de Turiaçu, do Cumã e de São Marcos e está delimitada, a sul e sudoeste, pela Superfície do Noroeste do Maranhão e Baixada Maranhense. A norte, os tabuleiros se encerram, por vezes, de forma abrupta, por meio de falésias e paleofalésias, com extensas planícies fluviomarinhas e mangues (**R1d**) do litoral noroeste do Maranhão. É representada por extensos tabuleiros de baixa amplitude de relevo (invariavelmente inferiores a 30 m) (**R2a1**). Entretanto, na porção interior da Península de Alcântara e da Ilha-península de São Luís, os tabuleiros encontram-se mais intensamente esculpidos em relevo de baixos platôs dissecados (**R2a2**) e colinas tabulares (**R4a1** e **R4a2**), francamente entalhados por uma rede de canais de moderada densidade de drenagem. Essa vasta superfície tabular, mais ou menos dissecada, apresenta cotas baixas que variam entre 30 m e 70 m. Em situação diversa à observada no conjunto dos tabuleiros, esses tabuleiros dissecados apresentam suscetibilidade à erosão de moderada a alta, em decorrência da franca exposição dos espessos pacotes de arenitos arcoseanos friáveis.

3.2.2.7. *Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão*

O domínio geomorfológico Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão, anteriormente denominado Superfície do Rio Gurupi (DANTAS; TEIXEIRA, 2011; IBGE, 1995), é sustentado tanto pelo embasamento ígneo-metamórfico do Cráton São Luís quanto por coberturas sedimentares de idade cretácica da Formação Itapecuru. Essa nova proposta de denominação é justificada pelo fato de que esses terrenos transcendem a área drenada pelo

Rio Gurupi e abrangem, também, extensas porções das bacias hidrográficas dos rios Maracaçumé, Turiaçu e Pericumã, entre as principais. Esse domínio é delimitado, a norte, pelas planícies fluviomarinhas das Reentrâncias Maranhenses; a leste, pelo Golfão e pela Baixada Maranhense; e a sul, pelo *front* entalhado do Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú. Por fim, esse domínio estende-se a oeste, adentrando pelo território do Pará. É representado por extensa superfície arrasada por processos de erosão generalizados do relevo, mantendo-se uma superfície de erosão conservada ou levemente reafeiçoada durante o Quaternário, com caimento muito suave de sul para norte, apresentando densidade de drenagem de baixa a moderada. Esse conjunto de superfícies aplainadas registra, portanto, cotas baixas que variam entre 20 m e 130 m, com elevações residuais que não ultrapassam 250 m de altitude. Consiste de relevo modelado em diversificado substrato geológico, profundamente arrasado por prolongados processos de denudação e aplainamento e submetido à forte atuação do intemperismo químico, gerando espessos regolitos. A resultante geomorfológica é um cenário de vastas e monótonas superfícies de aplainamento (**R3a2**), por vezes desfeitas em relevo colinoso de baixa amplitude de relevo (**R4a1**). Tal relevo torna-se mais expressivo sobre o embasamento ígneo-metamórfico de idade pré-cambriana do Cráton São Luís. Ressaltam-se, de forma esparsa, pequenas cristas isoladas (**R4a2**) e *inselbergs* (R3b), mantidas por rochas muito resistentes ao intemperismo e à erosão, ou baixos platôs dissecados (**R2b2**), sustentados por crostas lateríticas. Todas essas formas estão ligeiramente mais elevadas frente ao piso da paisagem regional. Destacam-se, ainda, nesse domínio, vastas zonas abaciadas ocupadas por extensas planícies de inundação e formações lacustres (**R1a**), especialmente ao longo dos baixos cursos dos rios Turiaçu e Pericumã. A unidade apresenta padrão de drenagem variável, de dendrítico a subdendrítico, a paralelo e retangular, com ocorrência de cotovelos de drenagem, o que denota expressivo controle estrutural na configuração da rede de drenagem e na gênese dos lagos, em decorrência da reativação neotectônica de estruturas originadas no Mesozoico durante a abertura do Oceano Atlântico Equatorial (COSTA et al., 1996; FERREIRA JÚNIOR et al., 1996a, 1996b; MARTINS et al., 2007). Esse conjunto de formas de relevo resulta do arrasamento generalizado de um complexo substrato geológico que compreende arenitos arcoseanos, siltitos e argilitos da Formação Itapecuru, que ocupam a maior parte da área, e rochas do Cráton São Luís. Esse cráton, estabilizado desde o Paleoproterozoico, é constituído, predominantemente, por rochas ígneas da Suíte Intrusiva Tromai (tonalitos, dioritos, granodioritos e monzogranitos). Em menor proporção, afloram rochas metavulcânicas, anfibolitos, quartzitos e xistos das formações Aurizona, Pirocaua, Matará e Chega-Tudo. Ao redor do escudo cratônico, aflora uma faixa de dobramentos, de

idade neoproterozoica, constituída, predominantemente, por xistos e quartzitos das formações Gurupi e Jaritequara.

3.2.2.8. *Superfície Sublitorânea de Bacabal*

A Superfície Sublitorânea de Bacabal, seguindo denominação proposta por Barbosa e Novaes Pinto (1973), representa um relevo monótono caracterizado por vastas superfícies de aplainamento (**R3a2**), com topografia de plana a levemente ondulada e, subordinadamente, por colinas baixas e suaves (**R4a1**), modeladas em vales amplos com densidade de drenagem de baixa a moderada e padrão dendrítico. A Mesopotâmia Maranhense constitui-se de terrenos planos, adjacentes às baixadas alagadas e às formações lacustres, apresentando, inclusive, zonas abaciadas inundáveis em seu interior. Tais superfícies aplainadas estão embasadas integralmente por arenitos imaturos, calcários, siltitos e argilitos de idade cretácica da Formação Itapecuru. Frequentemente, esses terrenos estão revestidos com perfis detrítico-lateríticos imaturos no nível das superfícies de aplainamento. Consiste em extensa superfície de erosão conservada ou levemente remodelada em colinas muito amplas. Esse conjunto de superfícies aplainadas está ajustado no nível de base do Golfão Maranhense e registra cotas muito baixas, que variam entre 10 m e 70 m de altitude, sem ocorrência expressiva de relevos residuais.

3.2.2.9. *Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba*

As Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba, seguindo denominação proposta por Ferreira e Dantas (2010) para o Estado do Piauí, consistem em um conjunto de superfícies aplainadas em diferentes níveis altimétricos (**R3a2**), invariavelmente em cotas baixas, entre 30 m e 200 m. No Estado do Maranhão, esse domínio ocupa estreita e comprida faixa situada a oeste do Rio Parnaíba, em seu baixo-médio curso, faixa imediatamente delimitada por curtas escarpas e rebordos erosivos (**R4e**) dos Tabuleiros de Chapadinha e das Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim, além das Superfícies Tabulares do Rio Parnaíba, mais ao sul. Apenas no baixo curso do Rio Parnaíba, a jusante da localidade de Milagres do Maranhão, esse domínio se encontra recoberto por expressiva sedimentação aluvial, gerando amplas planícies fluviais (**R1a**), que se interdigitam, ainda mais a jusante, com as planícies fluviomarinhas do Delta do Parnaíba. Essa área está embasada, fundamentalmente, por formações da sequência permocarbonífera da Bacia do Parnaíba (arenitos, folhelhos, siltitos e calcários, de idade carbonífera, das formações Poti e Piauí, e de idade permiana, das formações Pedra de Fogo e Motuca). Entretanto, é notável a ausência de expressiva

sedimentação ao longo do Rio Parnaíba, podendo ser identificadas, esporadicamente, algumas planícies fluviais.

3.2.2.10. *Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim*

As Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim, denominação adaptada daquela proposta por IBGE (2011c), estão sustentadas, predominantemente, por arenitos cretácicos das formações Corda e Itapecuru, frequentemente capeadas por coberturas detrito-lateríticas. Secundariamente, afloram, em alguns fundos de vales, siltitos e arenitos finos, de idade permiana, da Formação Motuca, e folhelhos escuros ou esverdeados, calcários e siltitos de idade cretácica, da Formação Codó. Esse domínio está representado por extenso planalto alçado em altitudes modestas e submetido a processo diferencial de entalhamento e denudação, promovendo progressiva destruição da superfície tabular original. Tal processo de dissecação do relevo ocorre, progressivamente, de sudeste para noroeste, em direção à Baixada Maranhense. Registram-se formas de relevo variadas que gradam, conforme a intensificação do processo denudacional, de baixos platôs (**R2b1**), caracterizados por superfícies tabulares conservadas, para baixos platôs dissecados (**R2b2**), à medida que aumenta o grau de incisão vertical da rede de drenagem; em seguida, para colinas dissecadas (**R4a2**), a partir do estágio em que os divisores planos dos baixos platôs são erodidos; e em superfícies aplainadas degradadas (**R3a2**), onde se observa a consolidação de uma nova superfície de aplainamento rebaixada e ajustada ao nível de base do Golfão Maranhense, pontilhada por relevos residuais, testemunhos da superfície tabular pretérita. Essa superfície é gerada a partir do espraiamento dos atuais fundos de vales dos rios Munim, Iguara, Itapecuru, Codozinho e das Flores (esse último já afluente do Rio Mearim) e coalesce com a Superfície Sublitorânea de Bacabal.

O modelo de evolução de relevo descrito para esse domínio é calcado em progressivo desmantelamento de um baixo planalto sustentado por crostas detrito-lateríticas sobrepostas a arenitos friáveis fortemente intemperizados e pode ser perfeitamente explicado por processos de etchplanação em regiões tropicais úmidas e semiúmidas, conforme preconizado por Büdel (1982). As crostas lateríticas retardam, sobremaneira, a erosão e denudação dos baixos platôs, mas, a partir do estágio em que essa capa protetora é removida, todo o regolito subjacente é erodido em um cenário de erosão acelerada e rápido reajuste ao nível de base regional. Destaca-se, assim, intenso processo de desmantelamento da superfície original dos baixos platôs, em reajuste ao nível de base atual, condicionado pela drenagem principal que deságua no Golfão Maranhense. Essa superfície de baixos planaltos é, portanto, destruída por densa

rede de canais tributários dos rios Itapecuru e Munim, gerando uma superfície aplainada interplanáltica ajustada ao nível de base regional, marcada pela ocorrência esparsa ou frequente de colinas isoladas de topos tabulares e morros-testemunhos que se impõem na paisagem como remanescentes da superfície tabular original. Essas superfícies tabulares, mesmo posicionadas em cotas bastante modestas (de 130 m a 250 m), seriam correlacionáveis à Superfície Sul-Americana, de idade paleógena (BARBOSA et al., 1973). Os processos erosivos são significativos, em escala regional, em decorrência de chuvas intensas e concentradas entre os meses de janeiro e abril.

3.2.2.11. Superfícies Tabulares da Bacia do Rio Parnaíba

As Superfícies Tabulares da Bacia do Rio Parnaíba, denominação adaptada daquela proposta por IBGE (2011c), estão representadas por uma superfície planáltica intensamente dissecada, tanto por tributários do Rio Parnaíba quanto por tributários do Rio Balseiro, afluente do Rio Itapecuru. Os remanescentes do planalto original (**R2b3**) e seus rebordos escarpados (**R4e**) estão soerguidos em cotas ligeiramente mais baixas (entre 400 m e 450 m) que as da Chapada do Azeitão, localizada a oeste desse domínio. Entretanto, o vigoroso processo de entalhamento e denudação promoveu a destruição da superfície tabular original em um relevo de baixos platôs com maior ou menor intensidade de entalhamento fluvial (**R2b2** e **R2b1**). Nos eixos de drenagem, observa-se nítido processo de sedimentação calcado em recuo de vertentes e abertura de amplos vales, repetindo, em menor proporção, a dinâmica do relevo registrada nas chapadas do Alto Rio Itapecuru. Tal processo de dissecação do relevo está diretamente relacionado ao rebaixamento do nível de base regional imposto pelo aprofundamento da calha do Rio Parnaíba, embutido em cotas entre 150 m e 200 m. No segmento mais encaixado do médio curso desse rio, foi construída a Usina Hidrelétrica Boa Esperança, junto à localidade de Nova Iorque. Esse domínio está sustentado por um conjunto diversificado de litologias, compreendendo formações da sequência permocarbonífera da Bacia Sedimentar do Parnaíba (arenitos, folhelhos, siltitos e calcários, de idade carbonífera, das formações Poti e Piauí; de idade permiana, das formações Pedra de Fogo e Motuca; e de idade jurássica, da Formação Pastos Bons). No topo dos planaltos mais elevados, afloram arenitos cretácicos da Formação Corda, frequentemente capeados por coberturas detrítico-lateríticas. Essas superfícies tabulares consistem, portanto, em um prolongamento oriental das Chapadas do Alto Rio Itapecuru, todavia pouco menos soerguidas e muito mais dissecadas. Ao norte, esse domínio está delimitado pelas Superfícies Tabulares do Rio Itapecuru; a leste e sudeste, pelas Superfícies Aplainadas da Bacia do Rio Parnaíba, na divisa com o Piauí.

3.2.2.12. Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú

O Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú, seguindo denominação proposta por IBGE (2011c), ocupa o setor centro-ocidental do Estado do Maranhão e está representado por um conjunto de superfícies tabulares elevadas por epirogênese e bruscamente delimitadas em rebordos erosivos, por onde se encaixam vales incisos e aprofundados apresentando desnivelamentos locais, por vezes superiores a 100 m. Esses planaltos (**R2b1** e **R2b3**) estão alçados, irregularmente, em cotas altimétricas diferenciadas, sendo crescentes de leste a oeste, variando entre 200 m e 450 m. O planalto dissecado destaca-se topograficamente dos relevos planos ou aplainados da Baixada Maranhense, da Superfície Sublitorânea de Bacabal e da Superfície Aplainada do Noroeste do Maranhão, situados a norte e nordeste, por um *front* movimentado de colinas dissecadas e morros (**R4a2** e **R4b**). Os interflúvios localizados na porção leste desse domínio, que abrangem os vales dos rios das Flores, Mearim, Grajaú e Zutiua, modelados em cotas mais modestas, apresentam predomínio de baixos platôs (**R2b1**) e baixos platôs dissecados (**R2b2**), francamente entalhados por uma rede de drenagem de média a alta densidade e padrão de subdendrítico a treliça, o que evidencia algum controle estrutural nos processos de dissecação desses baixos planaltos. Apenas os fundos de vales dos rios Mearim e Grajaú apresentam amplas planícies fluviais. Os interflúvios localizados na porção oeste desse domínio, por sua vez, abrangem os vales dos rios Zutiua, Buriticupu, Pindaré, Açailândia e Gurupi e são modelados em cotas mais elevadas, apresentando predomínio de planaltos mais elevados (**R2b3**), profundamente sulcados em íngremes vales encaixados (**R4f**), entalhados também por densa rede de drenagem padrão de subdendrítico a treliça. Desse modo, revela-se um cenário de uma superfície soerguida recentemente durante o Neógeno, tendo em vista a deposição de coberturas terciárias revestindo o topo desses planaltos. Atualmente, essas superfícies são fortemente dissecadas, denunciando um processo enérgico de erosão fluvial em escala regional por meio da incisão vertical dos canais-tronco e reajuste do sistema de drenagem ao nível de base local rebaixado. Nesse caso, apenas os fundos de vales dos rios Pindaré e Buriticupu apresentam amplas planícies fluviais. Esse domínio representa o prolongamento, a leste, dos baixos platôs de Paragominas, no Estado do Pará, e é delimitado, a norte e nordeste, pelas Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão e Superfície Sublitorânea de Bacabal; a leste, pelas Superfícies Tabulares da Bacia do Rio Itapecuru; a sul, pelos Baixos Platôs de Barra do Corda e pela Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins. O topo desses planaltos representa um conjunto de extensas áreas planas com cotas escalonadas, em decorrência do processo diferencial de soerguimento

epirogenético, e correlacionadas a uma superfície de idade paleógena (BARBOSA et al., 1973). Marçal e Guerra (2003) também sugerem que essas superfícies correspondem à superfície cimeira regional e à mais antiga superfície de aplainamento, que remontam ao Paleógeno, evocando o pediplano Pd3, segundo Bigarella et al. (1965). O desenvolvimento de espessos perfis lateríticos aluminoferruginosos, que se estendem para os baixos planaltos bauxíticos de Paragominas, no Pará, atestam a antiguidade dessas superfícies. Essas superfícies são sustentadas, indistintamente, por espessos perfis lateríticos maduros, aluminoferruginosos, similares aos descritos no nordeste do Pará (KOTSCHOUBEY et al., 2005; KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT, 1981). Essas couraças ferruginosas formam duras cornijas que retardam o processo de desmantelamento e destruição dos planaltos pela ação erosiva. Sotopostos aos espessos perfis lateríticos, jazem os arenitos cretácicos das formações Itapecuru e Ipixuna. Analisando esse domínio de forma mais detalhada, ressalta-se um relevo movimentado, caracterizado por franca dissecação de extensas superfícies planálticas alçadas em cotas relativamente modestas. Nesse cenário, destacam-se quatro padrões morfológicos: (i) topos planos dos baixos platôs, recobertos por solos espessos e bem drenados, como Latossolos, sendo os mais elevados posicionados em cotas entre 250 m e 400 m de altitude, tais como a Serra de Tiracambu e o planalto onde estão assentadas as localidades de Buriticupu e Bom Jesus das Selvas; (ii) patamares estruturais, posicionados em cotas intermediárias, resultantes da dissecação diferencial do planalto sedimentar; (iii) vertentes circunjacentes fortemente entalhadas, que, em decorrência do recuo progressivo dos declivosos rebordos erosivos, vêm destruindo as baixas superfícies planálticas; esse relevo, localmente acidentado, caracteriza-se por colinas e morros dissecados com vertentes declivosas, esculpidas por vales incisos com alta densidade de drenagem e padrão de subdendrítico a treliça, o que denota expressivo controle estrutural no processo de esculturação do relevo regional; (iv) superfícies onduladas, aplainadas ou reafeiçoadas em formas colinosas, que se espriam pelos fundos de vales. Segundo Marçal e Guerra (2003), o relevo de colinas amplas ou aplainado, embutido entre os baixos platôs, consiste na zona mais desmatada e suscetível à ocorrência de processos erosivos em escala regional. Castro et al. (2006) destacam a ocorrência de processos de erosão induzida pela Rodovia BR-222 em Açailândia. A recente obra de alargamento dessa rodovia, que interliga São Luís e Açailândia, expõe diversos trechos suscetíveis a processos de erosão laminar, ravinamentos e deslizamentos rasos ao longo dos taludes recém-implantados. Esse fato demonstra a fragilidade geotécnica dos mantos de intemperismo dos arenitos das formações Itapecuru e

Ipixuna, quando esses regolitos estão situados em relevo acidentado de colinas e morros dissecados.

3.2.2.13. *Baixos Platôs de Barra do Corda*

Os Baixos Platôs de Barra do Corda, denominação adaptada da proposta por IBGE (2011c), consistem em um conjunto de extensas superfícies planálticas pouco dissecadas (**R2b1**) e posicionadas, invariavelmente, em cotas baixas, entre 150 m e 250 m. Esses baixos platôs são entalhados por uma rede de drenagem de dendrítica a subdendrítica, de baixa a moderada densidade. Em restritas porções com alta densidade de drenagem, os baixos platôs estão francamente dissecados (**R2b2**), em relevo de colinas tabulares. Ab'Saber (1960) descreveu a ocorrência de “pequenos canyons” ladeados por encostas muito íngremes, próximos à Barra do Corda. De fato, os canais principais que atravessam esse domínio, em especial os rios Mearim, Corda e das Flores, escavam canais incisivos e encaixados, o que denuncia um processo enérgico de erosão fluvial em escala regional, em decorrência de processos de epirogênese durante o Neógeno e do consequente reajuste do sistema de drenagem ao nível de base local rebaixado, em situação muito similar à do vizinho Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú. Junto à cidade de Barra do Corda, os talvegues dos rios Corda e Mearim estão entalhados a mais de 50 m da superfície do baixo platô, em um vale inciso e de sedimentação aluvial ausente. Entretanto, cabe salientar que esse domínio apresenta relevos menos vigorosos e cotas mais modestas em relação ao planalto supracitado. No Estado do Maranhão, esse domínio ocupa uma pequena área central, estando delimitado, a norte, pelo Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú; a leste, pelas Superfícies Tabulares das Bacias dos Rios Itapecuru e Munim; a sul, pelas Chapadas do Alto Rio Itapecuru; a oeste, pela Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins. Essa área está embasada, fundamentalmente, por rochas sedimentares cretácicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, abrangendo arenitos fluvioeólicos ortoquartzíticos da Formação Corda, arenitos finos da Formação Grajaú e arenitos e argilitos da Formação Itapecuru. Destaca-se, todavia, amplo predomínio dos arenitos da Formação Grajaú. Frequentemente, os topos planos dos baixos platôs encontram-se sustentados por perfis lateríticos e recobertos por coberturas sedimentares de idade neógena.

3.2.2.14. *Chapadas do Alto Rio Itapecuru*

As Chapadas do Alto Rio Itapecuru, seguindo denominação proposta por IBGE (2011c), representam um relevo caracterizado por um conjunto de superfícies planálticas de extensos topos planos e não dissecados (**R2b3**) – chapadões – que se destacam, topograficamente, por meio de escarpas rochosas (**R4e**), cerca de 150 m a 250 m acima do nível de base regional

demarcado pelas superfícies aplainadas (**R3a2**), desenvolvidas a partir da abertura dos principais vales na região e do recuo regressivo das escarpas de borda de chapada. Destacam-se, nesse contexto, as chapadas das Alpercatas, Itapecuru, das Crujeiras, Serra Negra, do Agreste e do Azeitão (ALCÂNTARA, 2004; SILVA; CONCEIÇÃO, 2011), onde se ressalta o desenvolvimento de crostas ferruginosas no topo. Esse conjunto de chapadas é individualizado por vales abertos e aprofundados dos rios Itapecuru, Alpercatas, Neves, das Balsas, do Balseiro, alto curso dos rios Mearim e Parnaíba, revestidos por depósitos pedimentares e aluviões (BARBOSA et al., 1973). Apenas os vales dos rios Itapecuru e Mearim, em direção aos seus médios cursos, apresentam reafeiçoamento nítido, onde a superfície aplainada é desfeita em relevo colinoso (**R4a2**), como registrado no fundo de vale do Rio Itapecuru, junto às cidades de Mirador e Colinas. No vale do Rio Balseiro, situado na porção leste desse domínio, predomina relevo de baixos platôs (**R2b1**), articulado com as Superfícies Tabulares do Rio Itapecuru. Esse domínio está situado na porção sudeste do Estado do Maranhão e delimita-se, a oeste, com a Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins; a norte, com os Baixos Platôs de Barra do Corda; a nordeste, com as Superfícies Tabulares da Bacia do Rio Itapecuru; a sul, com a Depressão Interplanáltica de Balsas; a sudeste e leste, com as Superfícies Tabulares do Rio Parnaíba, na divisa com o Piauí.

3.2.2.15. Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins

A Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins, outrora denominada por Barbosa et al. (1973) de Depressão Ortoclinal do Tocantins, é representada por vasta superfície de aplainamento pontilhada por relevos residuais sob a forma de mesetas e morros-testemunhos, com caimento geral de leste para oeste em direção à calha do Rio Tocantins, drenados pelos vales dos rios dos Martírios, Cacau, Campo Alegre, Arraias, Lajeado, Itaueiras, Sereno e Manuel Alves Grande (todos afluentes do Rio Tocantins), além dos altos cursos dos rios Pindaré e Grajaú. Esse domínio se estende por uma comprida faixa de direção norte-sul, que abrange o sudoeste do Estado do Maranhão. Neste mapeamento, abrange a Depressão de Imperatriz, o Patamar de Porto Franco e a Superfície de Carolina, individualizados por IBGE (2011c). Esse domínio delimita-se, a norte, pelo Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú; a leste, pelos Baixos Platôs de Barra do Corda e pelas Chapadas do Alto Rio Itapecuru. Em seu interior, estão inseridas as Chapadas e Mesetas de Estreito-Carolina. A sul e a oeste, o domínio se estende, em larga escala, pelo Estado do Tocantins. Seu relevo é constituído por extensas superfícies de aplainamento (**R3a2**), por vezes ligeiramente retocadas por uma rede de drenagem de baixa

densidade, todavia sem perder seu caráter aplainado. De forma esparsa, ocorrem baixos platôs (**R2b1**) ligeiramente ressaltados topograficamente.

Nos divisores rebaixados entre a Bacia do Rio Tocantins e as bacias dos rios Açailândia e Pindaré, predominam terrenos modelados em colinas com grau variável de dissecação (**R4a1** e **R4a2**), ocorrendo, também, esparsas serras alinhadas e pequenas cristas (**R4b**) que se destacam em cotas mais elevadas na paisagem regional. Destaca-se, ainda, a planície aluvial do Rio Tocantins (**R1a**), que ocorre de forma descontínua ao longo de seu fundo de vale. Em um dos estrangulamentos rochosos, inclusive, foi construída a Usina Hidrelétrica Estreito, sobre rochas vulcânicas da Formação Mosquito. Entretanto, essa planície torna-se bem mais larga em seu baixo curso, próximo à confluência do Rio Araguaia, a jusante da cidade de Imperatriz. Esse conjunto de formas de relevo resulta do arrasamento generalizado do substrato geológico de uma sequência vulcanossedimentar permocretácica da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que inclui: siltitos, folhelhos, arenitos e silexitos das formações Motuca e Pedra de Fogo; arenitos e argilitos das formações Corda e Itapecuru; derrames basálticos, em parte zeolíticos, da Formação Mosquito. As zeólitas, encontradas tanto nos basaltos quanto nos arenitos sobrejacentes da Formação Corda, representam jazidas promissoras para incorporação de nutrientes minerais aos solos (insumos agrícolas), utilizando técnicas de rochagem. Sobre esse conjunto de litologias desenvolveu-se um aplainamento generalizado do relevo e um evento de laterização durante o Neógeno, que geraram perfis lateríticos imaturos. Tais perfis ocorrem de forma esparsa nesse domínio (principalmente, nos altos cursos dos rios Lajeado e Itaueiras e no vale do Rio Manuel Alves, na divisa com o Estado do Tocantins) e estão, atualmente, ressaltados na paisagem regional sob a forma de baixos platôs não dissecados, poucas dezenas de metros acima do piso da superfície de aplainamento regional. Esses terrenos aplainados apresentam cotas baixas, que variam entre 150 m e 350 m, sendo que tais cotas são progressivamente mais elevadas de norte para sul, seguindo, em linhas gerais, o curso do vale do Rio Tocantins. As planícies aluviais do baixo Rio Tocantins encontram-se embutidas em cotas ainda mais baixas, entre 100 m e 150 m. Os baixos platôs e as serras ou chapadas esparsas, por sua vez, atingem cotas mais expressivas, entre 350 m e 600 m, destacando-se, portanto, na paisagem regional.

3.2.2.16. Chapadas e Mesetas de Estreito-Carolina

As Chapadas e Mesetas de Estreito-Carolina, denominadas Chapadas e Planos do Rio Farinha por IBGE (2011c), consistem em antiga superfície planáltica, intensamente entalhada e fragmentada, submetida a processos de pediplanação, resultando em uma sucessão de morros-

testemunhos, mesas, mesetas e platôs isolados (**R2b3**), em meio a vastas superfícies de aplainamento (**R3a2**) desenvolvidas por intermédio do recuo lateral das escarpas de borda de chapada. Salienta-se, ainda, a frequente ocorrência de níveis de base locais (cachoeiras), associados à erosão diferencial nos perfis longitudinais dos canais por diversas condicionantes litoestruturais. Tais feições residuais apresentam topos de planos a convexos, frequentemente sustentados por cornijas e paredões rochosos subverticais, apresentando notável beleza cênica e grande potencial geoturístico. Nesse domínio, está inserido o Parque Nacional da Chapada das Mesas. As superfícies aplainadas estão posicionadas, invariavelmente, em cotas baixas, entre 200 m e 350 m. Entretanto, os topos das mesas e dos curtos platôs estão alçados em cotas mais imponentes, que atingem de 450 m a 600 m, e abruptos desnivelamentos locais, em torno de 150 m a 200 m. As cornijas que encimam e sustentam o topo das mesas podem ser constituídas tanto por quartzarenitos endurecidos, por vezes silicificados, quanto por derrames basálticos. Esse domínio é drenado pela bacia hidrográfica do Rio Farinha e ocupa pequena área no setor sudoeste do Estado do Maranhão, situada entre as cidades de Estreito – a norte – e Carolina – a sul –, estando totalmente englobada pela Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins. Esse peculiar modelado em platôs, mesas e superfícies pediplanadas resulta de intrincado processo de esculturação do relevo, condicionado por linhas de diáclases ou falhas impressas sobre uma sequência vulcanossedimentar da Bacia do Rio Parnaíba, composta por arenitos ortoquartzíticos, de origem eólica e idade triássica da Formação Sambaíba, e por derrames basálticos de idade jurocretácica da Formação Mosquito.

3.2.2.17. Depressão Interplanáltica de Balsas

A Depressão Interplanáltica de Balsas, denominação adaptada daquela proposta por IBGE (2011c), consiste em um conjunto de superfícies aplainadas coalescentes (**R3a2**), por vezes levemente dissecadas em colinas amplas e ajustadas ao nível de base do Rio das Balsas e de alguns de seus tributários: rios Neves, Cocal e Maravilha. Esses terrenos estão posicionados, invariavelmente, em cotas baixas, entre 200 m e 330 m, e são incipientemente sulcados por rede de drenagem dendrítica de baixa a moderada densidade. Tais superfícies aplainadas encontram-se intercaladas com baixas superfícies planálticas de relevo plano e são muito pouco dissecadas (**R2b1**), exceto no baixo vale do Rio das Balsas, onde tais superfícies estão francamente dissecadas em relevo de baixos platôs dissecados (**R2b2**). Os baixos platôs estão alçados entre 300 m e 350 m de altitude e cerca de 50 m a 80 m acima do piso dos pediplanos. Esparsamente ocorrem imponentes morros-testemunhos, que se salientam na paisagem regional como remanescentes de uma outrora vasta superfície planáltica, que dominava todo o

sul e sudeste do Maranhão, como os registrados entre as localidades de Sambaíba e Loreto. Esse domínio ocupa o setor sudeste do Estado do Maranhão, abarcando o médio-baixo vale da bacia hidrográfica do Rio das Balsas. Caracteriza-se como uma depressão interplanáltica, pois consiste em uma superfície rebaixada e confinada, a norte, pelas Chapadas do Alto Rio Itapecuru (mais especificamente as chapadas das Crujeiras e do Azeitão), e, a sul, pelas Chapadas do Alto Rio Parnaíba. A oeste, esse domínio comunica-se com a Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins. Essa área está sustentada, basicamente, por rochas sedimentares da sequência permotriássica da Bacia Sedimentar do Parnaíba, constituída por folhelhos, arenitos, sillexitos e calcários da Formação Pedra de Fogo; siltitos, arenitos e folhelhos da Formação Motuca; arenitos eólicos ortoquartzíticos da Formação Sambaíba. Os topos planos dos baixos platôs encontram-se sustentados por coberturas detríticas continentais de idade neógena.

3.2.2.18. Chapadas do Alto Rio Parnaíba

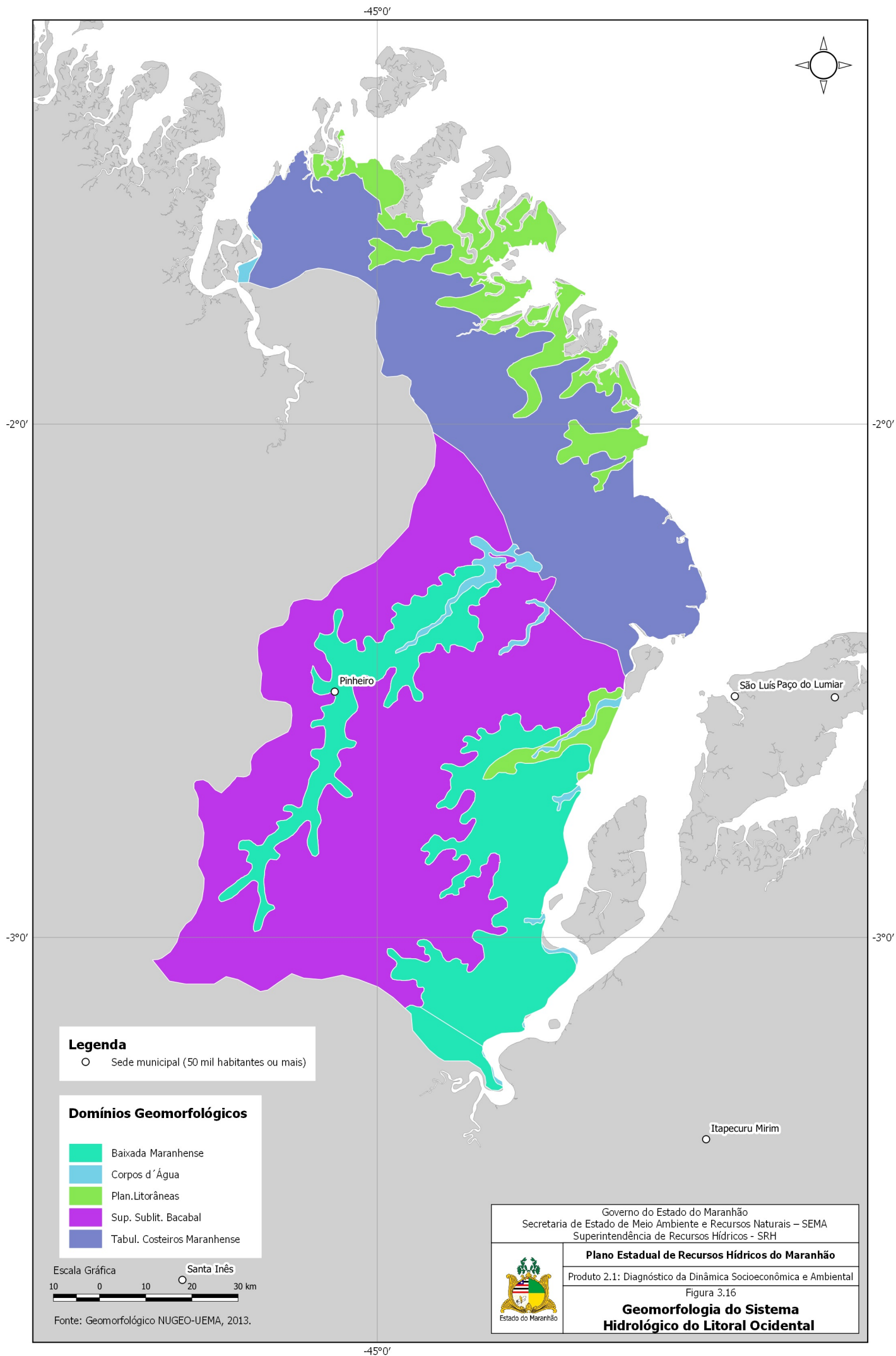
As Chapadas do Alto Rio Parnaíba, denominação adaptada daquela proposta por IBGE (2011c), localizam-se no sul do Estado do Maranhão e consistem de vastas superfícies planálticas de extensos topos planos e não dissecados (**R2b3**), alçadas em cotas que variam entre 350 m e 600 m de altitude e levemente adernadas para norte. Esse conjunto de chapadas foi genericamente denominado Serra do Penitente. A outrora vasta e uniforme superfície planáltica, foi profundamente entalhada por uma rede de vales encaixados. Tais vales podem ser incisos (**R4f**), como observado no alto curso do Rio Parnaíba e em seus tributários diretos, ou aprofundados e alargados por erosão lateral das vertentes (**R4e** e **R3a2**), tal como o Rio das Balsas. O vale encaixado do Rio Parnaíba, governado por processos de incisão vertical da rede de canais, está entalhado em cotas muito baixas (entre 200 m e 350 m) e apresenta morfologia acidentada, constituída por vertentes predominantemente de retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus no sopé. A amplitude de relevo varia de 150 m a 250 m, com declividades altas (acima de 30°), ou mesmo paredões rochosos areníticos subverticais. Trata-se de área de alta vulnerabilidade a processos erosivos e a movimentos de massa. Tais formas de relevo indicam, portanto, uma retomada erosiva recente em processo de reajuste ao nível de base regional demarcado pela calha do Rio Parnaíba. Com relação ao extenso vale aplainado do alto curso do Rio das Balsas, embutido cerca de 100 m a 150 m abaixo da superfície das chapadas, em cotas que variam entre 250 m e 450 m de altitude, apresenta situação geomorfológica similar à observada no Vale do Gurguéia, no Piauí (FERREIRA; DANTAS, 2010). Esse amplo vale

encontra-se abruptamente delimitado por curtas escarpas rochosas (**R4e**) e delinea as superfícies rebaixadas e arrasadas pela erosão (**R3a2**), estando circundadas por terrenos planos e elevados dos chapadões (**R2b3**) que dominam a paisagem regional, seguindo um modelo de evolução do relevo similar ao descrito para as Chapadas do Alto Rio Itapecuru. Registra-se, ainda, de forma localizada, a ocorrência de patamares estruturais, posicionados em cotas intermediárias, resultantes da dissecação diferencial do planalto sedimentar (**R2b1**), e formas de colinas dissecadas (**R4a2**) em meio ao vale aplainado do Rio das Balsas.

3.2.2.19. Chapada das Mangabeiras

A Chapada das Mangabeiras representa extensa superfície cimeira regional denominada Espigão Mestre, que abrange os estados da Bahia, Tocantins, Maranhão e Piauí, e corresponde ao topo da Bacia Sanfranciscana. Esse vasto planalto ocupa exígua área no extremo sul do Estado do Maranhão, que corresponde à extremidade setentrional desse domínio geomorfológico. Consiste de um vasto platô (**R2c**) alçado em cotas que variam entre 700 m e 800 m de altitude, sendo abruptamente delimitado por escarpas erosivas (**R4d**) e degraus reafeiçoados (**R4e**). Tal superfície está sobrelevada cerca de 150 m a 300 m acima do piso da Bacia do Rio Parnaibinha e consiste na chapada culminante do Maranhão. Suas escarpas estão invariavelmente voltadas para norte, em direção às Chapadas do Alto Rio Parnaíba. Assim como as escarpas erosivas, essa restrita porção do platô do Espigão Mestre está sustentada por arenitos e conglomerados cretácicos do Grupo Urucuaia, pertencente ao fecho deposicional da Bacia Sanfranciscana.

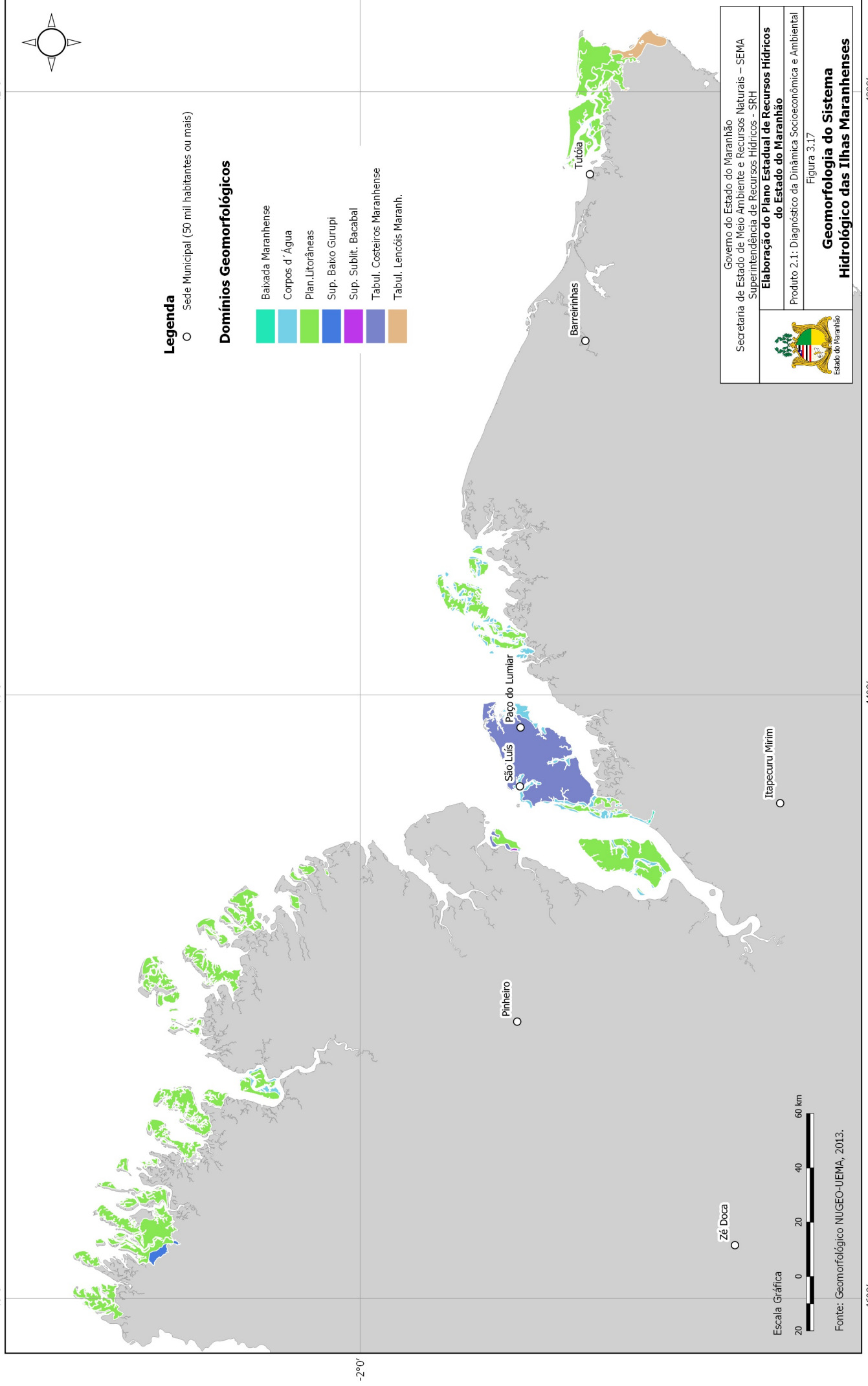
No seguimento encontram-se as **Figuras 3.16 a 3.27** com a geomorfologia de cada uma das bacias hidrográficas do Estado do Maranhão.



-46°0'

-44°0'

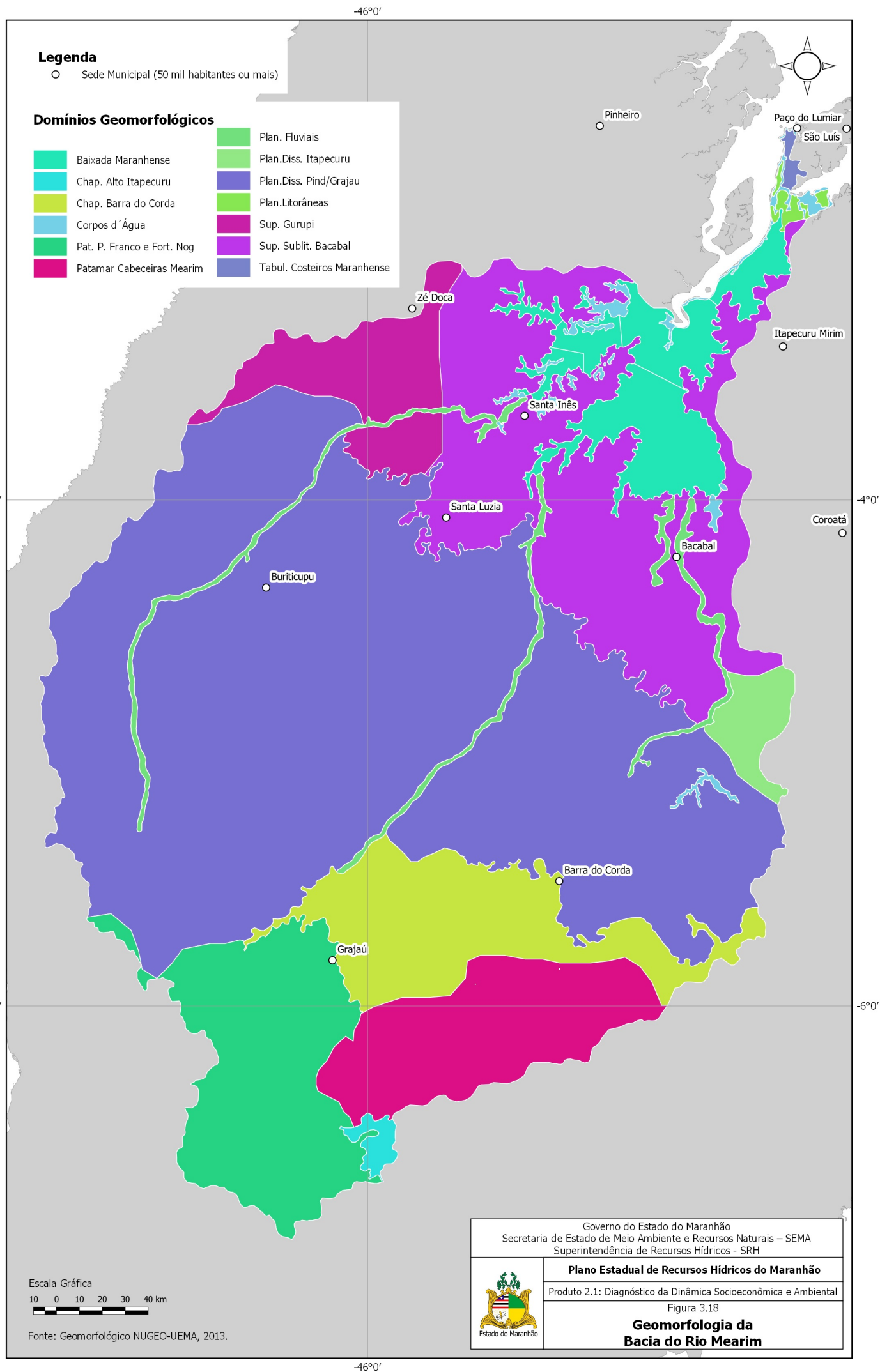
-42°0'

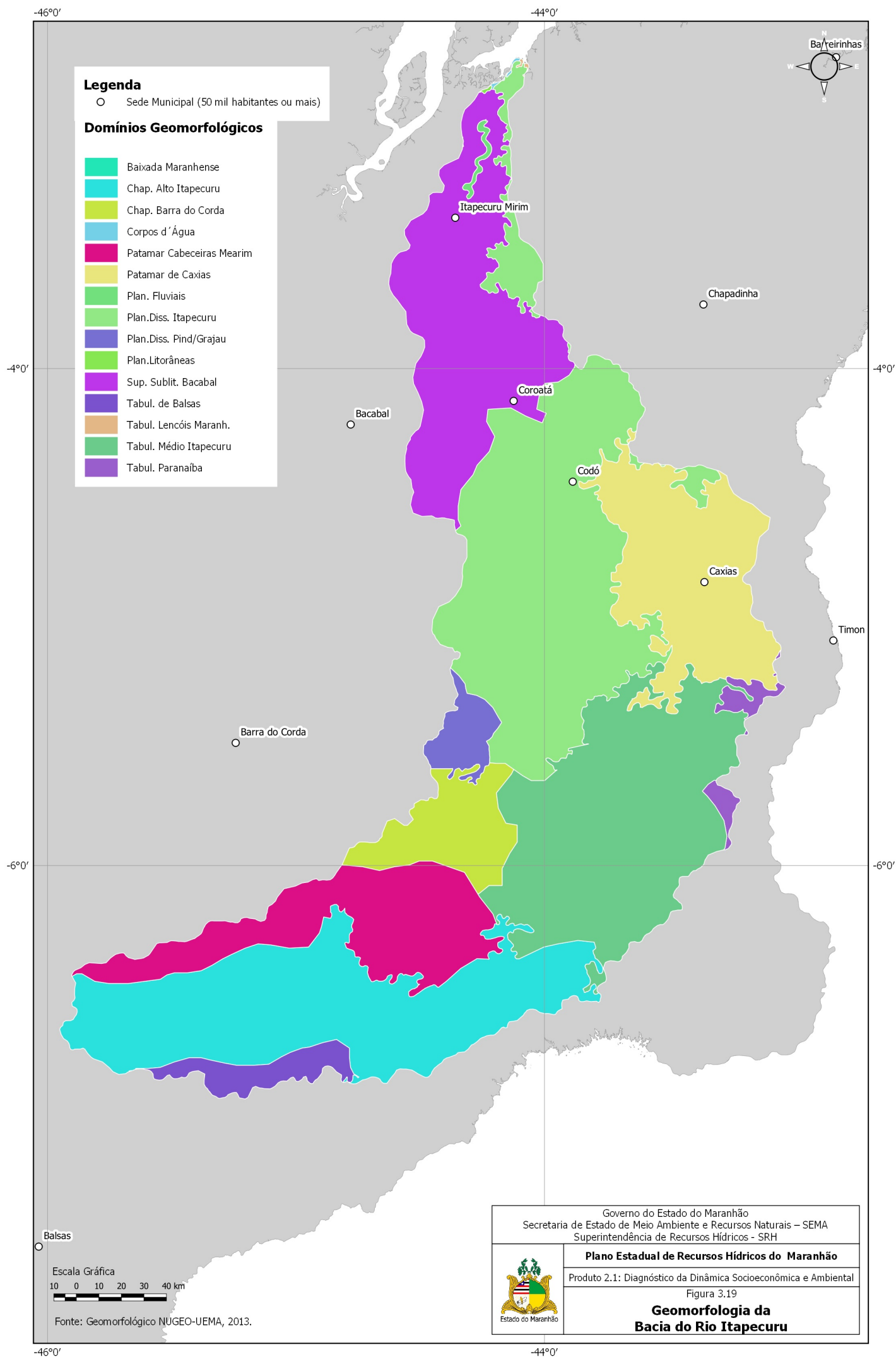


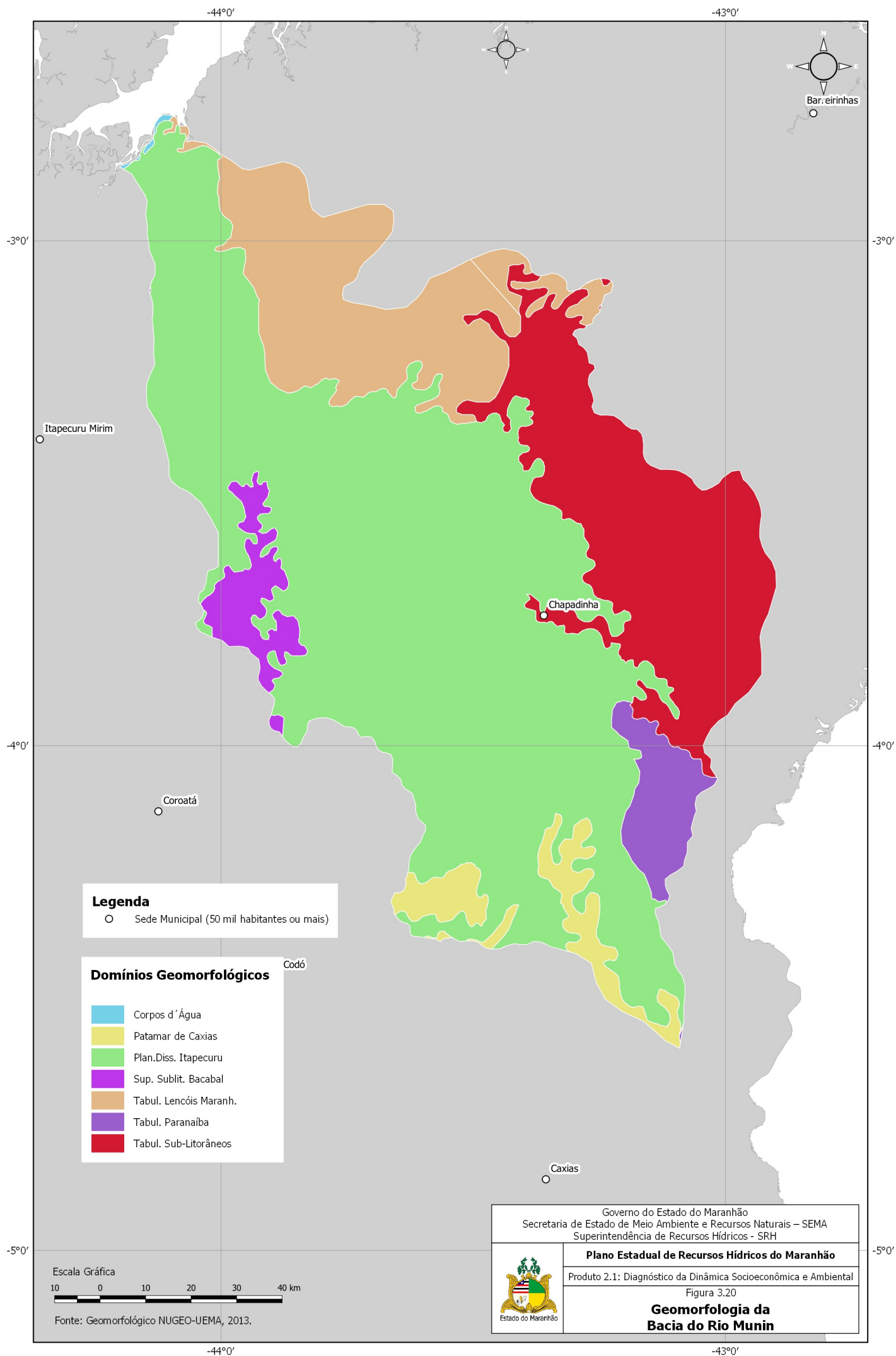
-46°0'

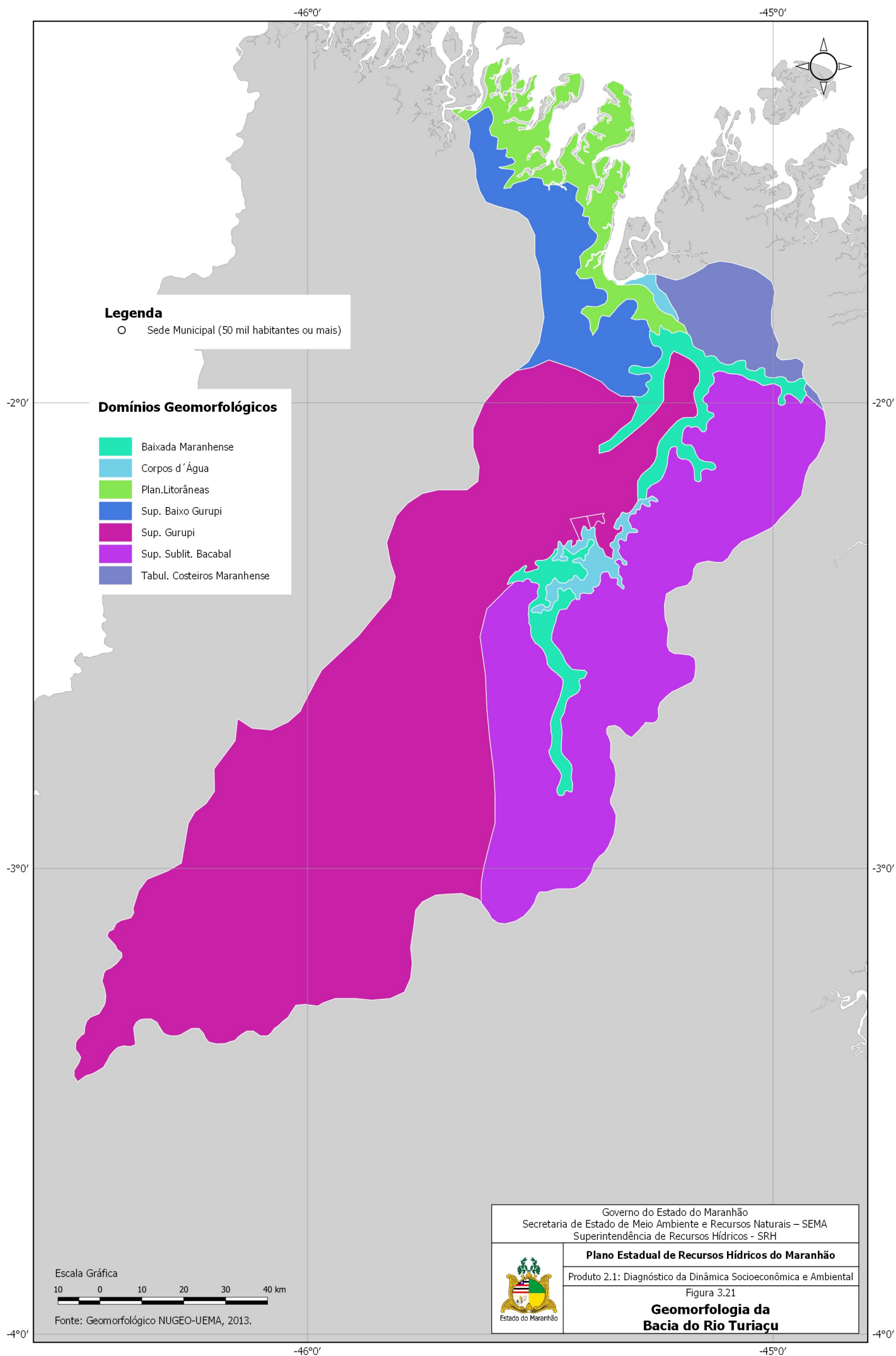
-44°0'

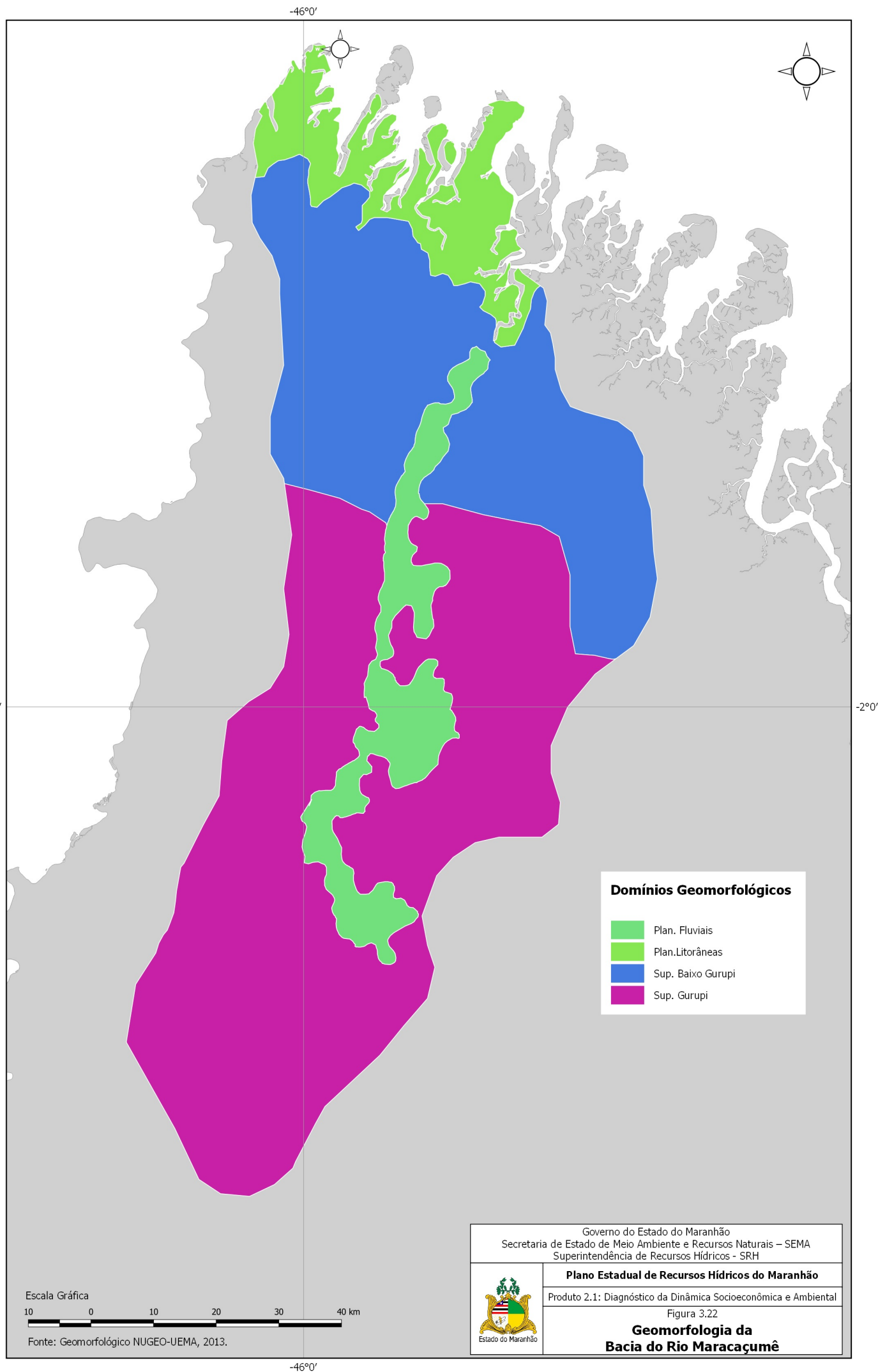
-42°0'

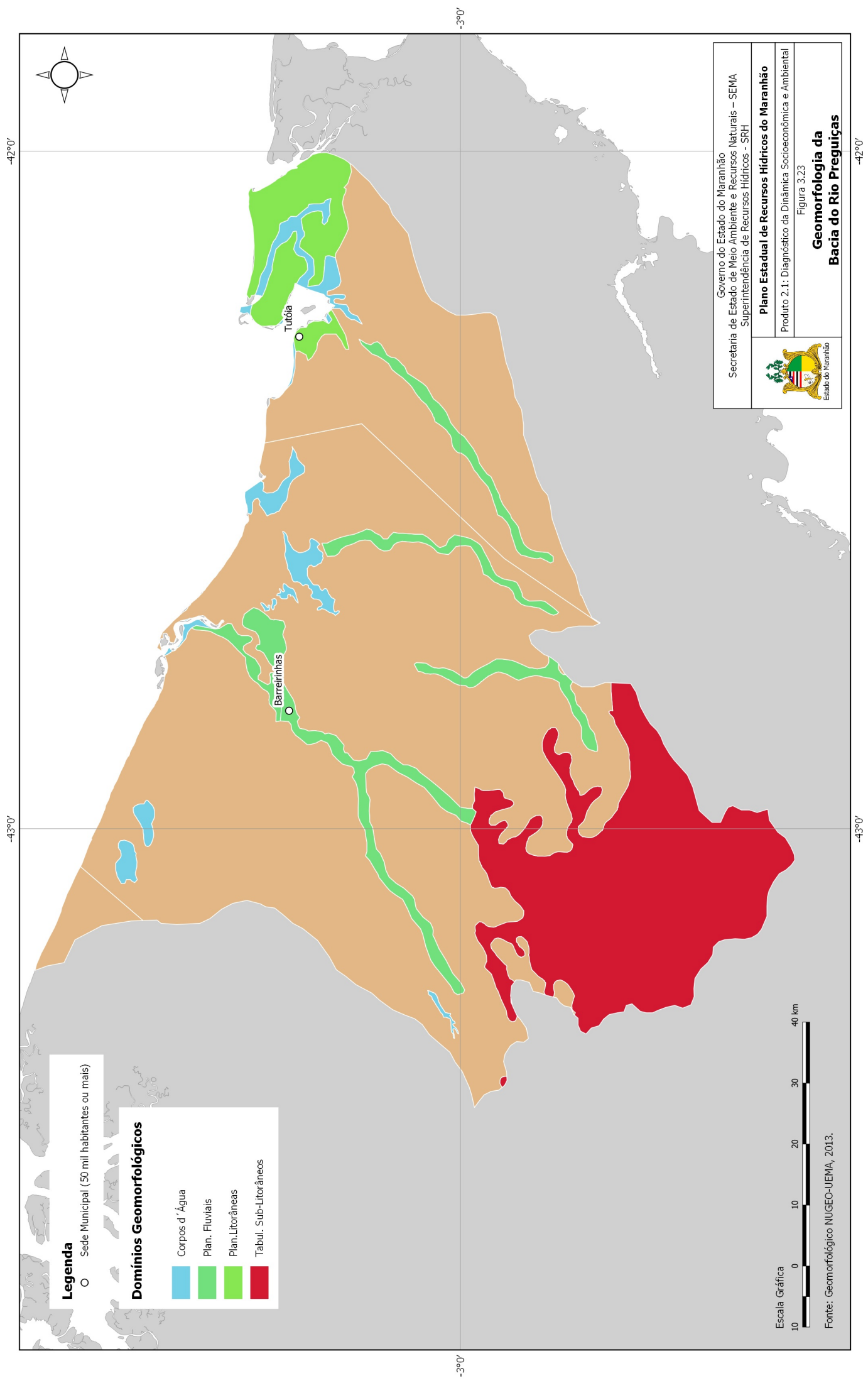












Legenda

○ Sede Municipal (50 mil habitantes ou mais)

Domínios Geomorfológicos

- Corpos d' Água
- Plan. Fluviais
- Plan. Litorâneos
- Tabul. Sub-Litorâneos

Escala Gráfica



Fonte: Geomorfológico NUGEO-UEMA, 2013.



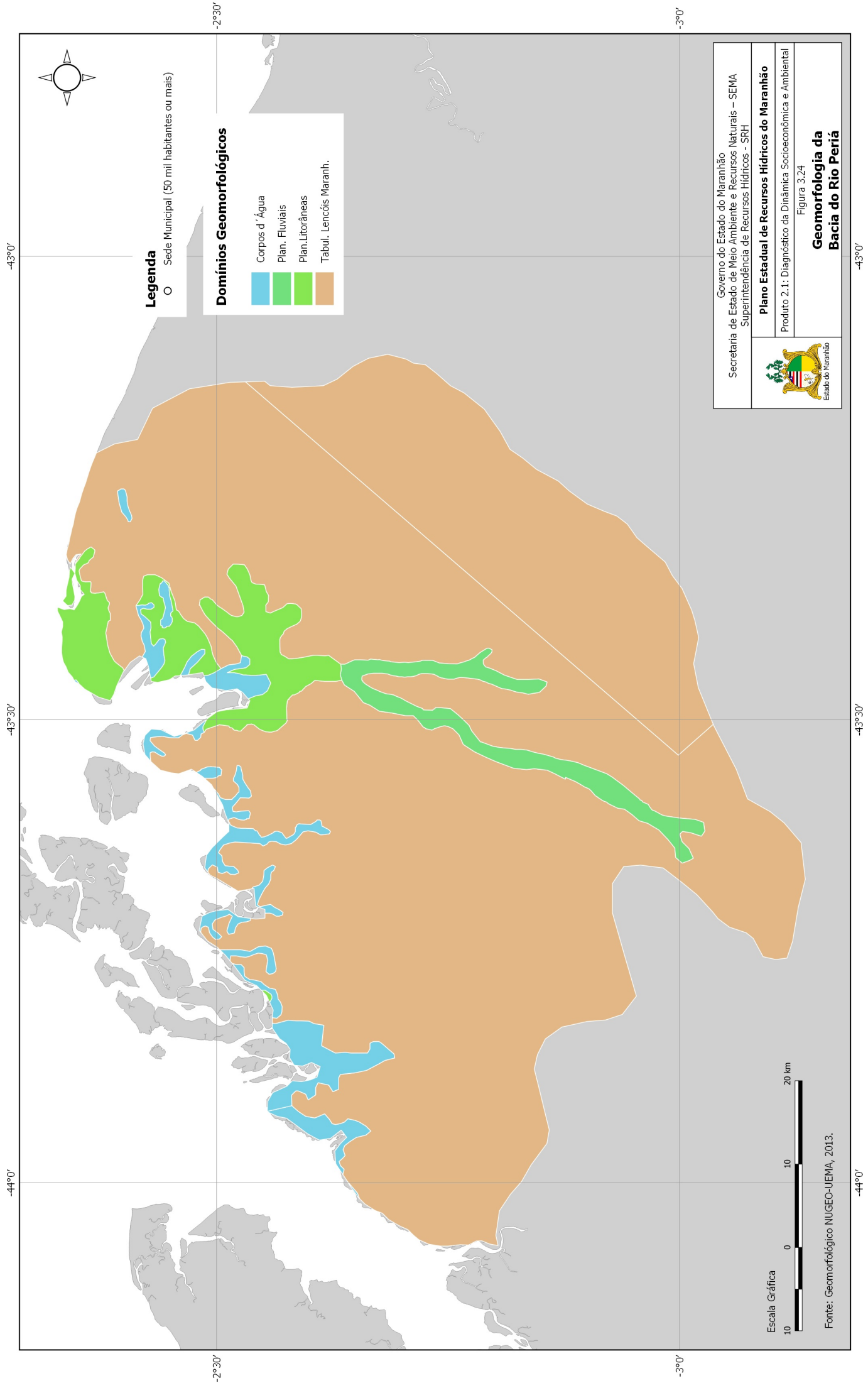
Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos – SRH

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

Figura 3.23

**Geomorfologia da
Bacia do Rio Preguiças**



Legenda

○ Sede Municipal (50 mil habitantes ou mais)

Domínios Geomorfológicos

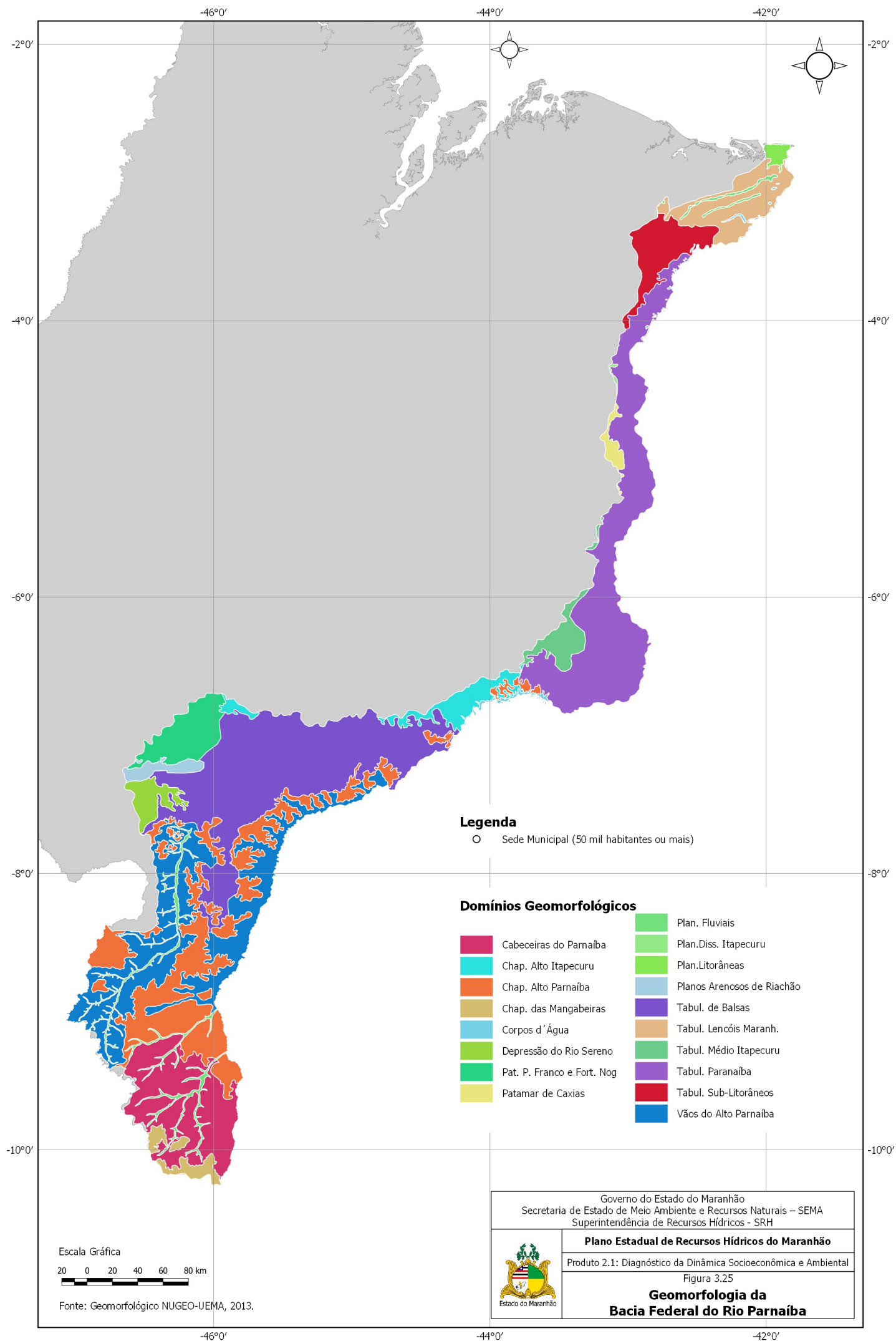
- Corpos d'Água
- Plan. Fluviais
- Plan. Litorâneas
- Tabul. Lencóis Maranh.

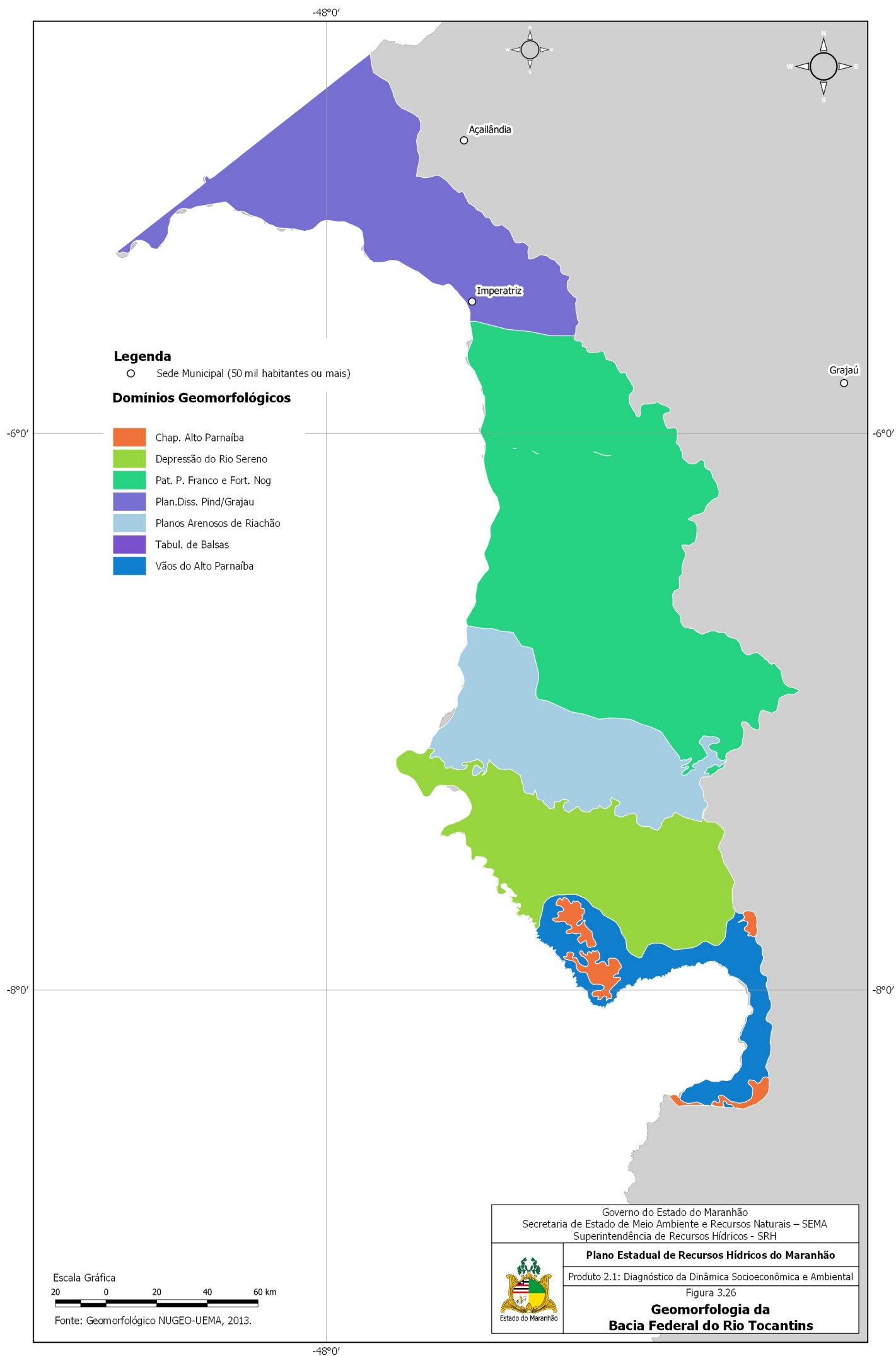
Escala Gráfica

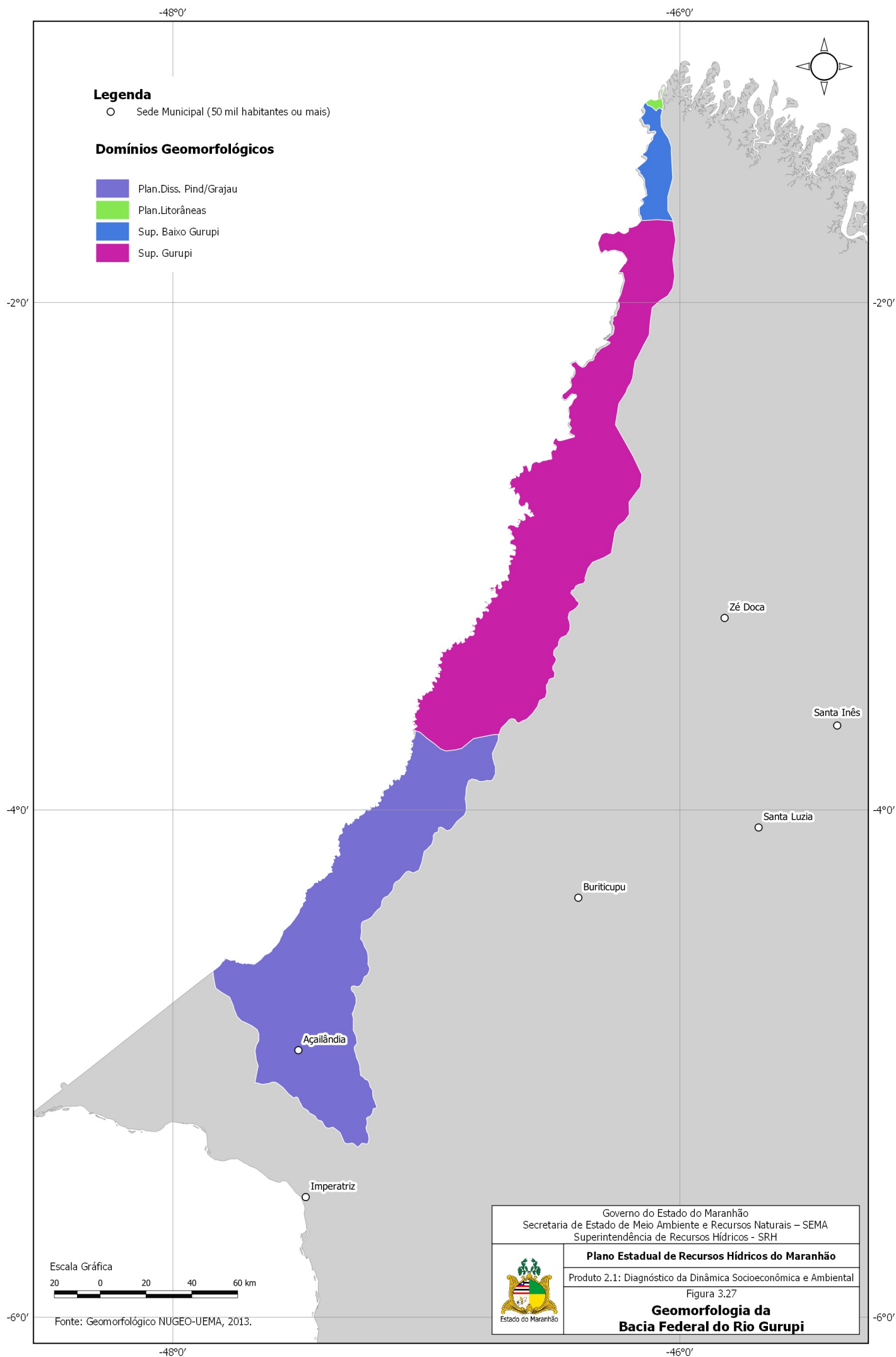


Fonte: Geomorfológico NUGEO-UEMA, 2013.

 Estado do Maranhão	Governo do Estado do Maranhão Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA Superintendência de Recursos Hídricos – SRH
	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão
	Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental Figura 3.24
Geomorfologia da Bacia do Rio Peria	







3.3. Aspectos Climatológicos

O clima do Estado do Maranhão foi caracterizado com base nas Normais Climatológicas 1981-2010 publicadas pelo INMET no ano de 2018, tendo em vista a necessidade das características estocásticas dos fenômenos naturais serem de um longo período de observação para que a análise estatística e os resultados obtidos serem mais confiáveis.

A **Tabela 3.3** apresenta as características das doze estações meteorológicas presentes no Estado do Maranhão.

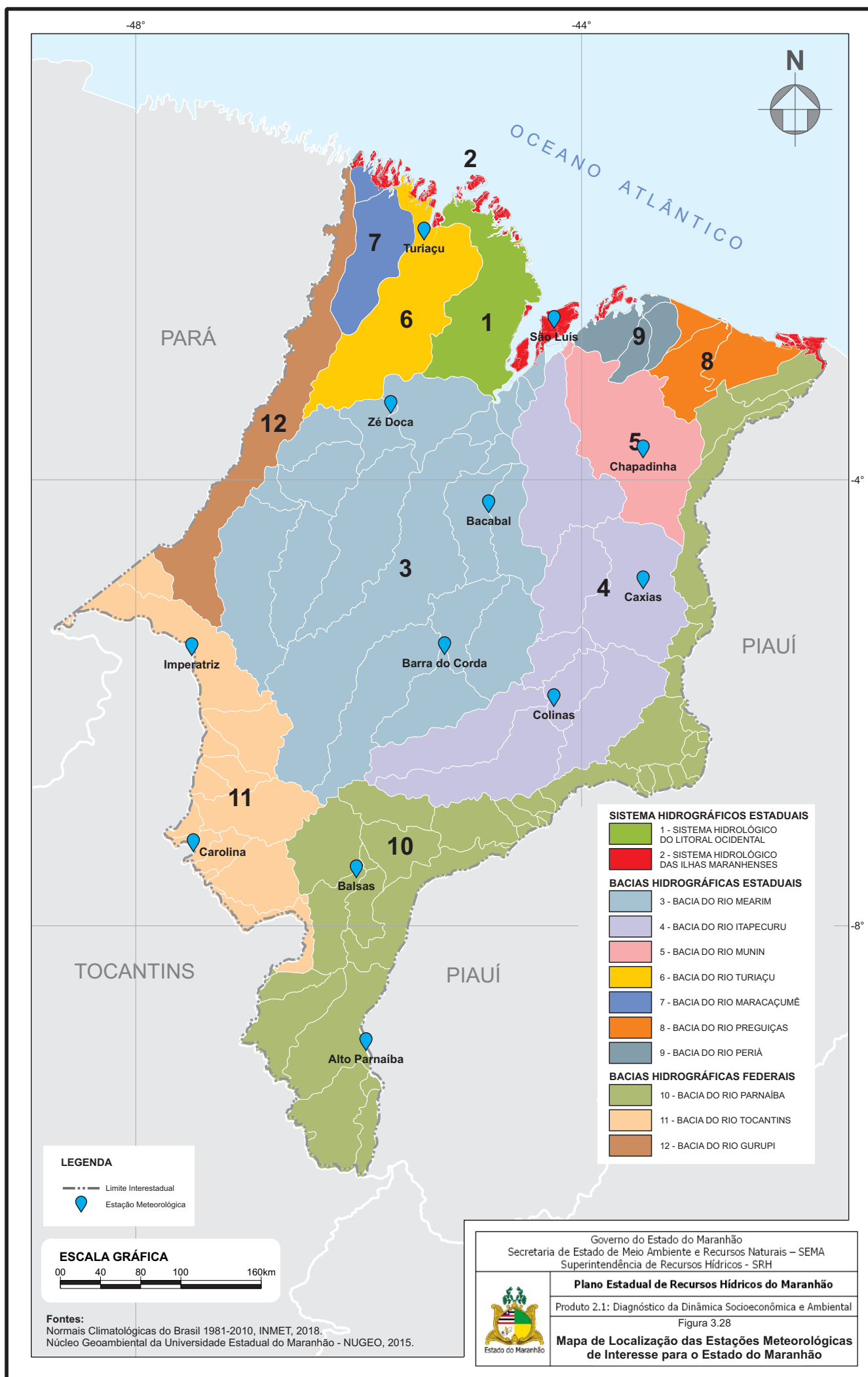
Tabela 3.3 - Estações Meteorológicas com Normais Climatológicas Presentes na Região do Estado do Maranhão

Bacia	Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Início de Operação
Parnaíba	Alto Parnaíba	82970	-9,10	-45,93	285,05	21/08/1976
Mearim	Bacabal	82460	-4,22	-44,77	25,07	15/08/1976
Parnaíba	Balsas	82768	-7,53	-46,03	259,38	14/08/1976
Mearim	Barra do Corda	82571	-5,50	-45,23	153,00	14/01/1912
Tocantins	Carolina	82765	-7,34	-47,46	192,83	01/01/1913
Itapecuru	Caxias	82476	-4,87	-43,35	103,56	15/03/1976
Munim	Chapadinha	82382	-3,75	-43,35	103,50	28/08/1976
Itapecuru	Colinas	82676	-6,03	-44,25	179,75	19/05/1976
Tocantins	Imperatriz	82564	-5,53	-47,48	123,30	01/01/1913
Ilhas Maranhenses	São Luís	82280	-2,53	-44,22	50,86	18/11/1924
Turiação	Turiacu	82198	-1,67	-45,37	44,06	29/07/1976
Mearim	Zé Doca	82376	-3,27	-45,65	45,28	25/08/1970

Fonte: INMET (2018)

A **Figura 3.28** apresenta o mapa de localização das estações meteorológicas.

As **Tabelas 3.4 a 3.15** apresentam as Normais Climatológicas das doze estações meteorológicas: Alto Parnaíba (INMET-82970), Bacabal (INMET-82460), Balsas (INMET-82768), Barra do Corda (INMET-82571), Carolina (INMET-82765), Caxias (INMET-82476), Chapadinha (INMET-82382), Colinas (INMET-82676), Imperatriz (INMET-82564), São Luís (INMET-82280), Turiação (INMET-82198) e Zé Doca (INMET-82376).



**Tabela 3.4 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica
Alto Parnaíba (INMET-82970).**

ALTO PARNAÍBA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	31,8	31,9	31,7	32,2	32,8	32,8	33,3	34,8	36,0	34,9	33,1	31,9	33,1
T. mínima (°C)	21,7	21,7	21,9	21,6	20,4	18,0	16,9	17,5	20,1	22,0	22,1	21,9	20,5
T. média (°C)	25,8	25,8	25,9	26,1	25,8	24,8	24,5	25,6	27,6	27,8	26,9	26,1	26,1
Umidade Relativa (%)	81,9	82,8	83,1	80,2	75,9	70,1	66,5	61,6	61,6	68,9	76,3	81,0	74,2
Evaporação (mm)	86,9	76,9	81,7	95,5	136,3	170,5	212,2	251,0	243,5	186,8	126,6	93,5	146,8
Precipitação (mm)	235,4	197,6	256,3	144,6	35,6	2,0	1,2	4,8	20,7	89,3	156,4	215,5	113,3
Insolação (horas)	166,9	146,6	159,1	188,9	247,1	273,5	295,6	288,2	249,6	206,5	174,8	153,8	212,6
Vento (m/s)	1,4	1,4	1,4	1,3	1,6	1,9	2,0	2,0	2,0	1,7	1,5	1,5	1,6
Evapotranspiração Potencial (mm)	176,4	156,8	159,8	151,1	150,6	129,7	132,2	162,8	204,2	228,6	201,9	185,7	170,0

Fonte: INMET (2018)

**Tabela 3.5 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Bacabal
(INMET-82460).**

BACABAL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	32,7	32,4	32,3	32,3	32,7	32,7	33,1	34,7	36,1	36,2	35,6	34,4	33,8
T. mínima (°C)	22,8	23,2	23,4	23,6	23,8	22,9	22,3	22,6	23,1	23,5	23,8	23,5	23,2
T. média (°C)	27,2	26,9	26,8	27,3	27,2	27,1	27,3	28,0	28,9	29,1	28,9	28,3	27,8
Umidade Relativa (%)	82,0	83,7	84,8	85,1	80,8	76,9	73,4	68,3	65,5	66,4	68,5	74,8	75,9
Evaporação (mm)	71,7	55,6	55,4	52,6	74,5	96,1	128,5	149,1	169,0	167,2	142,4	119,7	106,8
Precipitação (mm)	263,8	263,8	390,4	358,4	195,0	54,6	17,9	14,6	10,6	35,4	67,8	135,3	150,6
Insolação (horas)	155,4	138,4	140,6	148,6	199,1	241,3	262,1	272,3	241,2	214,5	186,4	176,9	198,1
Vento (m/s)	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,0	2,4	2,6	2,4	2,2	2,0
Evapotranspiração Potencial (mm)	205,1	182,0	187,6	181,6	183,5	166,4	179,0	202,7	213,9	230,6	229,0	236,1	199,8

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.6 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Balsas (INMET-82768).

BALSAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	31,0	31,2	31,2	31,6	32,4	32,9	33,3	34,8	35,4	33,9	32,2	31,0	32,6
T. mínima (°C)	21,9	22,0	22,2	22,5	21,8	20,4	19,4	20,2	22,2	22,8	22,3	22,0	21,6
T. média (°C)	25,8	25,9	25,9	26,4	26,6	26,3	26,2	27,5	28,8	28,1	26,8	26,0	26,7
Umidade Relativa (%)	80,5	80,4	80,9	78,0	71,4	61,4	52,7	47,9	49,5	62,5	73,6	79,1	68,2
Evaporação (mm)	75,1	69,3	71,4	83,1	116,2	163,3	207,1	242,6	229,4	160,1	101,0	71,3	132,5
Precipitação (mm)	195,9	178,9	206,0	134,8	46,0	4,0	2,3	4,2	27,6	98,0	133,1	201,7	102,7
Insolação (horas)	148,9	137,4	154,9	184,9	238,8	268,5	289,1	294,4	254,0	191,5	149,6	132,0	203,7
Vento (m/s)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,9	1,8	1,7	1,4	1,2	1,2	1,5
Evapotranspiração Potencial (mm)	180,7	158,0	166,2	165,5	166,0	151,1	158,9	201,0	225,7	239,7	208,7	186,0	184,0

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.7 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Barra do Corda (INMET-82571).

BARRA DO CORDA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	31,30	30,90	30,90	31,10	31,50	32,10	33,00	34,40	35,30	34,80	33,80	32,40	32,63
T. mínima (°C)	22,0	21,8	22,0	21,9	21,3	19,7	18,9	19,6	21,9	22,9	22,9	22,5	21,45
T. média (°C)	25,90	25,60	25,50	25,80	25,70	25,50	25,70	26,90	28,20	28,50	27,90	26,90	26,51
Umidade Relativa (%)	83,10	85,50	87,30	87,00	83,40	74,80	67,30	61,10	60,20	64,40	70,40	77,20	75,14
Evaporação (mm)	77,40	60,80	59,80	59,00	85,80	133,50	183,00	217,90	207,30	176,20	136,80	106,60	125,34
Precipitação (mm)	179,8	199	236,8	187,5	69	16,2	6,9	12,3	17,4	37,8	75,7	138,7	98,09
Insolação (horas)	147,70	133,30	138,60	162,30	210,10	252,10	275,00	262,80	208,70	188,40	166,90	151,50	191,45
Vento (m/s)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	2,2	2,3	2,2	2	1,9	1,8	1,7	1,83
Evapotranspiração Potencial (mm)	171,3	142,1	149,1	142	143,5	135,4	147,9	178,5	199,7	223,5	211,5	202,5	170,58

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.8 - Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Carolina (INMET-82765).

CAROLINA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	31,1	31,2	31,1	31,8	32,7	33,7	34,6	35,9	35,6	33,3	32,0	31,0	32,8
T. mínima (°C)	22,5	22,6	22,7	22,8	22,4	20,8	20,2	21,2	22,9	22,8	22,8	22,6	22,2
T. média (°C)	26,1	26,0	26,1	26,5	26,9	26,8	27,2	28,5	29,0	27,7	26,8	26,1	27,0
Umidade Relativa (%)	82,9	83,4	84,2	82,1	76,4	64,7	54,6	47,3	54,5	70,3	77,9	82,7	71,8
Evaporação (mm)	67,3	60,6	69,1	72,3	109,8	169,0	228,3	267,6	211,9	125,7	84,4	67,9	127,8
Precipitação (mm)	268,0	271,7	296,4	203,5	91,0	10,1	6,9	8,9	41,4	136,4	151,6	241,9	144,0
Insolação (horas)	149,9	134,8	145,1	175,9	240,4	282,1	303,4	290,6	218,9	162,0	147,8	133,9	198,7
Vento (m/s)	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,8	2,0	2,1	2,0	1,6	1,5	1,4	1,6
Evapotranspiração Potencial (mm)	183,5	161,5	169,6	166,0	172,8	160,4	180,8	225,7	242,3	237,7	201,9	186,6	190,7

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.9 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Caxias (INMET-82476).

CAXIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	32,8	32,0	31,9	31,8	32,0	32,2	33,1	34,9	36,5	36,9	36,3	34,7	33,8
T. mínima (°C)	23,0	22,8	22,7	22,8	22,6	21,5	21,0	21,3	22,7	23,6	23,9	23,7	22,6
T. média (°C)	27,2	26,6	26,3	26,5	26,8	26,5	26,7	27,7	29,1	29,8	29,7	28,6	27,6
Umidade Relativa (%)	74,6	78,5	81,7	82,3	77,9	71,5	64,3	57,2	53,4	54,2	56,8	65,1	68,1
Evaporação (mm)	85,4	65,7	60,0	56,6	72,1	94,6	129,4	166,1	185,5	182,8	164,0	133,3	116,3
Precipitação (mm)	215,9	242,1	353,0	298,2	143,3	32,2	16,3	14,9	9,5	25,7	39,3	127,5	126,5
Insolação (horas)	180,0	156,1	170,0	179,9	218,2	249,4	277,0	289,7	278,7	261,2	231,0	199,5	224,2
Vento (m/s)	1,8	1,8	1,7	1,7	1,9	2,2	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0
Evapotranspiração Potencial (mm)	218,6	169,1	172,9	163,4	165,7	155,1	168,4	205,1	235,7	267,9	268,9	261,4	204,4

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.10 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Chapadinha (INMET-82382).

TEMPO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	32,5	31,7	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,7	35,2	35,6	35,5	34,4	33,0
T. mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,5	22,9	23,3	23,3	22,7
T. média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7	26,9
Umidade Relativa (%)	78,1	82,3	85,6	86,3	82,8	78,2	73,3	67,0	63,8	62,8	63,5	68,5	74,4
Evaporação (mm)	125,1	88,4	76,8	69,4	87,9	109,7	144,1	186,4	209,3	224,3	213,2	191,4	143,8
Precipitação (mm)	215,5	276,0	368,2	344,5	213,6	72,2	32,4	10,3	5,5	15,1	27,3	93,9	139,5
Insolação (horas)	187,2	170,6	167,2	170,9	220,1	248,7	275,9	299,8	288,6	275,0	238,9	220,9	230,3
Vento (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6	2,2
Evapotranspiração Potencial (mm)	185,4	153,4	156,9	150,3	158,1	146,4	154,9	169,4	177,5	199,3	197,7	209,5	171,6

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.11 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Colinas (INMET-82676).

COLINAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	31,4	31,2	31,1	31,5	32,0	32,5	33,2	34,7	35,6	35,2	33,8	32,1	32,9
T. mínima (°C)	22,2	22,1	22,3	22,3	21,4	19,8	18,8	19,0	21,1	22,7	22,8	22,5	21,4
T. média (°C)	26,0	25,8	25,8	26,0	26,0	25,5	25,4	26,4	27,9	28,3	27,6	26,6	26,4
Umidade Relativa (%)	81,3	83,0	85,3	83,9	78,2	71,0	63,6	56,2	56,2	61,0	69,1	77,2	72,2
Evaporação (mm)	68,8	60,1	58,8	60,1	87,0	120,9	168,2	198,1	204,6	168,6	121,0	91,4	117,3
Precipitação (mm)	195,5	190,3	280,3	205,7	69,9	15,2	6,6	6,9	28,3	69,1	100,2	147,0	109,6
Insolação (horas)	142,2	128,1	143,2	167,2	221,9	266,9	291,8	291,9	242,1	207,6	174,3	150,0	202,3
Vento (m/s)	1,3	1,5	1,3	1,4	1,8	2,3	2,3	2,3	1,9	1,7	1,6	1,4	1,7
Evapotranspiração Potencial (mm)	173,5	144,8	154,4	145,8	149,5	133,9	147,5	170,6	203,4	219,7	205,1	192,0	170,0

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.12 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Imperatriz (INMET-82564).

IMPERATRIZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	31,8	31,9	31,9	32,3	33,0	33,5	34,3	35,4	35,4	34,4	33,3	32,3	33,3
T. mínima (°C)	22,5	22,5	22,6	22,7	22,7	21,4	20,4	21,0	22,5	23,1	22,9	22,6	22,2
T. média (°C)	26,6	26,6	26,1	26,6	27,2	27,1	27,2	28,3	28,8	28,4	27,8	27,2	27,3
Umidade Relativa (%)	80,5	80,6	81,8	80,2	76,0	68,8	62,2	57,7	60,7	66,5	73,0	77,4	72,1
Evaporação (mm)	87,4	80,8	81,6	84,8	113,2	150,2	181,9	195,8	170,4	147,5	118,7	101,0	126,1
Precipitação (mm)	253,0	220,7	295,8	206,5	91,9	14,7	6,5	9,1	39,0	70,8	117,8	190,5	126,4
Insolação (horas)	148,9	132,2	145,7	171,5	222,2	262,0	281,3	264,6	198,7	159,7	143,3	143,6	189,5
Vento (m/s)	1,6	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7
Evapotranspiração Potencial (mm)	194,2	169,1	173,5	173,0	186,5	169,5	180,1	214,6	223,1	240,7	217,9	211,5	196,1

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.13 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica São Luís (INMET-82280).

TEMPO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8	31,1
T. mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5	23,7
T. média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4	26,7
Umidade Relativa (%)	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4	82,8
Evaporação (mm)	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0	81,5
Precipitação (mm)	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5	183,3
Insolação (horas)	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2	194,9
Vento (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9	2,4
Evapotranspiração Potencial (mm)	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5	159,0

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.14 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Turiaçu (INMET-82198).

TURIAÇU	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	31,1	30,5	30,1	30,3	30,8	31,0	30,9	31,4	31,9	32,3	32,5	32,2	31,3
T. mínima (°C)	23,6	23,2	23,1	23,0	23,2	23,0	22,9	23,5	23,9	24,1	24,3	24,1	23,5
T. média (°C)	26,9	26,5	26,2	26,2	26,6	26,5	26,5	26,9	27,1	27,5	27,8	27,7	26,9
Umidade Relativa (%)	84,6	87,3	89,6	90,2	88,4	87,1	85,9	82,6	79,3	78,1	78,2	79,4	84,2
Evaporação (mm)	84,0	60,8	53,3	46,3	54,4	62,5	72,1	93,6	115,2	132,1	131,1	121,0	85,5
Precipitação (mm)	208,5	307,3	458,0	418,2	301,0	215,4	155,7	49,0	15,4	8,9	7,1	53,0	183,1
Insolação (horas)	160,6	122,7	114,9	111,4	153,2	192,1	219,4	254,7	254,5	254,7	242,2	214,8	191,3
Vento (m/s)	3,5	3,1	2,8	2,5	2,6	2,8	3,2	3,8	4,3	4,4	4,4	4,1	3,5
Evapotranspiração Potencial (mm)	177,6	154,0	164,5	153,7	164,9	154,0	153,1	157,1	160,2	172,8	177,3	184,4	164,5

Fonte: INMET (2018)

Tabela 3.15 – Normais Climatológicas da Estação Meteorológica Zé Doca (INMET-82376).

ZÉ DOCA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
T. máxima (°C)	32,3	31,6	31,5	31,6	32,0	31,9	32,2	33,4	34,3	34,6	34,4	33,7	32,8
T. mínima (°C)	23,1	22,9	23,1	23,2	23,2	22,5	21,9	22,1	22,4	22,8	23,3	23,4	22,8
T. média (°C)	26,7	26,3	26,3	26,4	26,9	26,7	26,6	27,2	27,7	28,0	28,2	27,7	27,1
Umidade Relativa (%)	80,6	84,1	85,4	85,2	82,0	78,9	76,3	71,8	68,3	67,1	67,7	72,4	76,7
Evaporação (mm)	92,3	66,9	64,3	61,3	78,9	97,5	121,1	148,4	167,6	184,7	170,9	149,7	117,0
Precipitação (mm)	254,7	296,1	359,0	346,2	218,2	91,6	47,1	22,5	20,9	31,9	47,9	118,0	154,5
Insolação (horas)	163,7	141,8	145,9	154,7	201,1	236,5	250,9	262,1	249,4	224,6	192,2	190,7	201,1
Vento (m/s)	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1	2,2	2,5	2,9	3,1	3,1	2,7	2,3
Evapotranspiração Potencial (mm)	186,2	154,8	161,2	154,9	168,1	157,2	158,0	171,5	178,2	192,4	197,0	203,6	173,6

Fonte: INMET (2018)

3.3.1. Circulação Atmosférica

A região Nordeste do Brasil é conhecida como uma região complexa do ponto de vista climatológico, apresentando grande variabilidade de climas desde as áreas litorâneas até as regiões localizadas a oeste; respectivamente Agreste e Sertão. Na região os principais sistemas meteorológicos que atuam são (**Figura 3.29**):

- Zona de Convergência Intertropical (ZCIT),
- Zona de Transição.

O estudo foi realizado com base na divisão do Estado em bacias hidrográficas, onde foi levado em consideração o curso de sua hidrografia, suas variações climáticas e as regiões fitogeográficas.

A área do Estado localiza-se entre as coordenadas 41°48' e 48°50'W e 1°01' e 10°21'S, portanto, sob influência da associação entre a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e da Zona de Transição.

As condições climáticas no Maranhão são características de uma área de transição no sentido sudeste (SE) para noroeste (NW). Os movimentos de avanço e recuo das massas de ar predominantes no estado têm maior penetração pelas partes mais baixas e pelas bacias hidrográficas perpendiculares ao litoral, a mesma direção de penetração das chuvas duradouras do regime marítimo definido pela Massa Equatorial Atlântica Norte (mEn), proveniente do hemisfério Norte em janeiro e com retorno a partir de meados de março. A penetração das massas do regime marítimo é facilitada pela configuração do relevo (EMBRAPA, 1986).

3.3.2. Caracterização do Clima

Dos elementos climáticos, a precipitação pluviométrica é de importância fundamental na definição do quadro climático das regiões tropicais, pois da sua quantidade e distribuição temporal dependem toda a vida animal e vegetal e, conseqüentemente, todas as atividades humanas.



Figura 3.29 - Principais Sistemas Meteorológicos no Nordeste Brasileiro.

O regime pluviométrico observado a partir das Normais Climatológicas das estações meteorológicas localizadas no estado do Maranhão e em seu entorno, reflete sua relação com o padrão de circulação atmosférica descrito anteriormente e, principalmente, a marcante atuação do relevo, onde as elevações condicionam o surgimento de zonas úmidas, a barlavento dessas barreiras orográficas em relação aos fluxos dos alísios. A sotavento dessas barreiras aparecem áreas secas conhecidas como “zonas de sombra de chuvas”.

3.3.3. Distribuição Anual da Precipitação

A climatologia da precipitação anual do Estado do Maranhão, vista na **Figura 3.30**, apresenta uma distribuição espacial regular, com isoietas que oscilam entre 1200 e 2100 mm. As chuvas mais intensas se localizam à noroeste do Estado, na maior parte do sistema hidrográfico das Ilhas Maranhenses e do Litoral Ocidental das bacias hidrográficas de Maracaçumé, Turiaçu, Peria e na região superior da bacia hidrográfica do Gurupi

As chuvas menos intensas acontecem a sudeste, em parte das áreas das bacias hidrográficas do Mearim, Itapecurú e Parnaíba.

Para determinar a área de influência das estações meteorológicas, e, conseqüentemente, as características climáticas de cada bacia hidrográfica, foi utilizado o Método dos Polígonos de Thiessen.

O Método dos Polígonos de Thiessen, ou apenas Método de Thiessen, é usado para calcular a precipitação média de uma determinada superfície. O método atribui um fator de peso, definido a partir das áreas de influência dos postos pluviométricos existentes na região, aos totais precipitados medidos em cada um desses postos. A precipitação média é calculada a partir da equação a seguir.

$$\bar{P} = \frac{\sum P_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

Onde A_i é a área de interseção entre o polígono i e a bacia hidrográfica e P_i é a precipitação do posto central ao polígono i .

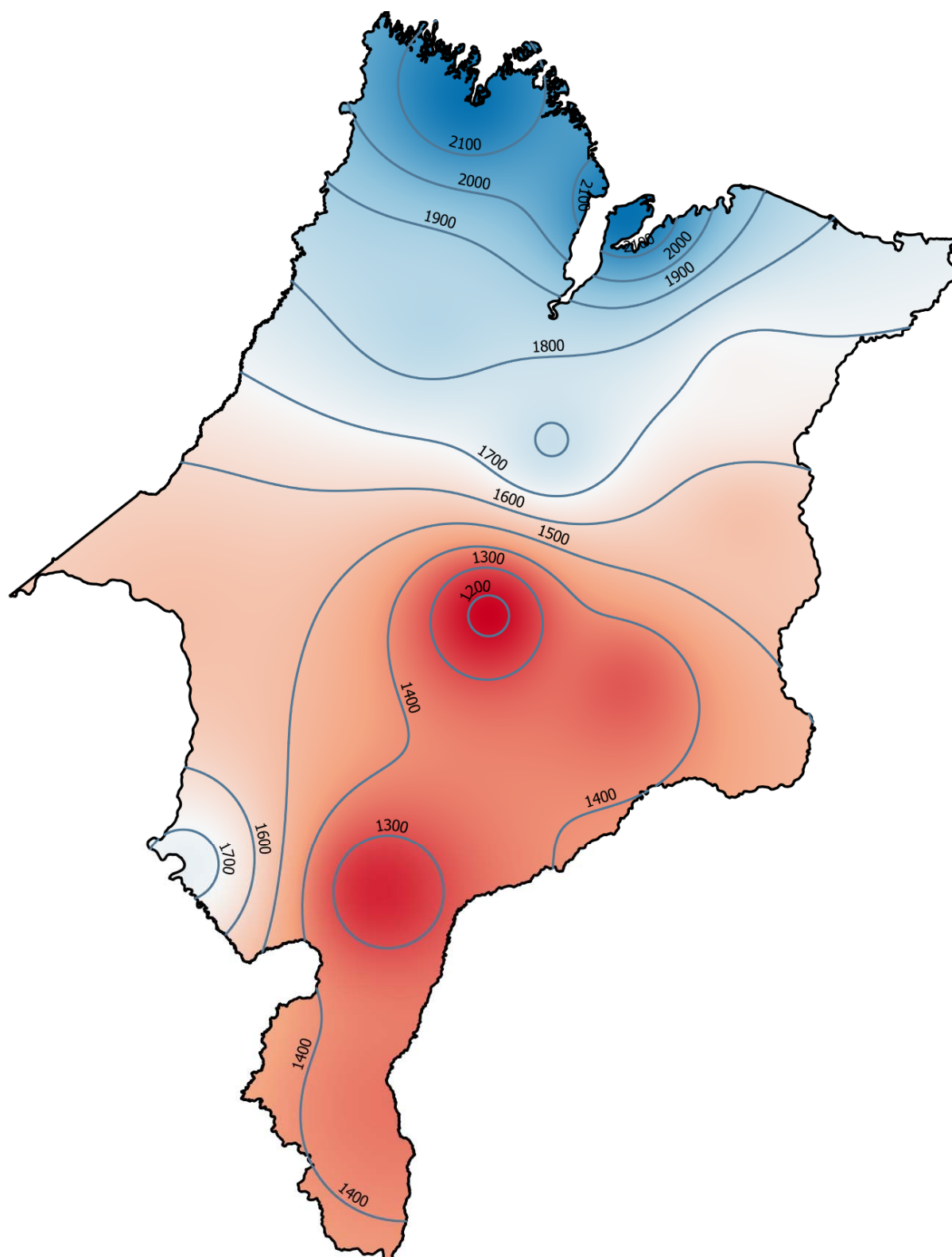


Figura 3.30 - Isoietas Médias Anuais do Estado do Maranhão.

A **Figura 3.31** mostra a representação da área de influência de cada uma das doze estações meteorológicas utilizadas no estudo, possibilitando a identificação das estações que influenciam cada bacia hidrográfica do Estado do Maranhão. A **Tabela 3.16** apresenta a proporção da área de influência de cada posto em cada bacia hidrográfica.

3.3.3.1. *Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi*

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Gurupi é de 1.796,8 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em agosto com 22,4 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 354,3 mm, com amplitude de 331,9 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de dezembro a maio com média mensal de 250,6 mm e total acumulado de 1503,6 mm equivalente a 83,7% do total anual. Os meses entre maio e outubro possui média mensal de 48,9 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 312,2 mm e total acumulado de 936,7 mm equivalente a 52,1%. O trimestre mais seco vai de agosto a outubro com média mensal de 30,0 mm e acumulado de 90,0 mm, o que equivale a 5,0% do total anual.

A **Tabela 3.17** e a **Figura 3.32** apresentam os valores de precipitação para a bacia do Rio Gurupi.



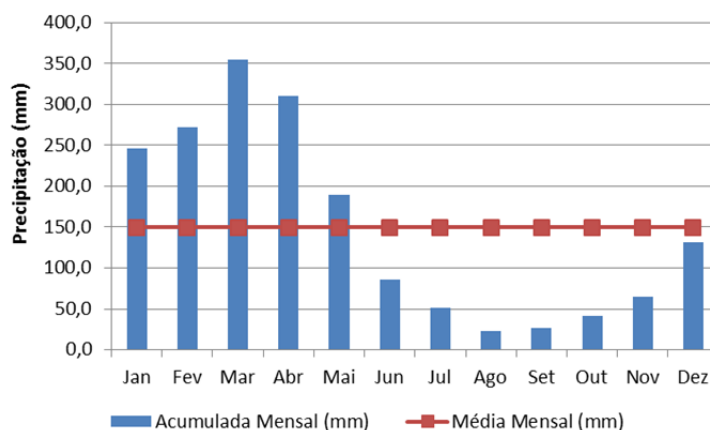
Figura 3.31 – Área de Influência de cada Estação Meteorológica.

Tabela 3.16 - Porcentagem da Área de Influência de cada Estação Meteorológica em cada Bacia Hidrográfica.

[illegible]

Tabela 3.17 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Imperatriz	253,0	220,7	295,8	206,5	91,9	14,7	6,5	9,1	39,0	70,8	117,8	190,5
Turiaçu	208,5	307,3	458,0	418,2	301,0	215,4	155,7	49,0	15,4	8,9	7,1	53,0
Zé Doca	254,7	296,1	359,0	346,2	218,2	91,6	47,1	22,5	20,9	31,9	47,9	118,0
Na Bacia	246,2	272,0	354,3	310,4	188,8	86,4	51,8	22,4	26,2	41,4	65,0	131,9

**Figura 3.32 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.**

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas médias mensais registradas na Bacia do Rio Gurupi apresentam amplitude de 1,8°C entre as temperaturas 26,2°C no mês de março e 28,1°C no mês de outubro e média de 27,1°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 21,6°C e mais alto no mês de novembro com 23,3°C, com amplitude de 1,8°C e média de 22,7°C. A temperaturas média das máximas tem seu maior valor no mês de setembro registrando 34,3°C e menor em março com 31,4°C, com amplitude de 2,9°C, e média igual a 32,7°C.

O trimestre mais frio nesta região é de junho a agosto com média de 21,9°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas da região são observadas nos meses de agosto a outubro com média de 34,1°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia do Rio Gurupi são apresentadas na **Tabela 3.18** e na **Figura 3.33**.

Tabela 3.18 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Imperatriz	Média (°C)	26,6	26,6	26,1	26,6	27,2	27,1	27,2	28,3	28,8	28,4	27,8	27,2
	Mínima (°C)	22,5	22,5	22,6	22,7	22,7	21,4	20,4	21,0	22,5	23,1	22,9	22,6
	Máxima (°C)	31,8	31,9	31,9	32,3	33,0	33,5	34,3	35,4	35,4	34,4	33,3	32,3
Turiaçu	Média (°C)	26,9	26,5	26,2	26,2	26,6	26,5	26,5	26,9	27,1	27,5	27,8	27,7
	Mínima (°C)	23,6	23,2	23,1	23,0	23,2	23,0	22,9	23,5	23,9	24,1	24,3	24,1
	Máxima (°C)	31,1	30,5	30,1	30,3	30,8	31,0	30,9	31,4	31,9	32,3	32,5	32,2
Zé Doca	Média (°C)	26,7	26,3	26,3	26,4	26,9	26,7	26,6	27,2	27,7	28,0	28,2	27,7
	Mínima (°C)	23,1	22,9	23,1	23,2	23,2	22,5	21,9	22,1	22,4	22,8	23,3	23,4
	Máxima (°C)	32,3	31,6	31,5	31,6	32,0	31,9	32,2	33,4	34,3	34,6	34,4	33,7
Na Bacia	Média (°C)	26,7	26,4	26,2	26,4	27,0	26,8	26,8	27,5	28,0	28,1	28,0	27,5
	Mínima (°C)	23,0	22,8	22,9	23,0	23,0	22,2	21,6	22,0	22,7	23,1	23,3	23,2
	Máxima (°C)	31,9	31,5	31,4	31,6	32,1	32,3	32,7	33,8	34,3	34,1	33,7	33,0

✓ Umidade Relativa do Ar

A alta umidade atmosférica implica em, pelo menos, dois efeitos benéficos possíveis no crescimento da planta. Primeiramente, muitas plantas podem absorver diretamente umidade do ar saturado. Segundo, a umidade pode afetar a fotossíntese. Os trabalhos de Baker verificam que o nível fotossintético cresce com a umidade, mais ou menos substancialmente em função da intensidade luminosa.

Diversos fatores influenciam na variabilidade da umidade atmosférica que tende a decrescer com: i) O aumento da latitude; ii) O aumento da altitude; iii) A diminuição da temperatura. Os valores máximos de umidade são observados sobre os oceanos e decrescem à medida que se avança para o interior dos continentes. Os valores de umidade são maiores sobre áreas vegetadas do que sobre o solo estéril. Valores baixos de temperatura tendem a reter menos umidade.

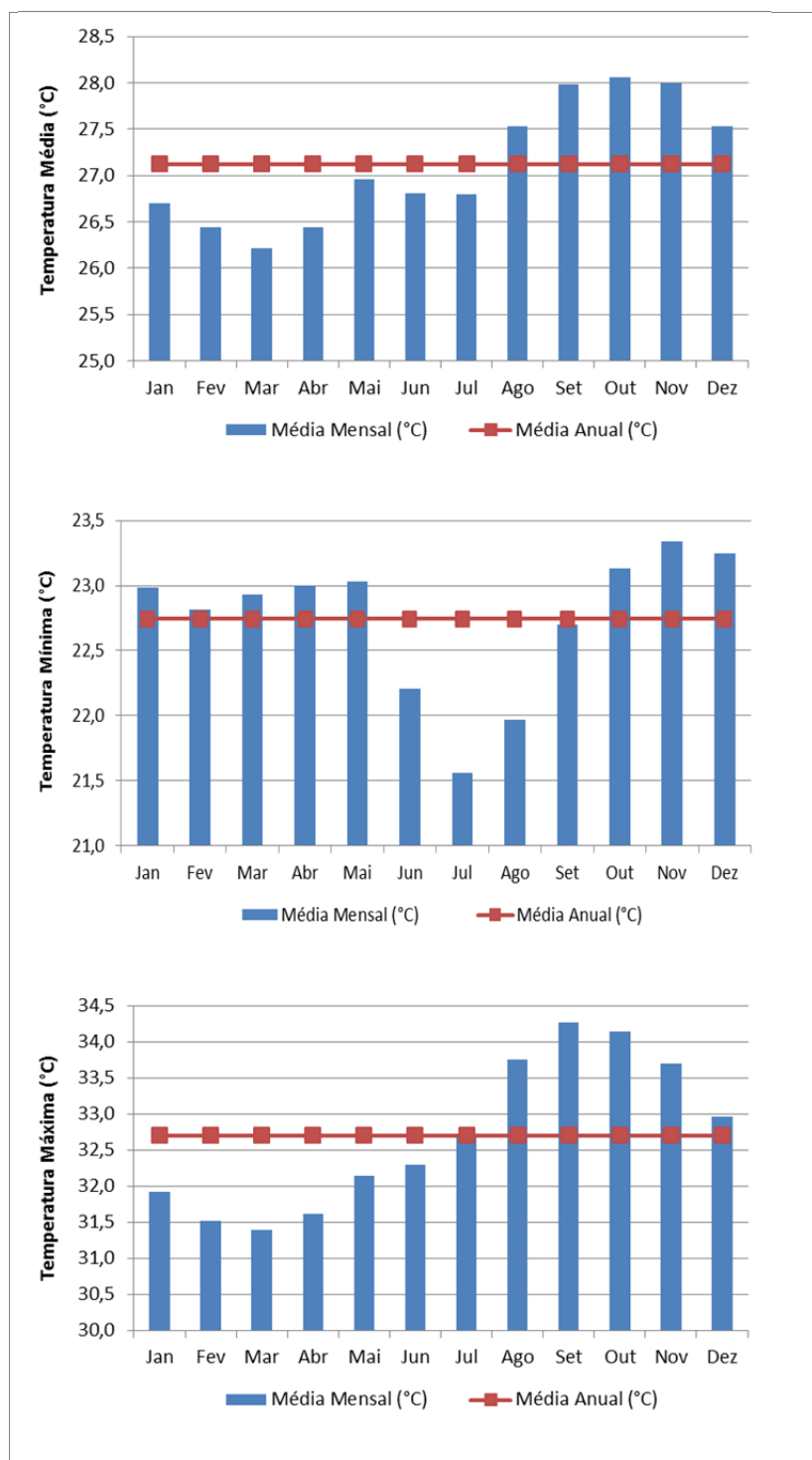


Figura 3.33 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas do Rio Gurupi.

Os valores médios mensais de Umidade Relativa do Ar registrados na Bacia do Rio Gurupi apresenta amplitude de 17,3% entre os valores 67,6%, observado no mês de setembro, e 84,9% no mês de março, e média de 76,4%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre janeiro e junho com média mensal de 82,0% e menores entre os meses de julho a dezembro equivalente a média 70,8%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de fevereiro a abril com média de 84,2%, já o trimestre menos úmido vai de agosto a outubro com média mensal 68,4%.

A **Tabela 3.19** e a **Figura 3.34** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Gurupi.

Tabela 3.19 - Umidade Relativa do Ar Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Imperatriz	80,5	80,6	81,8	80,2	76,0	68,8	62,2	57,7	60,7	66,5	73,0	77,4
Turiação	84,6	87,3	89,6	90,2	88,4	87,1	85,9	82,6	79,3	78,1	78,2	79,4
Zé Doca	80,6	84,1	85,4	85,2	82,0	78,9	76,3	71,8	68,3	67,1	67,7	72,4
Na Bacia	81,3	83,5	84,9	84,3	81,0	76,8	73,1	68,8	67,6	68,8	71,4	75,4

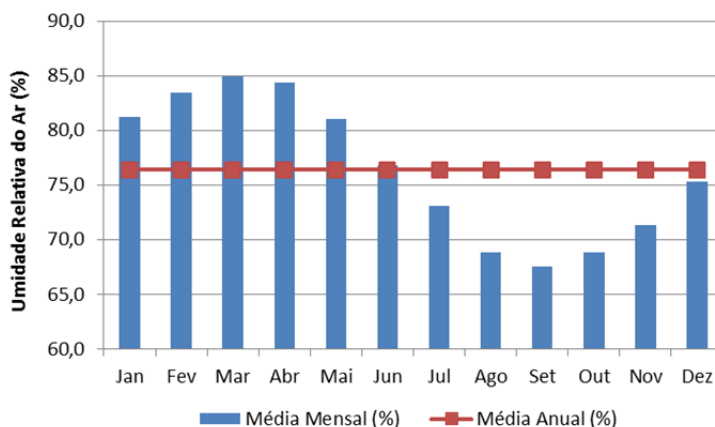


Figura 3.34 - Médias Mensais de Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Gurupi.

✓ Direção e Intensidade do Vento

A meteorologia denomina de vento o movimento, aproximadamente horizontal, do ar atmosférico, chamando de correntes os movimentos verticais. Duas variáveis, velocidade e direção, caracterizam os ventos, sendo que tanto a velocidade como a direção são fortemente influenciadas pelas irregularidades topográficas.

O registro da média num determinado período (média diária ou mensal) e a medida instantânea são as formas de se medir a velocidade do vento, enquanto a direção do vento pode ser medida nos três horários sinóticos, indicando a direção onde o vento se origina.

Na área em estudo, os ventos são calmos e sopram predominantemente a NE, variando entre 47,9° no mês de novembro a 98,5° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 67,8°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Gurupi é de 2,3 m/s, com maiores valores observados em setembro, outubro e novembro com 2,8 m/s e menor em abril com média mensal de 1,8 m/s, e amplitude de 1,1 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de julho a dezembro com média de 2,6 m/s. O semestre que vai de janeiro a junho é marcado como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 2,0 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados ocorre entre setembro e novembro com 2,8 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em março a maio com 1,9 m/s.

A **Tabela 3.20** e a **Figura 3.35** apresentam as intensidades e direção dos ventos na Bacia do Rio Gurupi.

Tabela 3.20 – Ventos - Médias Mensais da Bacia do Rio Gurupi.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Imperatriz	Intensidade (m/s)	1,6	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
	Direção (°)	58,0	62,0	56,0	96,0	102,0	109,0	101,0	88,0	65,0	55,0	39,0	62,0
Turiaçu	Intensidade (m/s)	3,5	3,1	2,8	2,5	2,6	2,8	3,2	3,8	4,3	4,4	4,4	4,1
	Direção (°)	51,0	48,0	47,0	54,0	66,0	73,0	69,0	65,0	64,0	60,0	57,0	55,0
Zé Doca	Intensidade (m/s)	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1	2,2	2,5	2,9	3,1	3,1	2,7
	Direção (°)	52,0	52,0	51,0	59,0	80,0	100,0	97,0	81,0	66,0	54,0	51,0	51,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	2,2	2,1	1,9	1,8	1,9	2,1	2,2	2,5	2,8	2,8	2,8	2,6
	Direção (°)	53,9	54,8	52,0	70,9	85,2	98,5	93,6	80,7	65,3	55,4	47,9	55,5

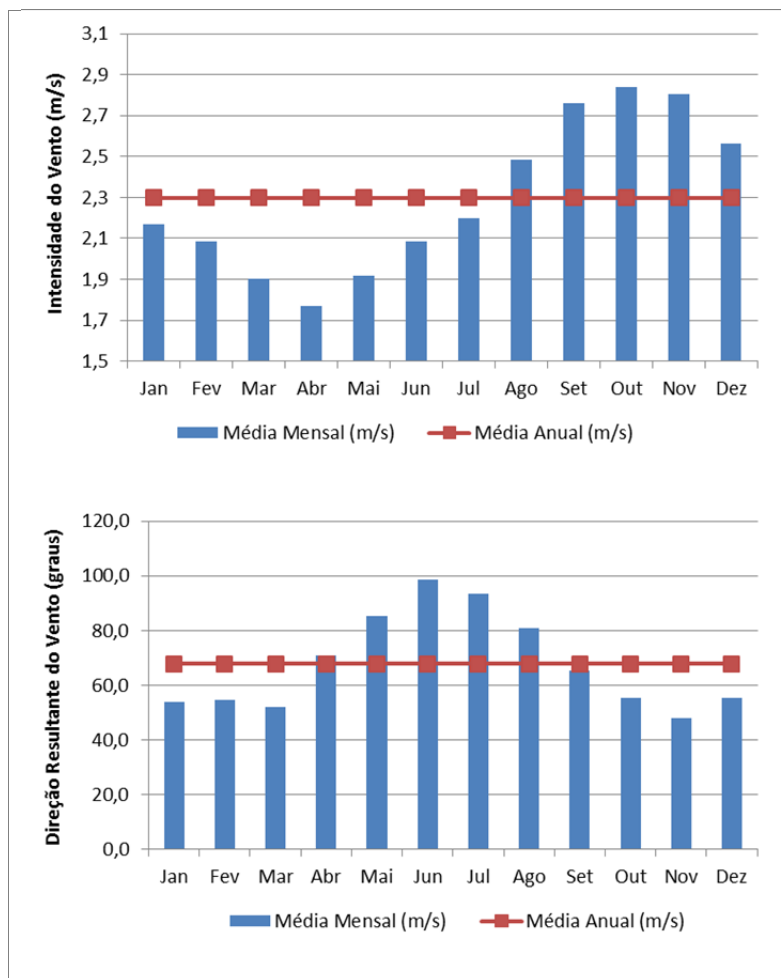


Figura 3.35 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Gurupi.

✓ Radiação Solar

Chama-se insolação, a quantidade de radiação solar incidente por unidade de superfície horizontal a uma elevação determinada. A aplicação principal desta variável é a determinação da radiação global incidente no solo, através de uma curva de regressão.

A medida da insolação é feita utilizando um aparelho chamado heliógrafo, constituído basicamente de uma esfera de cristal, a qual concentra os raios do sol, queimando uma faixa de papel graduado em horas. Acumulando os trechos queimados de uma faixa, obtém-se o número de horas de sol desse dia.

O período de maior insolação na área de estudo acontece entre os meses de junho e agosto com valores médios de insolação de 251,8 h/mês e valor acumulado de 755,5 horas, representando aproximadamente 32,2% das 2345,2 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre fevereiro a abril com média de 142,9 h/mês e acumulado de 428,8 horas.

A **Tabela 3.21** e a **Figura 3.36** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Gurupi.

Tabela 3.21 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Imperatriz	148,9	132,2	145,7	171,5	222,2	262,0	281,3	264,6	198,7	159,7	143,3	143,6
Turiação	160,6	122,7	114,9	111,4	153,2	192,1	219,4	254,7	254,5	254,7	242,2	214,8
Zé Doca	163,7	141,8	145,9	154,7	201,1	236,5	250,9	262,1	249,4	224,6	192,2	190,7
Na Bacia	158,1	135,2	140,5	153,1	200,2	237,7	256,0	261,7	232,8	207,4	183,9	178,6

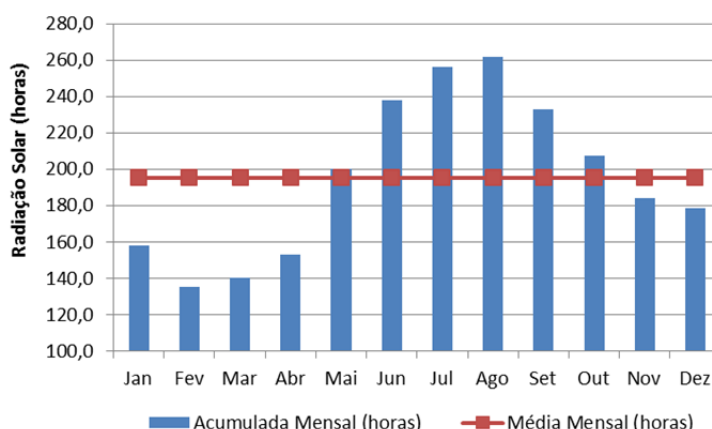


Figura 3.36 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

✓ Evaporação

Chama-se vaporização a passagem de um corpo do estado líquido para o gasoso. A vaporização toma o nome de evaporação quando se produz unicamente na superfície livre de um líquido. A evaporação sofre influência principalmente da latitude, da velocidade do vento, da radiação global, da temperatura do ar e da água, da umidade, entre outros.

A evaporação média anual da Bacia do Rio Gurupi é de 1376,7 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 66,9 mm, já o mês de outubro apresenta o maior valor de evaporação, 162,8 mm, com amplitude de 95,9 mm.

Em nível sazonal, a maior evaporação é observada entre os meses de julho a dezembro com média mensal de 147,6 mm e total acumulado de 885,3 mm, equivalente a 64,3% do total anual. Os meses entre abril e setembro possui média mensal de 81,9 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de agosto a outubro com valores médios mensais de 159,2 mm e total acumulado de 477,7 mm equivalente a 34,7% do total. O trimestre de menor

evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal de 68,6 mm e acumulado de 205,9 mm, o que equivale a 15% do total anual.

A **Tabela 3.22** e a **Figura 3.37** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Gurupi com aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.22 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Imperatriz	87,4	80,8	81,6	84,8	113,2	150,2	181,9	195,8	170,4	147,5	118,7	101,0
Turiação	84,0	60,8	53,3	46,3	54,4	62,5	72,1	93,6	115,2	132,1	131,1	121,0
Zé Doca	92,3	66,9	64,3	61,3	78,9	97,5	121,1	148,4	167,6	184,7	170,9	149,7
Na Bacia	89,2	70,7	68,4	66,9	86,5	109,7	133,7	155,4	159,6	162,8	146,0	127,9

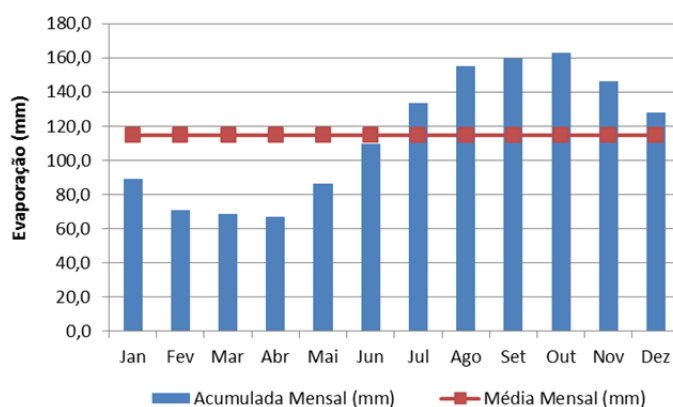


Figura 3.37 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

✓ Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial corresponde à capacidade máxima de água que pode ser perdida em forma de vapor, em certa condição climática. A evapotranspiração informada pelo INMET foi calculada pelo método de Thornthwaite (1948), a partir de uma correlação entre a evapotranspiração medida e a temperatura do ar.

O total anual da evapotranspiração para a Bacia do Rio Gurupi é de 2158,2 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em fevereiro com 159,6 mm, já o mês outubro apresenta o maior valor de evapotranspiração, 205,8 mm, com amplitude de 46,1 mm.

Em nível sazonal, o maior valor de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 195,3 mm e total acumulado de 1171,8 mm equivalente a 54,3% do total anual.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 203,2 mm e total acumulado de 609,7 mm equivalente a 28,2%. O trimestre de

menor evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal 162,2 mm e acumulado a 486,7 mm, o que equivale a 22,6% do total anual.

A **Tabela 3.23** e a **Figura 3.38** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Gurupi.

Tabela 3.23 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Imperatriz	194,2	169,1	173,5	173,0	186,5	169,5	180,1	214,6	223,1	240,7	217,9	211,5
Turiação	177,6	154,0	164,5	153,7	164,9	154,0	153,1	157,1	160,2	172,8	177,3	184,4
Zé Doca	186,2	154,8	161,2	154,9	168,1	157,2	158,0	171,5	178,2	192,4	197,0	203,6
Na Bacia	187,5	159,6	166,1	161,0	173,9	160,9	164,8	184,0	190,7	205,8	200,9	203,1

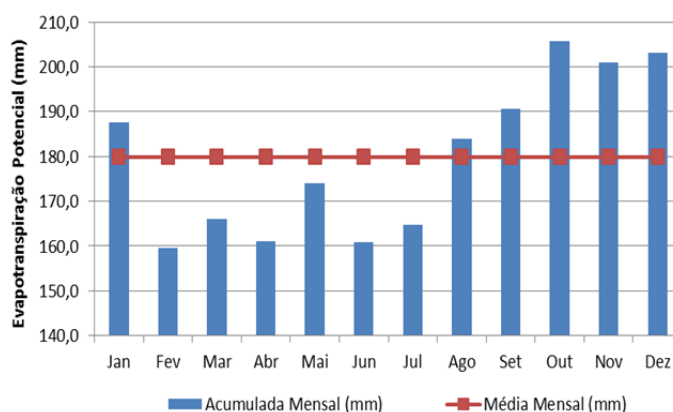


Figura 3.38 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Gurupi.

3.3.3.2. Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses

✓ Precipitação

A precipitação média anual no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses é de 2116,5 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em outubro com 7,9 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 445,8 mm, com amplitude de 437,9 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de janeiro a junho com média mensal de 310,6 mm e total acumulado de 1863,5 mm equivalente a 88,0% do total anual. Os meses entre julho e dezembro possui média mensal de 42,2 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 393,3 mm e total acumulado de 1179,9 mm equivalente a 55,7%. O trimestre mais seco vai de setembro a novembro com média mensal de 9,8 mm e acumulado de 29,4 mm, o que equivale a 1,4% do total anual.

A **Tabela 3.24** e a **Figura 3.39** apresentam os valores de precipitação para o Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Tabela 3.24 - Precipitação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	215,5	276,0	368,2	344,5	213,6	72,2	32,4	10,3	5,5	15,1	27,3	93,9
São Luís	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5
Turiaçu	208,5	307,3	458,0	418,2	301,0	215,4	155,7	49,0	15,4	8,9	7,1	53,0
Na Bacia	218,0	309,0	445,8	425,1	287,7	177,9	121,0	34,0	9,6	7,9	11,9	68,6

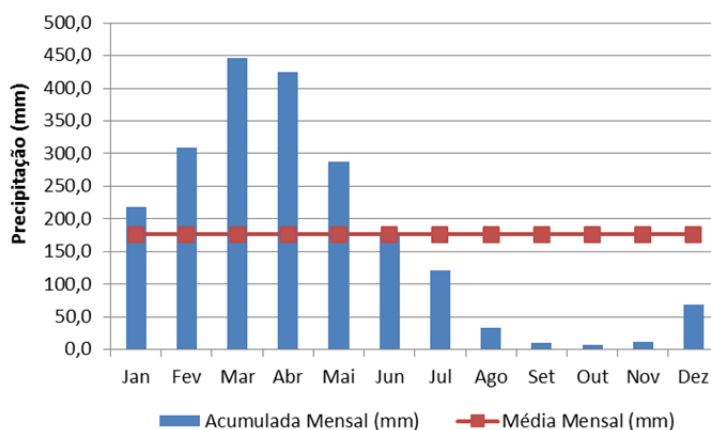


Figura 3.39 - Precipitação Média Mensal no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

✓ Temperatura

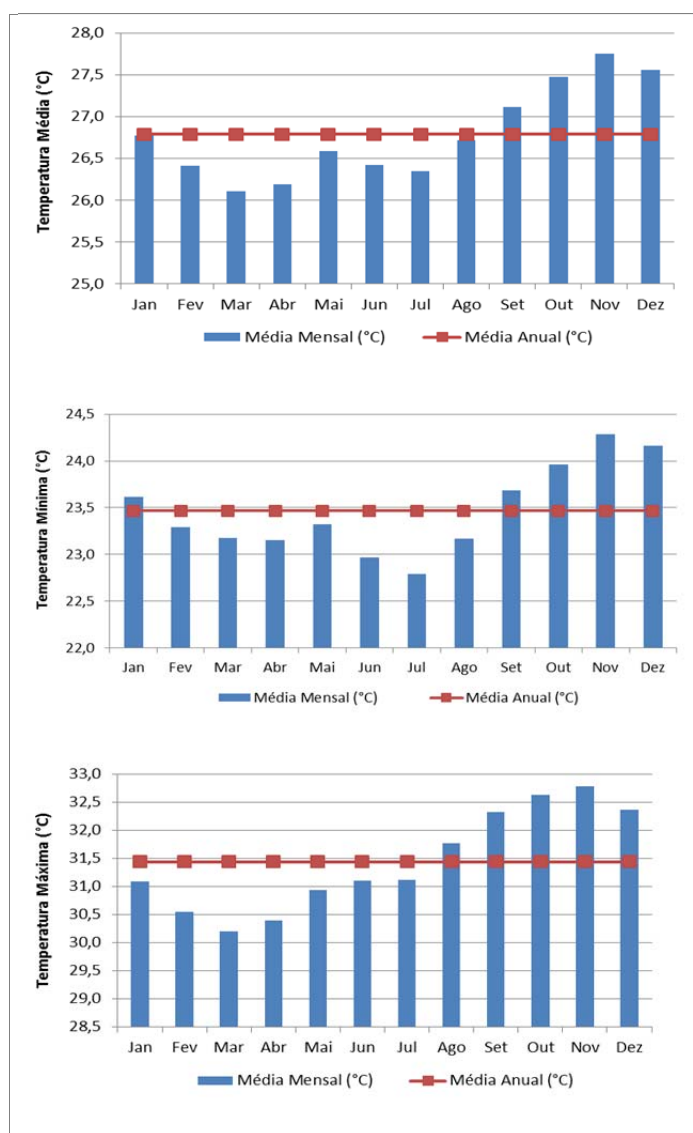
Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses apresentam amplitude de 1,6°C entre as temperaturas 26,1°C no mês de março e 27,8°C no mês de novembro e média de 26,8°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 22,8°C e mais alto no mês de novembro com 24,3°C apresentando assim amplitude de 1,5°C e média de 23,5°C. As temperaturas médias das máximas possui seu maior valor no mês de setembro registrando 32,8°C e menores em março com 30,2°C. A amplitude destas é de 2,6°C, com média igual a 31,4°C.

O trimestre mais frio nesta região é o de junho a agosto com média de 23,0°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas da região são observadas nos meses de outubro a dezembro com média de 32,6°C.

As médias mensais das temperaturas, média das mínimas e média das máximas do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses são apresentadas na **Tabela 3.25** e na **Figura 3.40**.

Tabela 3.25 - Temperatura Média Mensal no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7
	Mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,5	22,9	23,3	23,3
	Máxima (°C)	32,5	31,7	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,7	35,2	35,6	35,5	34,4
São Luís	Média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4
	Mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5
	Máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8
Turiaçu	Média (°C)	26,9	26,5	26,2	26,2	26,6	26,5	26,5	26,9	27,1	27,5	27,8	27,7
	Mínima (°C)	23,6	23,2	23,1	23,0	23,2	23,0	22,9	23,5	23,9	24,1	24,3	24,1
	Máxima (°C)	31,1	30,5	30,1	30,3	30,8	31,0	30,9	31,4	31,9	32,3	32,5	32,2
Na Bacia	Média (°C)	26,8	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,3	26,7	27,1	27,5	27,8	27,6
	Mínima (°C)	23,6	23,3	23,2	23,2	23,3	23,0	22,8	23,2	23,7	24,0	24,3	24,2
	Máxima (°C)	31,1	30,5	30,2	30,4	30,9	31,1	31,1	31,8	32,3	32,6	32,8	32,4

**Figura 3.40 - Temperaturas médias mensais, média das máximas e média das mínimas no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.**

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar no Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses apresenta os valores de 75,1% e amplitude de 13,8%, observado no mês de outubro, e amplitude de 13,8%; 88,8% no mês de abril, e média de 82,0%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre fevereiro e julho com média mensal de 86,2% e menores entre os meses de agosto a janeiro equivalente a média 77,7%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de março a maio com média de 87,9%, enquanto o trimestre mais seco vai de setembro a novembro com média mensal 75,6%.

A **Tabela 3.26** e a **Figura 3.41** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para o Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.26 - Umidade Relativa do Ar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	78,1	82,3	85,6	86,3	82,8	78,2	73,3	67,0	63,8	62,8	63,5	68,5
São Luís	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4
Turiação	84,6	87,3	89,6	90,2	88,4	87,1	85,9	82,6	79,3	78,1	78,2	79,4
Na Bacia	83,0	85,8	88,0	88,8	86,7	84,7	83,3	79,5	76,4	75,1	75,2	77,2

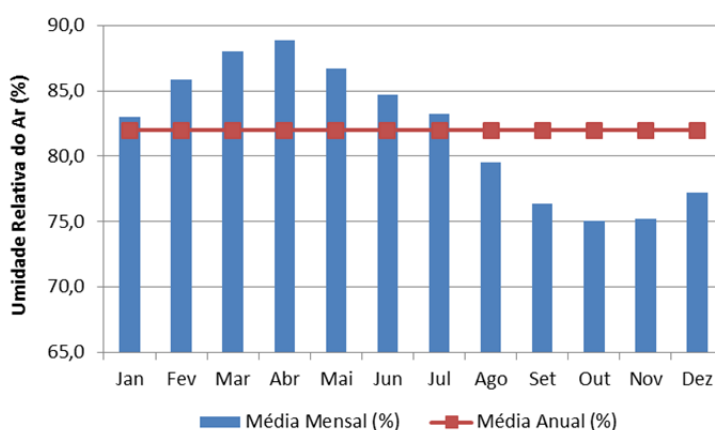


Figura 3.41 - Umidade Relativa do Ar Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

✓ Direção e Intensidade do Vento

No Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses, os ventos sopram predominantemente a NE, variando entre 43,6° no mês de março a 83,5° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 60,9°.

A velocidade média obtida é de 2,8 m/s, com maiores valores observados em outubro e novembro de 3,6 m/s e menor em abril e maio com média mensal de 2,1 m/s; a amplitude registrada de 1,5 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de agosto a janeiro com média de 3,3 m/s. Os meses fevereiro a julho constituem o semestre de menores intensidades de ventos com média de 2,3 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados ocorre entre setembro e novembro com 3,5 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em abril a junho com 2,1 m/s.

A **Tabela 3.27** e a **Figura 3.42** apresentam as intensidade e direção dos ventos do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses

Tabela 3.27 – Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6
	Direção (°)	56,0	60,0	61,0	74,0	99,0	113,0	114,0	96,0	73,0	60,0	57,0	56,0
São Luís	Intensidade (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9
	Direção (°)	50,0	52,0	35,0	48,0	64,0	82,0	74,0	62,0	57,0	55,0	53,0	52,0
Turiaçu	Intensidade (m/s)	3,5	3,1	2,8	2,5	2,6	2,8	3,2	3,8	4,3	4,4	4,4	4,1
	Direção (°)	51,0	48,0	47,0	54,0	66,0	73,0	69,0	65,0	64,0	60,0	57,0	55,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	2,8	2,5	2,3	2,1	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	3,6	3,6	3,3
	Direção (°)	51,3	51,8	43,6	54,3	70,3	83,5	78,4	68,5	62,1	57,7	55,1	53,8

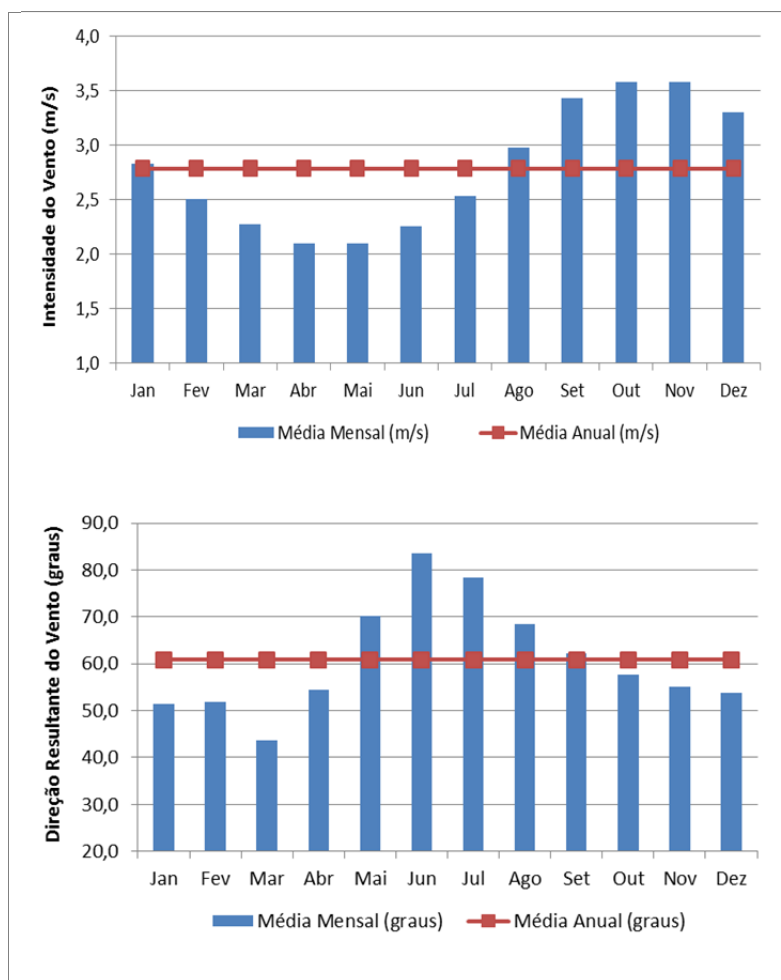


Figura 3.42 - Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na área de estudo acontece entre os meses de agosto e outubro com valores médios de insolação de 262,7 h/mês e valor acumulado de 788,0 horas, representando aproximadamente 33% das 2389,3 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre fevereiro a abril com média de 124,5 h/mês e acumulado de 373,4 horas.

A **Tabela 3.28** e a **Figura 3.43** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para o Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Tabela 3.28 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	187,2	170,6	167,2	170,9	220,1	248,7	275,9	299,8	288,6	275,0	238,9	220,9
São Luís	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2
Turiaçu	160,6	122,7	114,9	111,4	153,2	192,1	219,4	254,7	254,5	254,7	242,2	214,8
Na Bacia	162,2	128,7	121,5	123,1	168,4	206,8	236,0	266,9	261,1	260,0	239,8	214,6

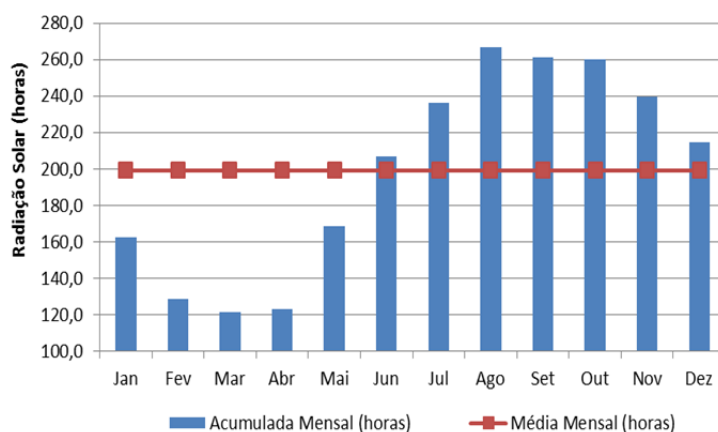


Figura 3.43 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

✓ Evaporação

A evaporação média anual do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses é de 1113,8 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 49,1 mm, já o mês de outubro apresenta o maior valor de evaporação 141,6 mm, com amplitude de 92,5 mm.

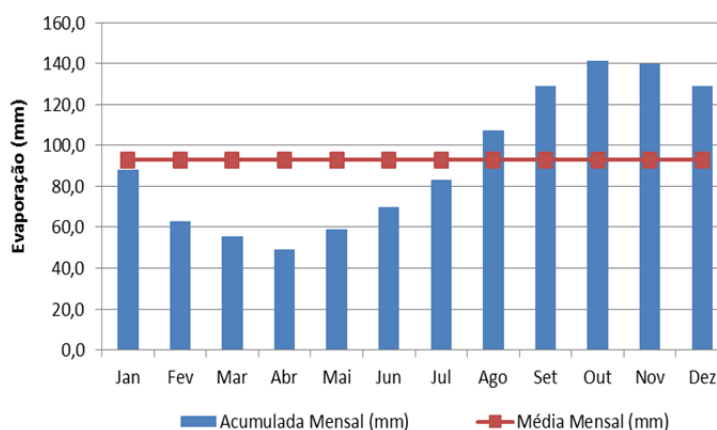
Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 122,4 mm e total acumulado de 734,6 mm, equivalente a 66% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho possui média mensal de 63,2 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de setembro a novembro com valores médios mensais de 136,8 mm e total acumulado de 410,5 mm, equivalente a 36,8%. O trimestre de menor evaporação vai de março a maio com média mensal 54,6 mm e acumulado de 163,7 mm, o que equivale a 14,7% do total anual.

A **Tabela 3.29** e a **Figura 3.44** apresentam os valores de evaporação para o Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.29 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	125,1	88,4	76,8	69,4	87,9	109,7	144,1	186,4	209,3	224,3	213,2	191,4
São Luís	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0
Turiação	84,0	60,8	53,3	46,3	54,4	62,5	72,1	93,6	115,2	132,1	131,1	121,0
Na Bacia	87,9	62,8	55,4	49,1	59,2	69,8	83,0	107,4	128,9	141,6	140,0	128,8

**Figura 3.44 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.**

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para o Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses é de 1956,2 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 149,4 mm, já o mês dezembro apresenta o maior valor de evapotranspiração 186,5 mm, com amplitude de 37,1 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 172,0 mm e total acumulado de 1031,8 mm equivalente a 52,7% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho possui média mensal de 154,1 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de novembro a janeiro com valores médios mensais de 179,9 mm e total acumulado de 539,8 mm equivalente a 27,6%. O trimestre de menor evaporação vai de junho a agosto com média mensal 152,3 mm e acumulado de 456,8 mm, o que equivale a 23,4% do total anual.

A **Tabela 3.30** e a **Figura 3.45** apresentam os valores de evapotranspiração para o Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.30 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	185,4	153,4	156,9	150,3	158,1	146,4	154,9	169,4	177,5	199,3	197,7	209,5
São Luís	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5
Turiação	177,6	154,0	164,5	153,7	164,9	154,0	153,1	157,1	160,2	172,8	177,3	184,4
Na Bacia	176,0	151,9	159,8	151,3	161,0	149,4	151,0	156,4	161,5	174,1	177,3	186,5

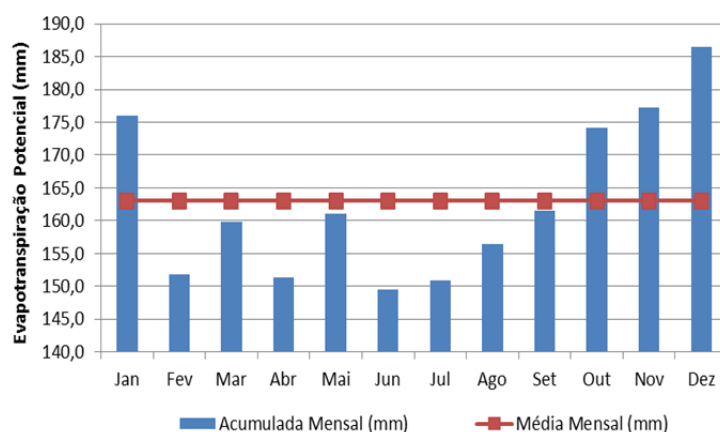


Figura 3.45 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses.

3.3.3.3. Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Itapecuru é de 1.478,2 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em agosto com 11,5 mm, enquanto o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 321,7 mm, com amplitude de 310,2 mm.

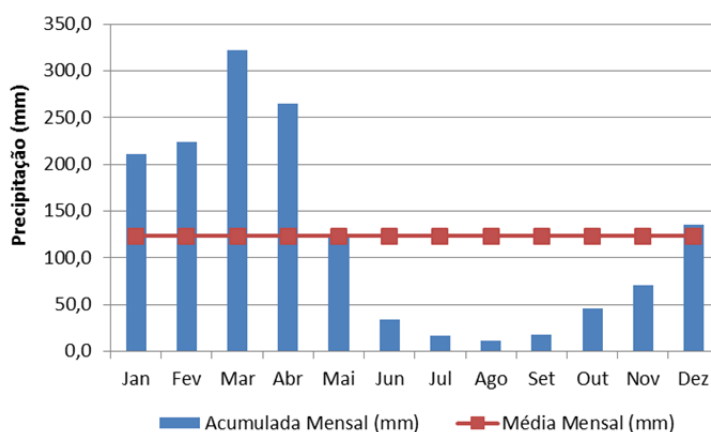
Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de dezembro a maio com média mensal de 213,4 mm e total acumulado de 1280,6 mm equivalente a 86,6% do total anual. Os meses entre junho e novembro possui média mensal de 32,9 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 270,3 mm e total acumulado de 811,0 mm equivalente a 54,9%. O trimestre mais seco vai de julho a setembro com média mensal de 15,4 mm e acumulado de 46,3 mm, o que equivale a 3,1% do total anual.

A **Tabela 3.31** e a **Figura 3.46** apresentam os valores de precipitação para a bacia do Rio Itapecuru.

Tabela 3.31 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	263,8	263,8	390,4	358,4	195,0	54,6	17,9	14,6	10,6	35,4	67,8	135,3
Balsas	195,9	178,9	206,0	134,8	46,0	4,0	2,3	4,2	27,6	98,0	133,1	201,7
Barra do Corda	179,8	199,0	236,8	187,5	69,0	16,2	6,9	12,3	17,4	37,8	75,7	138,7
Caxias	215,9	242,1	353,0	298,2	143,3	32,2	16,3	14,9	9,5	25,7	39,3	127,5
Chapadinha	215,5	276,0	368,2	344,5	213,6	72,2	32,4	10,3	5,5	15,1	27,3	93,9
Colinas	195,5	190,3	280,3	205,7	69,9	15,2	6,6	6,9	28,3	69,1	100,2	147,0
São Luís	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5
Na Bacia	210,8	224,5	321,7	264,8	122,8	34,5	17,0	11,5	17,8	46,4	70,4	135,9

**Figura 3.46 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.**

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas médias mensais registradas na Bacia do Rio Itapecuru apresentam amplitude de 2,7°C entre as temperaturas 26,1°C nos meses de março e junho e 28,8°C no mês de outubro e média de 27,0°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 20,2°C e mais alto no mês de novembro com 23,3°C apresentando assim amplitude de 3,1°C e média de 22,2°C. As temperaturas médias das máximas possui seu maior valor no mês de setembro registrando 35,7°C e menores em março com 31,4°C, e amplitude destas de 4,3°C, com média igual a 33,1°C.

O trimestre mais frio nesta região é de junho a agosto com média de 20,6°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de outubro a dezembro com média de 34,5°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia do Rio Itapecuru são apresentadas na **Tabela 3.32** e na **Figura 3.47**.

Tabela 3.32 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	Média (°C)	27,2	26,9	26,8	27,3	27,2	27,1	27,3	28,0	28,9	29,1	28,9	28,3
	Mínima (°C)	22,8	23,2	23,4	23,6	23,8	22,9	22,3	22,6	23,1	23,5	23,8	23,5
	Máxima (°C)	32,7	32,4	32,3	32,3	32,7	32,7	33,1	34,7	36,1	36,2	35,6	34,4
Balsas	Média (°C)	25,8	25,9	25,9	26,4	26,6	26,3	26,2	27,5	28,8	28,1	26,8	26,0
	Mínima (°C)	21,9	22,0	22,2	22,5	21,8	20,4	19,4	20,2	22,2	22,8	22,3	22,0
	Máxima (°C)	31,0	31,2	31,2	31,6	32,4	32,9	33,3	34,8	35,4	33,9	32,2	31,0
Barra do Corda	Média (°C)	25,9	25,6	25,5	25,8	25,7	25,5	25,7	26,9	28,2	28,5	27,9	26,9
	Mínima (°C)	22,0	21,8	22,0	21,9	21,3	19,7	18,9	19,6	21,9	22,9	22,9	22,5
	Máxima (°C)	31,3	30,9	30,9	31,1	31,5	32,1	33,0	34,4	35,3	34,8	33,8	32,4
Caxias	Média (°C)	27,2	26,6	26,3	26,5	26,8	26,5	26,7	27,7	29,1	29,8	29,7	28,6
	Mínima (°C)	23,0	22,8	22,7	22,8	22,6	21,5	21,0	21,3	22,7	23,6	23,9	23,7
	Máxima (°C)	32,8	32,0	31,9	31,8	32,0	32,2	33,1	34,9	36,5	36,9	36,3	34,7
Chapadinha	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7
	Mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,5	22,9	23,3	23,3
	Máxima (°C)	32,5	31,7	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,7	35,2	35,6	35,5	34,4
Colinas	Média (°C)	26,0	25,8	25,8	26,0	26,0	25,5	25,4	26,4	27,9	28,3	27,6	26,6
	Mínima (°C)	22,2	22,1	22,3	22,3	21,4	19,8	18,8	19,0	21,1	22,7	22,8	22,5
	Máxima (°C)	31,4	31,2	31,1	31,5	32,0	32,5	33,2	34,7	35,6	35,2	33,8	32,1
São Luís	Média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4
	Mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5
	Máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8
Na Bacia	Média (°C)	26,6	26,2	26,1	26,3	26,4	26,1	26,2	27,1	28,4	28,8	28,4	27,5
	Mínima (°C)	22,6	22,5	22,6	22,7	22,2	21,0	20,2	20,5	22,1	23,2	23,3	23,1
	Máxima (°C)	32,0	31,5	31,4	31,6	32,0	32,3	33,0	34,6	35,7	35,6	34,7	33,2

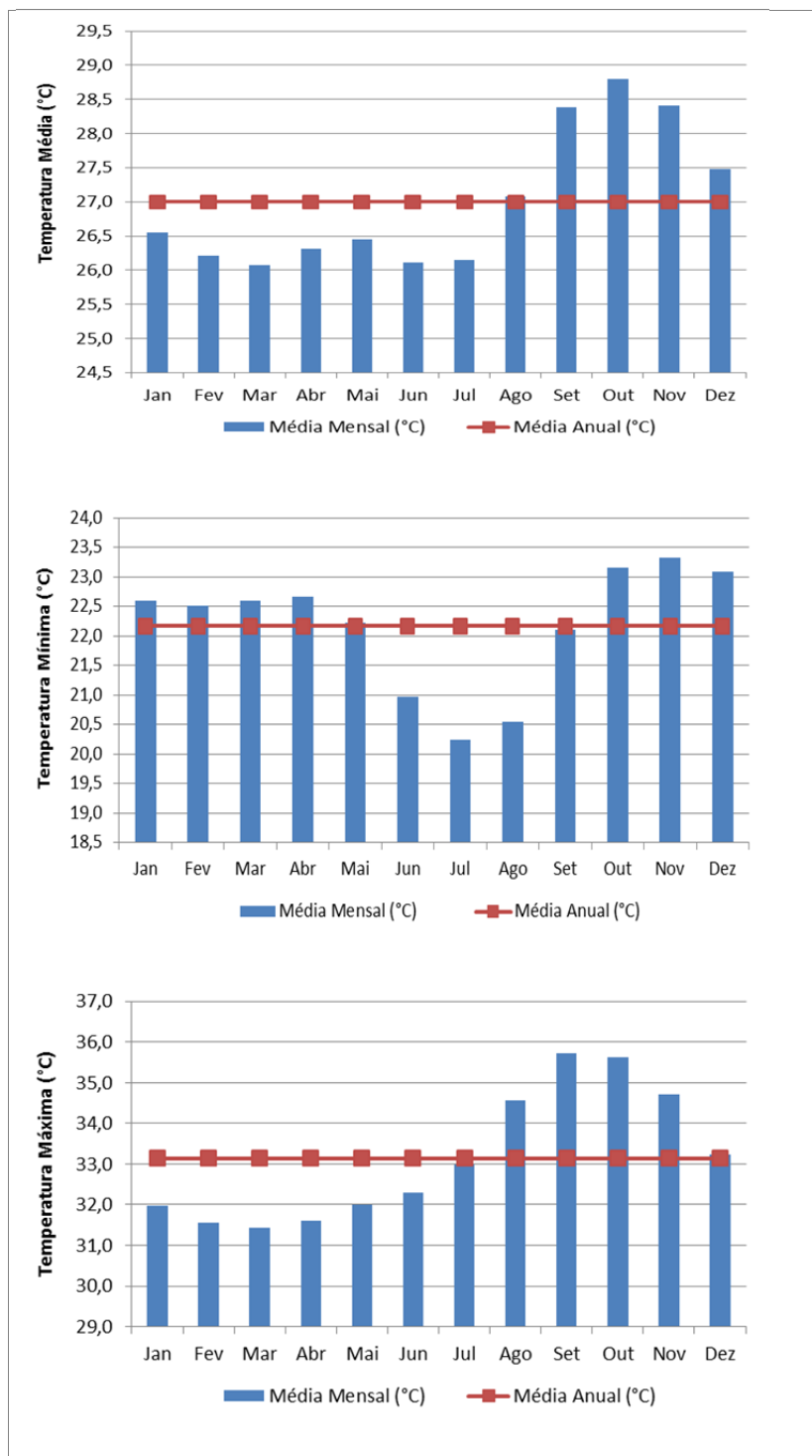


Figura 3.47 - Temperaturas médias mensais, médias das máximas e médias das mínimas da Bacia do Rio Itapecuru.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais de Umidade Relativa do Ar registrados na Bacia do Rio Itapecuru apresenta amplitude de 26,6% entre os valores 57,5%, observado no mês de setembro, 84,1% no mês de março, e média de 71,8%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre dezembro e maio com média mensal de 80,1% e menores entre os meses de junho a novembro equivalente a média 63,5%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de fevereiro a abril com média de 83,2%, já o trimestre menos úmido vai de agosto a outubro com média mensal 59,0%.

A **Tabela 3.33** e a **Figura 3.48** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Itapecuru obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.33 - Umidade Relativa do Ar Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	82,0	83,7	84,8	85,1	80,8	76,9	73,4	68,3	65,5	66,4	68,5	74,8
Balsas	80,5	80,4	80,9	78,0	71,4	61,4	52,7	47,9	49,5	62,5	73,6	79,1
Barra do Corda	83,1	85,5	87,3	87,0	83,4	74,8	67,3	61,1	60,2	64,4	70,4	77,2
Caxias	74,6	78,5	81,7	82,3	77,9	71,5	64,3	57,2	53,4	54,2	56,8	65,1
Chapadinha	78,1	82,3	85,6	86,3	82,8	78,2	73,3	67,0	63,8	62,8	63,5	68,5
Colinas	81,3	83,0	85,3	83,9	78,2	71,0	63,6	56,2	56,2	61,0	69,1	77,2
São Luís	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4
Na Bacia	79,2	81,7	84,1	83,7	78,9	72,4	65,9	59,2	57,5	60,4	65,5	72,8

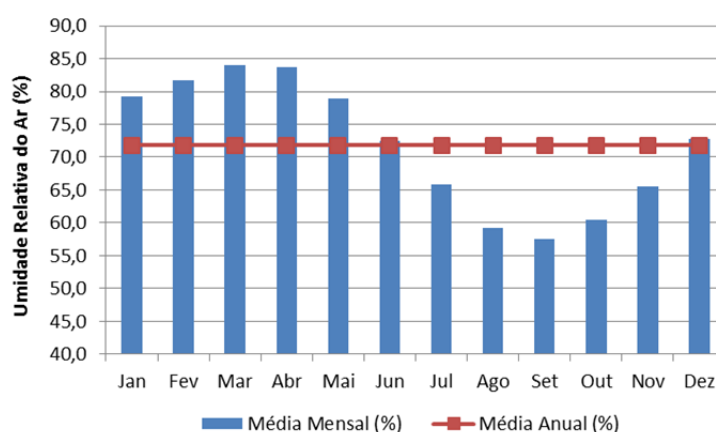


Figura 3.48 - Umidade Relativa do Ar Médias Mensais da Bacia do Rio Itapecuru.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área em estudo, os ventos são calmos e sopram predominantemente a NE, variando entre 49,8° no mês de março a 126,9° no mês de julho. A direção média anual é de aproximadamente 85,0°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Itapecuru é de 1,9 m/s, com maiores valores observados em julho e agosto com 2,3 m/s e menor em março com média mensal de 1,5 m/s, logo a amplitude registrada é de 0,7 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de junho a novembro com média de 2,1 m/s. Os meses dezembro a maio é marcado como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 1,7 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados apresenta-se entre julho e setembro com 2,2 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em janeiro a março com 1,6 m/s.

A **Tabela 3.34** e a **Figura 3.49** apresentam as intensidade e direção do vento da Bacia do Rio Itapecuru.

Tabela 3.34 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Itapecuru.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	Intensidade (m/s)	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,0	2,4	2,6	2,4	2,2
	Direção (°)	42,0	49,0	46,0	66,0	94,0	112,0	106,0	88,0	54,0	34,0	31,0	35,0
Balsas	Intensidade (m/s)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,9	1,8	1,7	1,4	1,2	1,2
	Direção (°)	57,0	57,0	62,0	88,0	110,0	120,0	122,0	113,0	98,0	58,0	57,0	56,0
Barra do Corda	Intensidade (m/s)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	2,2	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
	Direção (°)	33,0	53,0	46,0	75,0	110,0	116,0	117,0	104,0	78,0	55,0	56,0	56,0
Caxias	Intensidade (m/s)	1,8	1,8	1,7	1,7	1,9	2,2	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0
	Direção (°)	64,0	64,0	54,0	106,0	134,0	142,0	144,0	144,0	121,0	88,0	83,0	79,0
Chapadinha	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6
	Direção (°)	56,0	60,0	61,0	74,0	99,0	113,0	114,0	96,0	73,0	60,0	57,0	56,0
Colinas	Intensidade (m/s)	1,3	1,5	1,3	1,4	1,8	2,3	2,3	2,3	1,9	1,7	1,6	1,4
	Direção (°)	52,0	60,0	46,0	106,0	123,0	126,0	128,0	121,0	91,0	55,0	40,0	47,0
São Luís	Intensidade (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9
	Direção (°)	50,0	52,0	35,0	48,0	64,0	82,0	74,0	62,0	57,0	55,0	53,0	52,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	1,6	1,7	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3	2,3	2,1	2,1	2,0	1,8
	Direção (°)	54,4	59,3	49,8	95,3	118,3	126,2	126,9	119,7	93,9	63,6	55,6	57,4

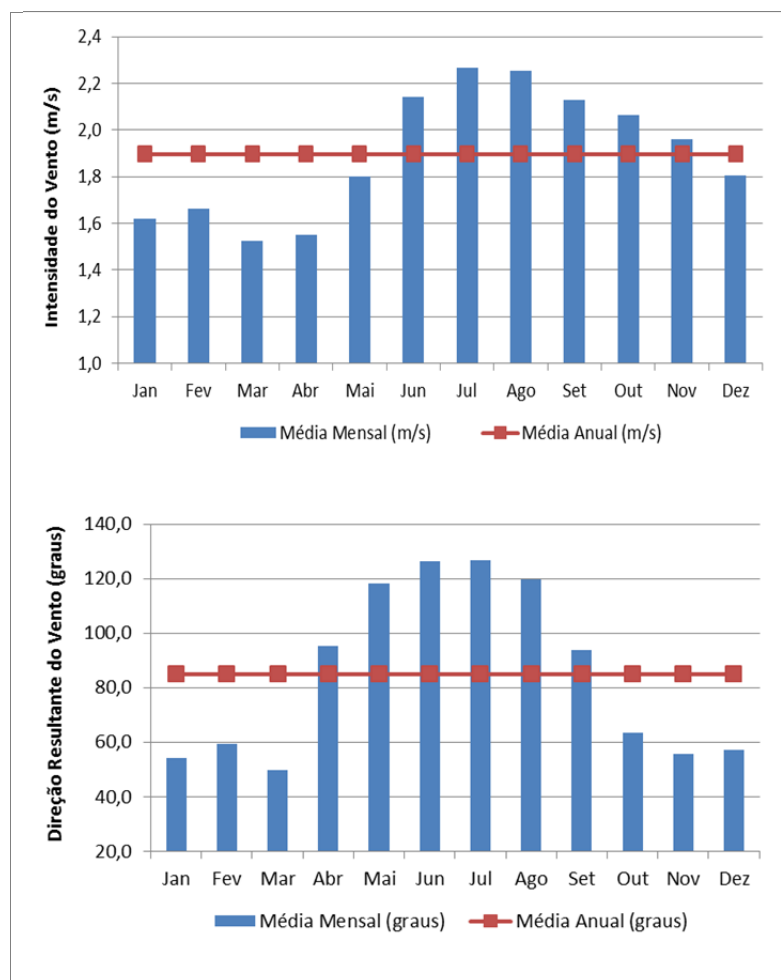


Figura 3.49 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Itapecuru.

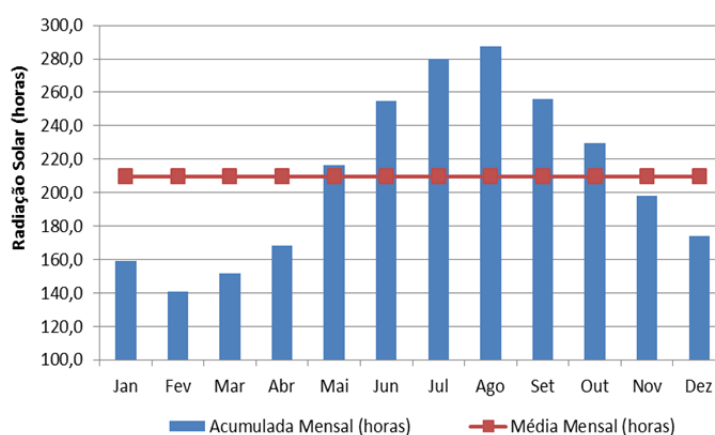
✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na área de estudo acontece entre os meses de julho e setembro com valores médios de insolação de 274,5 h/mês e valor acumulado de 823,6 horas, representando aproximadamente 32,7% das 2.516,2 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre janeiro a março com média de 150,6 h/mês e acumulado de 451,8 horas.

A **Tabela 3.35** e a **Figura 3.50** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Itapecuru.

Tabela 3.35 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	155,4	138,4	140,6	148,6	199,1	241,3	262,1	272,3	241,2	214,5	186,4	176,9
Balsas	148,9	137,4	154,9	184,9	238,8	268,5	289,1	294,4	254,0	191,5	149,6	132,0
Barra do Corda	147,7	133,3	138,6	162,3	210,1	252,1	275,0	262,8	208,7	188,4	166,9	151,5
Caxias	180,0	156,1	170,0	179,9	218,2	249,4	277,0	289,7	278,7	261,2	231,0	199,5
Chapadinha	187,2	170,6	167,2	170,9	220,1	248,7	275,9	299,8	288,6	275,0	238,9	220,9
Colinas	142,2	128,1	143,2	167,2	221,9	266,9	291,8	291,9	242,1	207,6	174,3	150,0
São Luís	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2
Na Bacia	159,2	140,8	151,8	168,1	216,2	254,5	280,0	287,5	256,1	229,6	198,2	174,2

**Figura 3.50 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.**

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia do Rio Itapecuru é de 1.404,7 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 59,3 mm, já o mês de setembro apresenta o maior valor de evaporação 192,7 mm, com amplitude de 133,5 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de julho a dezembro com média mensal de 158,7 mm e total acumulado de 952,3 mm, equivalente a 67,8% do total anual. Os meses entre janeiro e junho possui média mensal de 75,4 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de agosto a outubro com valores médios mensais de 182,6 mm e total acumulado de 547,7 mm equivalente a 39%. O trimestre de menor evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal 61,0 mm e acumulado de 182,9 mm, o que equivale a 13% do total anual.

A **Tabela 3.36** e a **Figura 3.51** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Itapecuru a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.36 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	71,7	55,6	55,4	52,6	74,5	96,1	128,5	149,1	169,0	167,2	142,4	119,7
Balsas	75,1	69,3	71,4	83,1	116,2	163,3	207,1	242,6	229,4	160,1	101,0	71,3
Barra do Corda	77,4	60,8	59,8	59,0	85,8	133,5	183,0	217,9	207,3	176,2	136,8	106,6
Caxias	85,4	65,7	60,0	56,6	72,1	94,6	129,4	166,1	185,5	182,8	164,0	133,3
Chapadinha	125,1	88,4	76,8	69,4	87,9	109,7	144,1	186,4	209,3	224,3	213,2	191,4
Colinas	68,8	60,1	58,8	60,1	87,0	120,9	168,2	198,1	204,6	168,6	121,0	91,4
São Luís	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0
Na Bacia	78,7	63,4	60,2	59,3	81,2	109,7	149,1	181,0	192,7	174,0	141,7	113,8

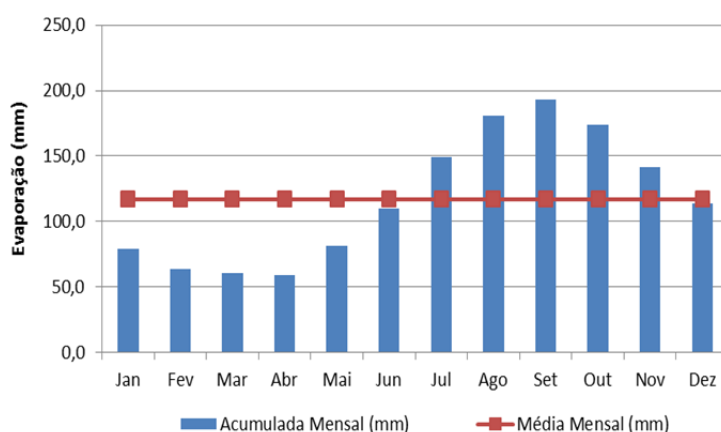


Figura 3.51 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para a Bacia do Rio Itapecuru é de 2.210,8 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 146,1 mm, já o mês outubro apresenta o maior valor de evapotranspiração 233,7 mm, com amplitude de 87,5 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 211,4 mm e total acumulado de 1.268,5 mm equivalente a 54,3% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho possui média mensal de 157,1 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 226,2 mm e total acumulado de 678,7 mm equivalente a 30,7%. O trimestre de menor evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal 154,0 mm e acumulado de 462,1 mm, o que equivale a 20,9% do total anual.

A **Tabela 3.37** e a **Figura 3.52** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Itapecuru a partir da aplicação do método de Thiessen

Tabela 3.37 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	205,1	182,0	187,6	181,6	183,5	166,4	179,0	202,7	213,9	230,6	229,0	236,1
Balsas	180,7	158,0	166,2	165,5	166,0	151,1	158,9	201,0	225,7	239,7	208,7	186,0
Barra do Corda	171,3	142,1	149,1	142,0	143,5	135,4	147,9	178,5	199,7	223,5	211,5	202,5
Caxias	218,6	169,1	172,9	163,4	165,7	155,1	168,4	205,1	235,7	267,9	268,9	261,4
Chapadinha	185,4	153,4	156,9	150,3	158,1	146,4	154,9	169,4	177,5	199,3	197,7	209,5
Colinas	173,5	144,8	154,4	145,8	149,5	133,9	147,5	170,6	203,4	219,7	205,1	192,0
São Luís	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5
Na Bacia	191,8	157,6	164,3	156,3	159,6	146,1	158,4	185,8	212,1	233,7	226,1	218,9

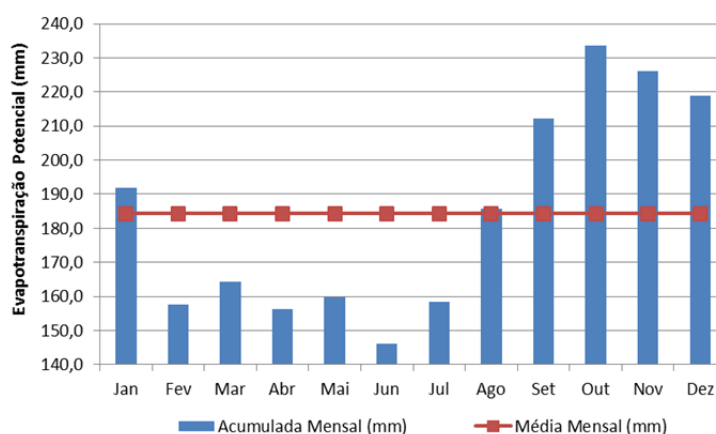


Figura 3.52 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Itapecuru.

3.3.3.4. Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental

✓ Precipitação

A precipitação média anual no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental é de 2.100,5 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em outubro com 9,5 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 436,2 mm, com amplitude de 426,7 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de janeiro a junho com média mensal de 306,5 mm e total acumulado de 1.838,7 mm equivalente a 87,5% do total anual. Os meses entre julho e dezembro possui média mensal de 43,6 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 386,0 mm e total acumulado de 1.158,1 mm equivalente a 18,4%. O trimestre mais seco vai de

setembro a novembro com média mensal de 11,5 mm e acumulado de 34,4 mm, o que equivale a 0,5% do total anual.

A **Tabela 3.38** e a **Figura 3.53** apresentam os valores de precipitação para o Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Tabela 3.38 - Precipitação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
São Luís	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5
Turiaçu	208,5	307,3	458,0	418,2	301,0	215,4	155,7	49,0	15,4	8,9	7,1	53,0
Zé Doca	254,7	296,1	359,0	346,2	218,2	91,6	47,1	22,5	20,9	31,9	47,9	118,0
Na Bacia	217,1	304,7	436,2	417,2	283,7	179,8	123,1	35,6	11,4	9,5	13,4	68,7

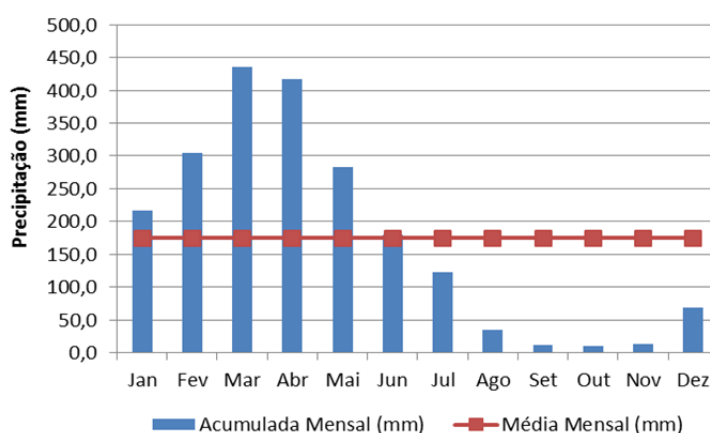


Figura 3.53 - Precipitação Média Mensal no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental apresentam amplitude de 1,6°C entre as temperaturas 25,5°C nos meses de março e abril e 27,0°C no mês de novembro e média de 26,1°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 22,2°C e mais alto valor no mês de novembro com 23,7°C apresentando assim, amplitude de 1,5°C e média de 22,9°C. As temperaturas médias das máximas possui seu maior valor no mês de novembro registrando 31,7°C e menores em março com 29,4°C, e amplitude destas é de 2,3°C, com média igual a 30,5°C.

O trimestre mais frio nesta região é de junho a agosto com média de 22,4°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de outubro a dezembro com média de 31,5°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental são apresentadas na **Tabela 3.39** e na **Figura 3.54**.

Tabela 3.39 - Temperatura Média Mensal no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
São Luís	Média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4
	Mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5
	Máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8
Turiaçu	Média (°C)	26,9	26,5	26,2	26,2	26,6	26,5	26,5	26,9	27,1	27,5	27,8	27,7
	Mínima (°C)	23,6	23,2	23,1	23,0	23,2	23,0	22,9	23,5	23,9	24,1	24,3	24,1
	Máxima (°C)	31,1	30,5	30,1	30,3	30,8	31,0	30,9	31,4	31,9	32,3	32,5	32,2
Zé Doca	Média (°C)	26,7	26,3	26,3	26,4	26,9	26,7	26,6	27,2	27,7	28	28,2	27,7
	Mínima (°C)	23,1	22,9	23,1	23,2	23,2	22,5	21,9	22,1	22,4	22,8	23,3	23,4
	Máxima (°C)	32,3	31,6	31,5	31,6	32,0	31,9	32,2	33,4	34,3	34,6	34,4	33,7
Na Bacia	Média (°C)	26,1	25,7	25,5	25,5	26,0	25,8	25,7	26,1	26,4	26,7	27,0	26,8
	Mínima (°C)	23,1	22,8	22,6	22,6	22,8	22,4	22,2	22,6	23,1	23,4	23,7	23,6
	Máxima (°C)	30,2	29,7	29,4	29,6	30,2	30,4	30,3	30,8	31,3	31,6	31,7	31,4

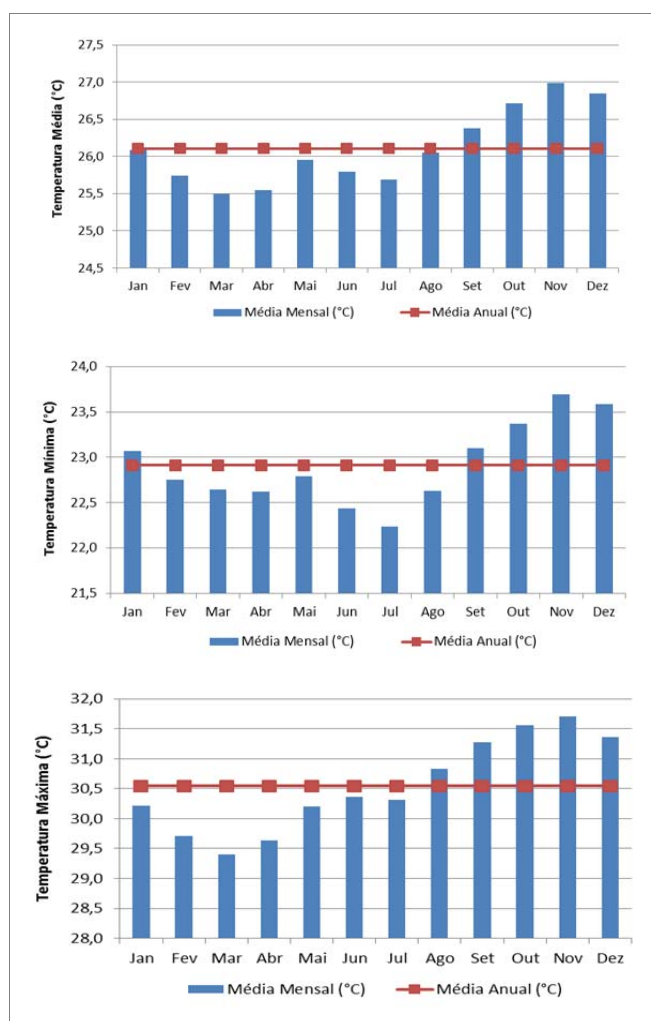


Figura 3.54 - Temperaturas médias mensais máximas, mínimas e médias no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar no Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental apresenta amplitude de 12,4% entre os valores 74,1%, observado no mês de outubro, e 86,5% no mês de abril, e média de 80,4%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre fevereiro e julho com média mensal de 84,3% e menores entre os meses de agosto a janeiro equivalente a média 76,6%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de março a maio com média de 85,6%, enquanto o trimestre mais seco vai de setembro a novembro com média mensal de 74,6%.

A **Tabela 3.40** e a **Figura 3.55** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para o Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.40 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental - Média Mensal

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
São Luís	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4
Turiação	84,6	87,3	89,6	90,2	88,4	87,1	85,9	82,6	79,3	78,1	78,2	79,4
Zé Doca	80,6	84,1	85,4	85,2	82	78,9	76,3	71,8	68,3	67,1	67,7	72,4
Na Bacia	81,4	84,0	85,8	86,5	84,5	82,8	81,9	78,6	75,5	74,1	74,2	76,0

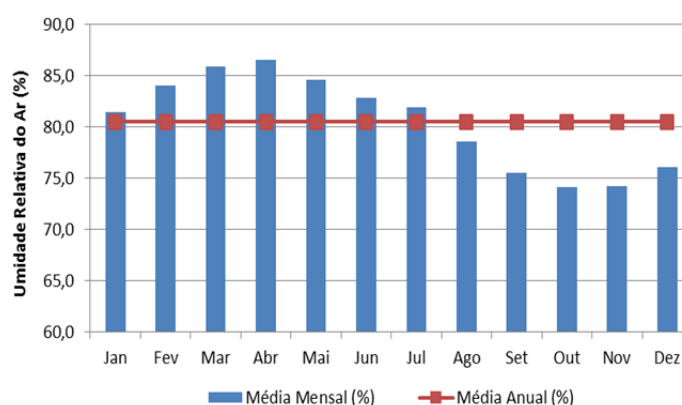


Figura 3.55 – Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental - Médias Mensais

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área em estudo, os ventos sopram predominantemente a NE, variando entre 40,6° no mês de março a 78,6° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 57,4°.

A velocidade média obtida para o Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental é de 2,8 m/s, com maiores valores observados em outubro e novembro de 3,6 m/s e menor em abril e maio com média mensal de 2,1 m/s, logo a amplitude registrada é de 1,5 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de agosto a janeiro com média de 3,3 m/s. Os meses fevereiro a julho é marcado como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 2,3 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados apresenta-se entre setembro e novembro com 3,5 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em março a maio com 2,1 m/s.

A **Tabela 3.41** e a **Figura 3.56** apresentam as intensidade e direção do vento de forma tabular e gráfica, respectivamente.

Tabela 3.41 – Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Estação	Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
São Luís	Intensidade (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9
	Direção (°)	50,0	52,0	35,0	48,0	64,0	82,0	74,0	62,0	57,0	55,0	53,0	52,0
Turiaçu	Intensidade (m/s)	3,5	3,1	2,8	2,5	2,6	2,8	3,2	3,8	4,3	4,4	4,4	4,1
	Direção (°)	51,0	48,0	47,0	54,0	66,0	73,0	69,0	65,0	64,0	60,0	57,0	55,0
Zé Doca	Intensidade (m/s)	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1	2,2	2,5	2,9	3,1	3,1	2,7
	Direção (°)	52,0	52,0	51,0	59,0	80,0	100,0	97,0	81,0	66,0	54,0	51,0	51,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	2,77	2,46	2,23	2,06	2,07	2,22	2,48	2,93	3,41	3,57	3,57	3,26
	Direção (°)	49,3	49,1	40,6	50,4	65,1	78,6	73,0	63,8	59,3	55,4	52,9	51,7

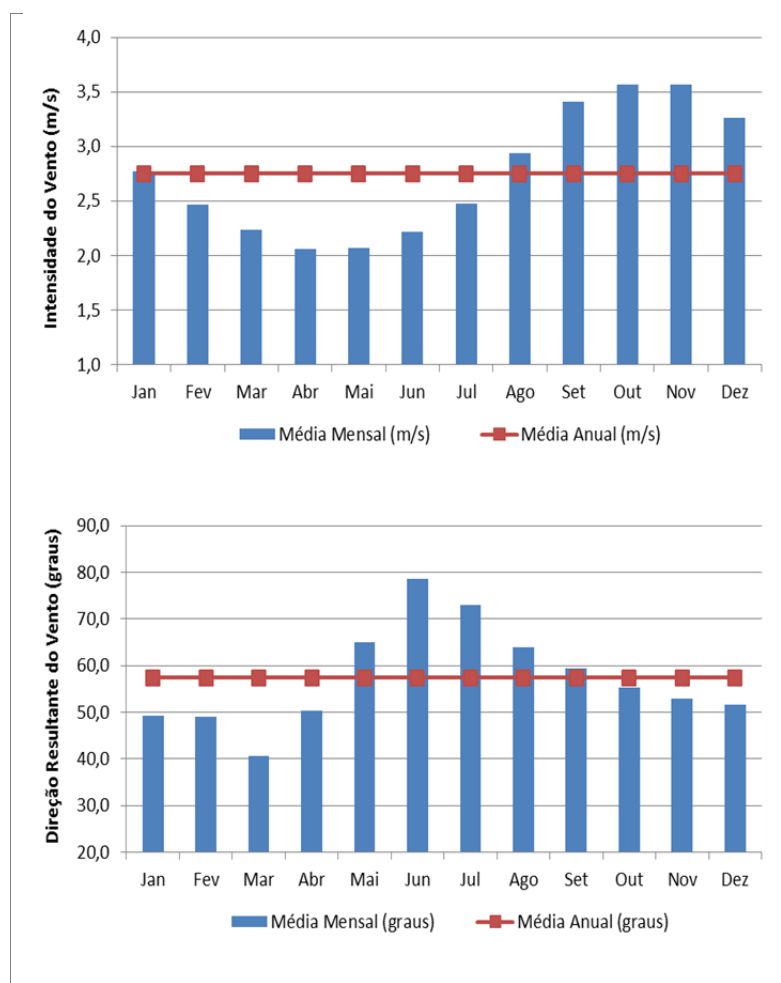


Figura 3.56 - Vento - Médias Mensais do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

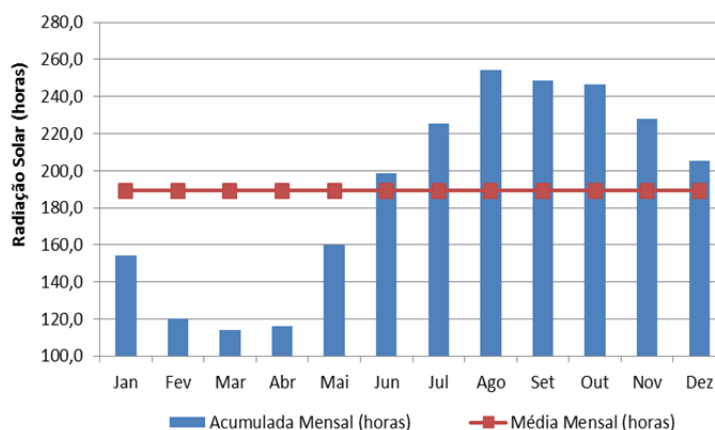
✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na área de estudo acontece entre os meses de agosto e outubro com valores médios de insolação de 249,8 h/mês e valor acumulado de 749,3 horas, representando aproximadamente 33% das 2.270,7 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre fevereiro a abril com média de 116,9 h/mês e acumulado de 350,6 horas.

A **Tabela 3.42** e a **Figura 3.57** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para o Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Tabela 3.42 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
São Luís	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2
Turiação	160,6	122,7	114,9	111,4	153,2	192,1	219,4	254,7	254,5	254,7	242,2	214,8
Zé Doca	163,7	141,8	145,9	154,7	201,1	236,5	250,9	262,1	249,4	224,6	192,2	190,7
Na Bacia	154,2	120,3	114,1	116,2	159,7	198,3	225,3	254,1	248,6	246,6	228,0	205,1

**Figura 3.57 - Radiação Solar Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.**

✓ Evaporação

A evaporação média anual do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental é de 1.022,8 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 46,1 mm, enquanto o mês de outubro apresenta o maior valor de evaporação 130,0 mm, com amplitude de 83,9 mm.

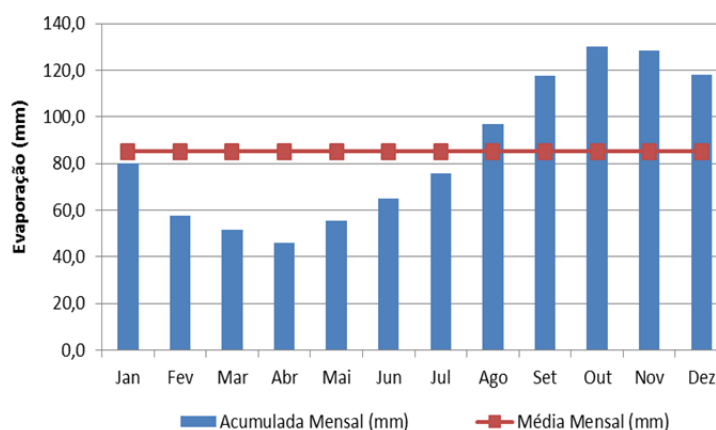
Em nível sazonal, o maior valor de evaporação é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 111,9 mm e total acumulado de 671,3 mm, equivalente a 65,6% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho mostra uma média mensal de 58,6 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 125,5 mm e total acumulado de 376,5 mm equivalente a 36,8%. O trimestre de menor evaporação vai de março a maio com média mensal 51,1 mm e acumulado a 153,2 mm, o que equivale a 15% do total anual.

A **Tabela 3.43** e a **Figura 3.58** apresentam os valores de evaporação para o Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.43 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
São Luís	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0
Turiaçu	84,0	60,8	53,3	46,3	54,4	62,5	72,1	93,6	115,2	132,1	131,1	121,0
Zé Doca	92,3	66,9	64,3	61,3	78,9	97,5	121,1	148,4	167,6	184,7	170,9	149,7
Na Bacia	80,3	57,6	51,6	46,1	55,5	65,0	75,7	97,0	117,5	130,0	128,5	118,1

**Figura 3.58 – Evaporação Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.**

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para o Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental é de 1.904,9 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 147,0 mm, enquanto o mês de dezembro apresenta o maior valor de evapotranspiração 180,1 mm, com amplitude de 33,1 mm.

Em nível sazonal, o maior valor de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 166,7 mm e total acumulado de 1.000,0 mm equivalente a 52,7% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 150,8 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de novembro a janeiro com valores médios mensais de 174,4 mm e total acumulado de 523,2 mm equivalente a 27,5%. O trimestre de menor evaporação vai de junho a agosto com média mensal de 148,8 mm e acumulado de 446,5 mm, que equivale a 23,4% do total anual.

A **Tabela 3.44** e a **Figura 3.59** apresentam os valores de evapotranspiração para o Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.44 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
São Luís	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5
Turiaçu	177,6	154,0	164,5	153,7	164,9	154,0	153,1	157,1	160,2	172,8	177,3	184,4
Zé Doca	186,2	154,8	161,2	154,9	168,1	157,2	158,0	171,5	178,2	192,4	197,0	203,6
Na Bacia	171,2	148,1	156,3	148,0	158,2	147,0	147,3	152,2	156,8	167,8	171,9	180,1

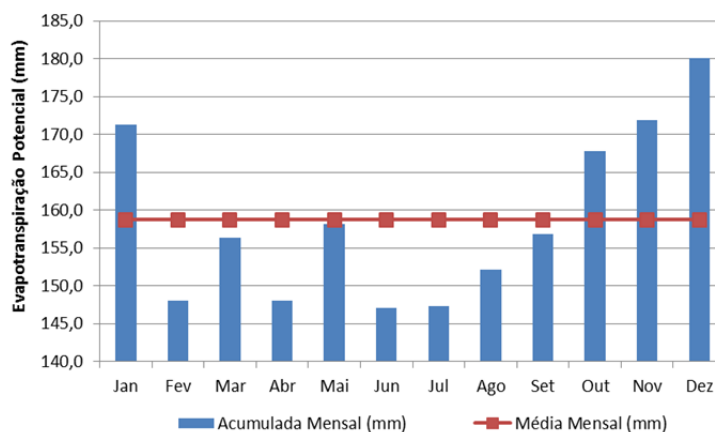


Figura 3.59 - Evapotranspiração Média Mensal do Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental.

3.3.3.5. Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé

✓ Precipitação

A precipitação média anual na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé é de 2.082,7 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em novembro com 10,3 mm, enquanto o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 431,7 mm, com amplitude de 421,4 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de janeiro a junho com média mensal de 300,8 mm e total acumulado de 1.804,9 mm equivalente a 86,7% do total anual. Os meses entre julho e dezembro possui média mensal de 46,3 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 374,0 mm e total acumulado de 1.121,9 mm equivalente a 53,9%. O trimestre mais seco vai de setembro a novembro com média mensal de 12,0 mm e acumulado de 36,1 mm, o que equivale a 1,7% do total anual.

A **Tabela 3.45** e a **Figura 3.60** apresentam os valores de precipitação para a Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Tabela 3.45 - Precipitação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	208,5	307,3	458,0	418,2	301,0	215,4	155,7	49,0	15,4	8,9	7,1	53,0
Zé Doca	254,7	296,1	359,0	346,2	218,2	91,6	47,1	22,5	20,9	31,9	47,9	118,0
Na Bacia	204,4	294,4	431,7	395,8	282,2	196,4	140,3	44,8	15,3	10,5	10,3	56,5

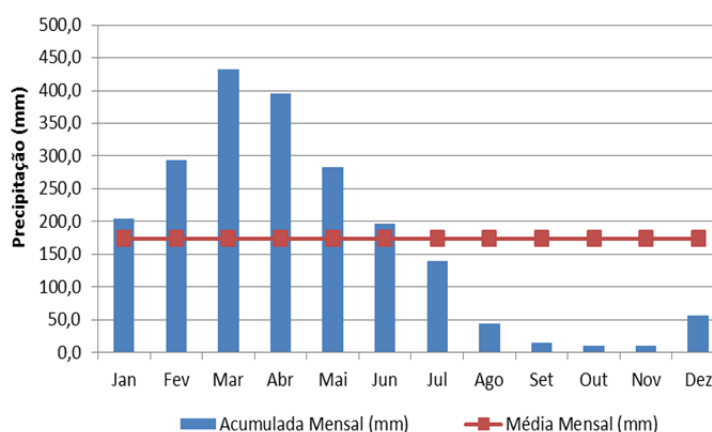


Figura 3.60 - Precipitação Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

✓ Temperatura

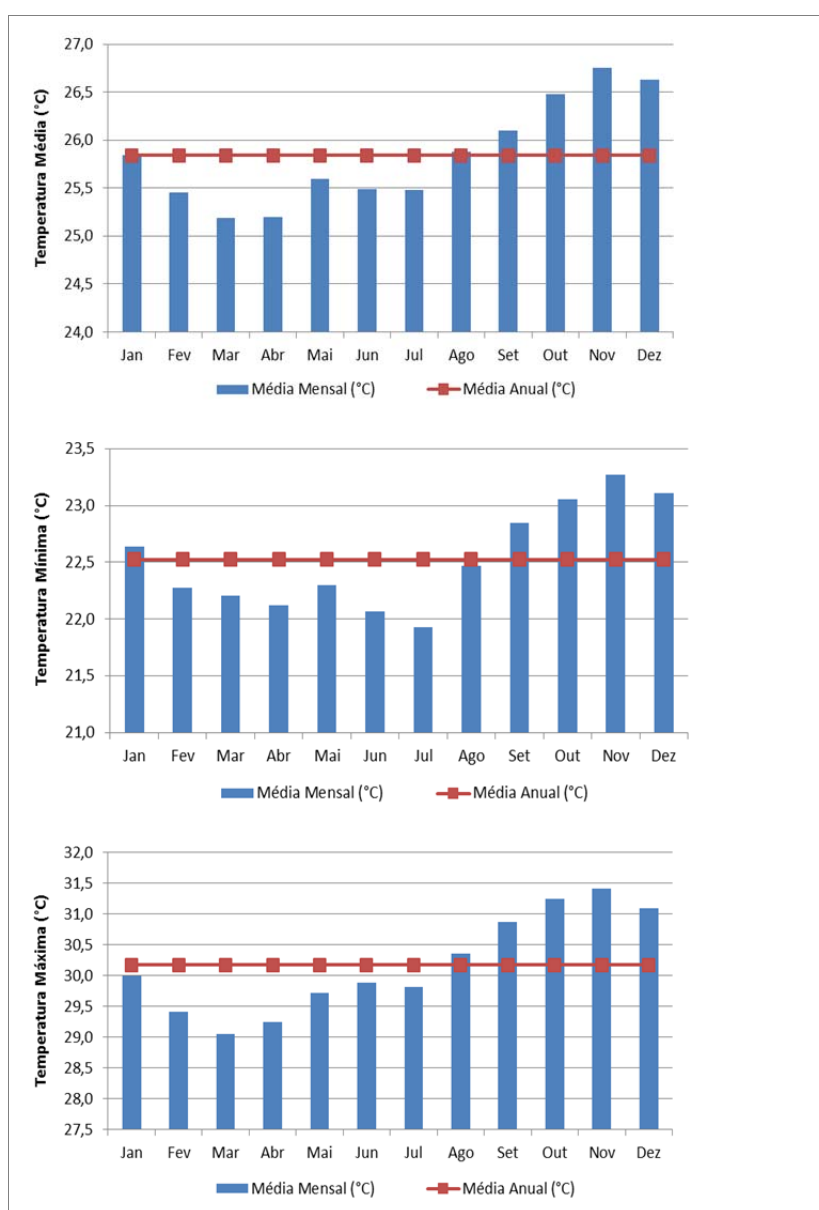
Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé apresentam amplitude de 1,6°C entre as temperaturas 25,2°C nos meses de março e abril e 26,8°C no mês de novembro e média de 25,8°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 21,9°C e mais alto no mês de novembro com 23,3°C apresentando amplitude de 1,3°C e média de 22,5°C. A temperatura média das máximas possui seu maior valor no mês de novembro registrando 31,4°C e menor em março com 29,1°C, amplitude de 2,3°C, com média igual a 30,2°C.

O trimestre mais frio nesta região é de maio a julho com média de 22,1°C enquanto o trimestre com temperaturas mais elevadas é observado nos meses de outubro a dezembro com média de 31,2°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé são apresentadas na **Tabela 3.46** e na **Figura 3.61**.

Tabela 3.46 - Temperatura Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	Média (°C)	26,9	26,5	26,2	26,2	26,6	26,5	26,5	26,9	27,1	27,5	27,8	27,7
	Mínima (°C)	23,6	23,2	23,1	23,0	23,2	23,0	22,9	23,5	23,9	24,1	24,3	24,1
	Máxima (°C)	31,1	30,5	30,1	30,3	30,8	31,0	30,9	31,4	31,9	32,3	32,5	32,2
Zé Doca	Média (°C)	26,7	26,3	26,3	26,4	26,9	26,7	26,6	27,2	27,7	28	28,2	27,7
	Mínima (°C)	23,1	22,9	23,1	23,2	23,2	22,5	21,9	22,1	22,4	22,8	23,3	23,4
	Máxima (°C)	32,3	31,6	31,5	31,6	32,0	31,9	32,2	33,4	34,3	34,6	34,4	33,7
Na Bacia	Média (°C)	25,8	25,5	25,2	25,2	25,6	25,5	25,5	25,9	26,1	26,5	26,8	26,6
	Mínima (°C)	22,6	22,3	22,2	22,1	22,3	22,1	21,9	22,5	22,8	23,1	23,3	23,1
	Máxima (°C)	30,0	29,4	29,1	29,2	29,7	29,9	29,8	30,4	30,9	31,2	31,4	31,1

**Figura 3.61 - Temperaturas médias mensais médias das máximas e médias das mínimas na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.**

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar na Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé apresenta amplitude de 12,1% entre os valores 74,1%, observado no mês de outubro, e 86,3% no mês de abril, e média de 80,3%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre fevereiro e julho com média mensal de 84,1% e menores entre os meses de agosto a janeiro equivalente a média de 76,5%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de março a maio com média de 85,5%, enquanto o trimestre menos úmido ou mais seco vai de setembro a novembro com média mensal 74,6%.

A **Tabela 3.47** e a **Figura 3.62** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.47 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	84,6	87,3	89,6	90,2	88,4	87,1	85,9	82,6	79,3	78,1	78,2	79,4
Zé Doca	80,6	84,1	85,4	85,2	82	78,9	76,3	71,8	68,3	67,1	67,7	72,4
Na Bacia	81,0	83,6	85,8	86,3	84,4	83,0	81,7	78,5	75,3	74,1	74,3	75,7

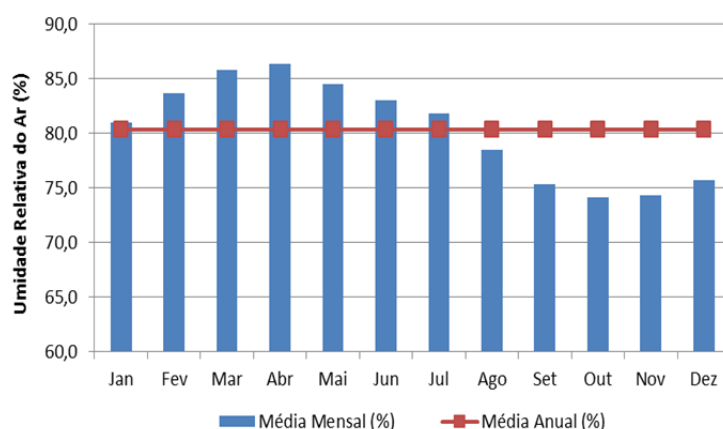


Figura 3.62 – Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área em estudo, os ventos sopram predominantemente a NE, variando entre 45,5° no mês de março a 72,5° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 57,4°.

A velocidade média obtida para a Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé é de 3,2 m/s, com maiores valores observados em outubro e novembro de 4,1 m/s e menor em abril com média mensal de 2,3 m/s; a amplitude registrada é de 1,8 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de agosto a janeiro com média de 3,8 m/s. Os meses fevereiro a julho apresenta-se como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 2,6 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados ocorre entre setembro e novembro com 4,1 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em março a maio com 2,5 m/s.

A **Tabela 3.48** e a **Figura 3.63** apresentam as intensidade e direção do vento da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Tabela 3.48 – Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Estação	Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	Intensidade (m/s)	3,5	3,1	2,8	2,5	2,6	2,8	3,2	3,8	4,3	4,4	4,4	4,1
	Direção (°)	51,0	48,0	47,0	54,0	66,0	73,0	69,0	65,0	64,0	60,0	57,0	55,0
Zé Doca	Intensidade (m/s)	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1	2,2	2,5	2,9	3,1	3,1	2,7
	Direção (°)	52,0	52,0	51,0	59,0	80,0	100,0	97,0	81,0	66,0	54,0	51,0	51,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	3,2	2,9	2,6	2,3	2,4	2,6	3,0	3,5	4,0	4,1	4,1	3,8
	Direção (°)	49,1	46,5	45,5	52,3	64,6	72,5	68,7	63,9	61,7	57,2	54,3	52,5

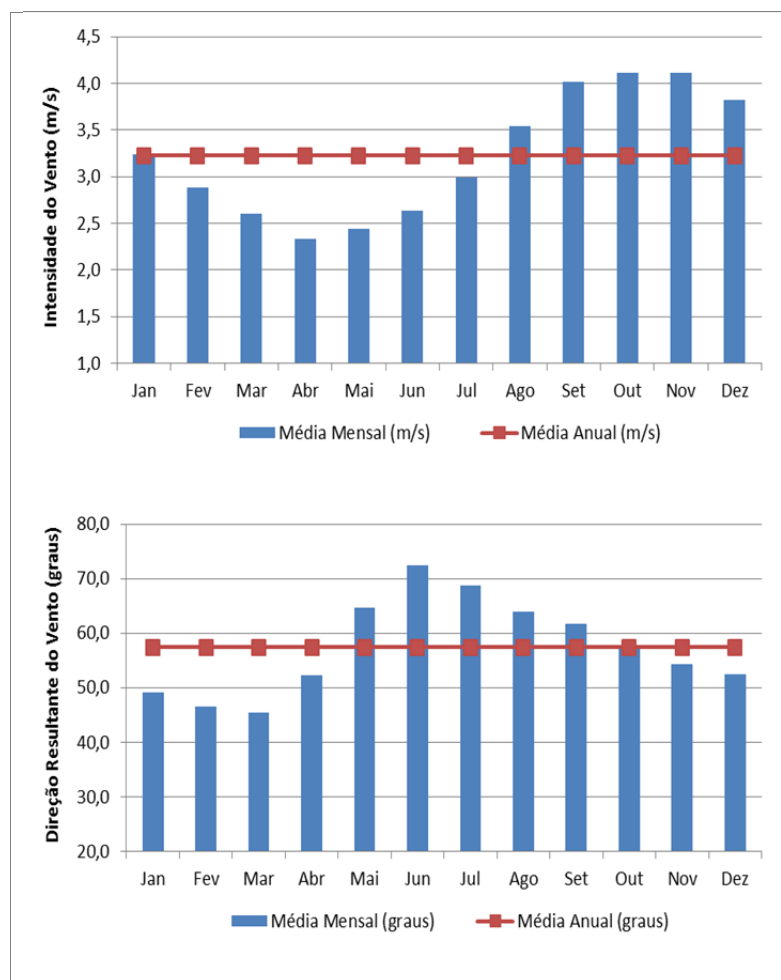


Figura 3.63 - Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na área de estudo acontece entre os meses de agosto e outubro com valores médios de insolação de 244,0 h/mês e valor acumulado de 731,9 horas, representando aproximadamente 33% das 2.216,4 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre fevereiro a abril com média de 114,5 h/mês e acumulado de 343,5 horas.

A **Tabela 3.49** e a **Figura 3.64** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Tabela 3.49 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiação	160,6	122,7	114,9	111,4	153,2	192,1	219,4	254,7	254,5	254,7	242,2	214,8
Zé Doca	163,7	141,8	145,9	154,7	201,1	236,5	250,9	262,1	249,4	224,6	192,2	190,7
Na Bacia	154,6	119,6	113,1	110,8	151,4	188,5	213,6	245,5	244,2	242,2	228,5	204,4

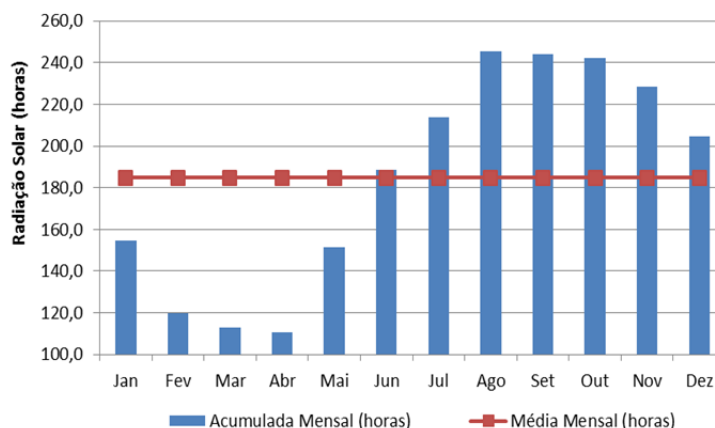


Figura 3.64 – Média Mensal da Radiação Solar da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé é de 1.019,0 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 45,8 mm, enquanto o mês de outubro apresenta o maior valor de evaporação 131,5 mm, com amplitude de 85,7 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 111,8 mm e total acumulado de 671,1 mm, equivalente a 65,8% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 58,0 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 126,6 mm e total acumulado de 379,7 mm equivalente a 37,9%. O trimestre de menor evaporação vai de março a maio com média mensal 50,8 mm e acumulado de 152,4 mm, o que equivale a 15% do total anual.

A **Tabela 3.50** e a **Figura 3.65** apresentam os valores de evaporação para a Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.50 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiçu	84,0	60,8	53,3	46,3	54,4	62,5	72,1	93,6	115,2	132,1	131,1	121,0
Zé Doca	92,3	66,9	64,3	61,3	78,9	97,5	121,1	148,4	167,6	184,7	170,9	149,7
Na Bacia	81,5	59,0	52,2	45,8	54,4	63,1	73,5	94,7	115,2	131,5	129,4	118,8

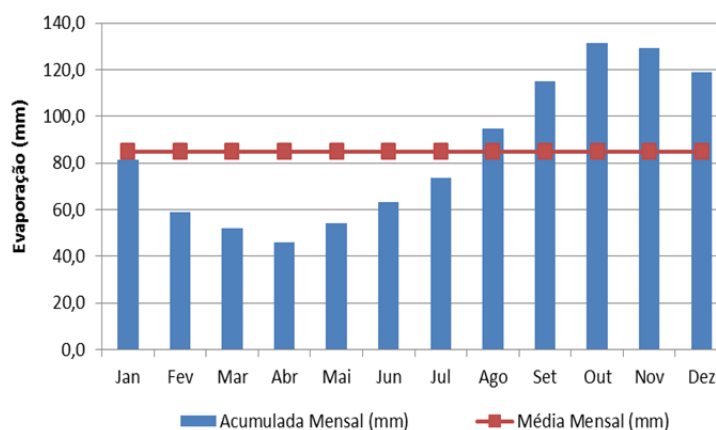


Figura 3.65 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para a Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé é de 1.906,5 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em julho com 147,6 mm, enquanto o mês dezembro apresenta o maior valor de evapotranspiração 178,9 mm, com amplitude de 31,3 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 166,3 mm e total acumulado de 998,0 mm equivalente a 52,3% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho indicam média mensal de 151,4 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de novembro a janeiro com valores médios mensais de 174,2 mm e total acumulado de 522,5 mm equivalente a 27,5%. O trimestre de menor evaporação vai de junho a agosto com média mensal 149,4 mm e acumulado de 448,1 mm, o que equivale a 23,5% do total anual.

A **Tabela 3.51** e a **Figura 3.66** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.51 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	177,6	154,0	164,5	153,7	164,9	154,0	153,1	157,1	160,2	172,8	177,3	184,4
Zé Doca	186,2	154,8	161,2	154,9	168,1	157,2	158,0	171,5	178,2	192,4	197,0	203,6
Na Bacia	171,5	148,1	157,8	147,8	158,8	148,3	147,6	152,2	155,5	167,8	172,1	178,9

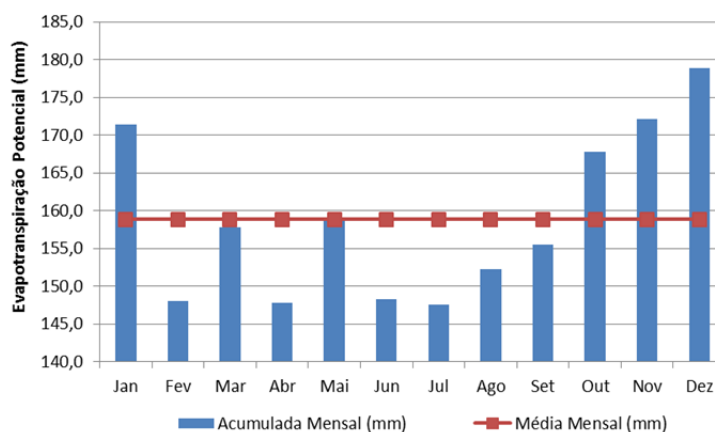


Figura 3.66 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé.

3.3.3.6. Bacia Hidrográfica do Rio Mearim

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Mearim é de 1.540,1 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em agosto com 14,6 mm, enquanto o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 310,0 mm, com amplitude de 295,4 mm.

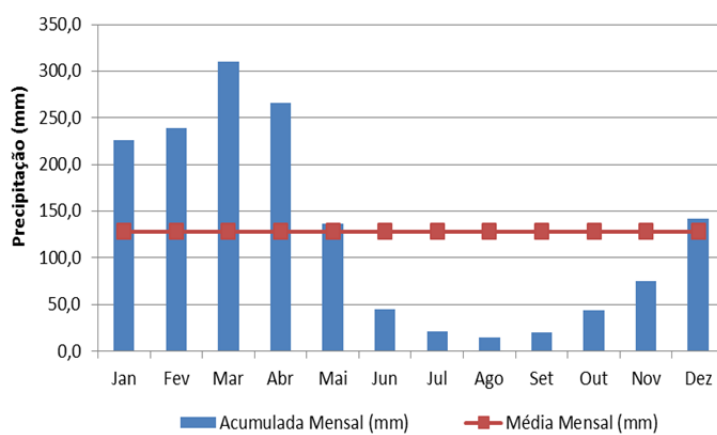
Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de dezembro a maio com média mensal de 220,0 mm e total acumulado de 1.319,9 mm equivalente a 85,7% do total anual. Os meses entre junho e novembro mostram média mensal de 36,7 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 271,7 mm e total acumulado de 815,2 mm equivalente a 52,9%. O trimestre mais seco vai de julho a setembro com média mensal de 18,9 mm e acumulado de 56,6 mm, o que equivale a 3,7% do total anual.

A **Tabela 3.52** e a **Figura 3.67** apresentam os valores de precipitação para a bacia do Rio Mearim.

Tabela 3.52 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	263,8	263,8	390,4	358,4	195,0	54,6	17,9	14,6	10,6	35,4	67,8	135,3
Balsas	195,9	178,9	206,0	134,8	46,0	4,0	2,3	4,2	27,6	98,0	133,1	201,7
Barra do Corda	179,8	199,0	236,8	187,5	69,0	16,2	6,9	12,3	17,4	37,8	75,7	138,7
Carolina	268,0	271,7	296,4	203,5	91,0	10,1	6,9	8,9	41,4	136,4	151,6	241,9
Colinas	195,5	190,3	280,3	205,7	69,9	15,2	6,6	6,9	28,3	69,1	100,2	147,0
Imperatriz	253,0	220,7	295,8	206,5	91,9	14,7	6,5	9,1	39,0	70,8	117,8	190,5
São Luís	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5
Zé Doca	254,7	296,1	359,0	346,2	218,2	91,6	47,1	22,5	20,9	31,9	47,9	118,0
Na Bacia	226,4	239,3	310,0	265,8	136,5	45,0	21,4	14,6	20,5	43,3	75,3	141,9

**Figura 3.67 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.**

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia do Rio Mearim apresentam amplitude de 2,4°C entre as temperaturas 26,1°C no mês de março e 28,4°C no mês de outubro e média de 27,0°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 20,6°C e mais alto no mês de novembro com 23,2°C, apresentando, assim, amplitude de 2,6°C e média de 22,3°C. As temperaturas médias das máximas tem seu maior valor no mês de setembro registrando 35,1°C e menores em março com 31,4°C, a amplitude destas é de 3,7°C, com média igual a 32,9°C.

O trimestre mais frio nesta região vai de junho a agosto com média de 21,0°C. enquanto o trimestre com temperaturas mais elevadas da região são observadas nos meses de agosto a outubro com média de 34,8°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia do Rio Mearim são apresentadas na **Tabela 3.53** e na **Figura 3.68**.

Tabela 3.53 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	Média (°C)	27,2	26,9	26,8	27,3	27,2	27,1	27,3	28,0	28,9	29,1	28,9	28,3
	Mínima (°C)	22,8	23,2	23,4	23,6	23,8	22,9	22,3	22,6	23,1	23,5	23,8	23,5
	Máxima (°C)	32,7	32,4	32,3	32,3	32,7	32,7	33,1	34,7	36,1	36,2	35,6	34,4
Balsas	Média (°C)	25,8	25,9	25,9	26,4	26,6	26,3	26,2	27,5	28,8	28,1	26,8	26,0
	Mínima (°C)	21,9	22,0	22,2	22,5	21,8	20,4	19,4	20,2	22,2	22,8	22,3	22,0
	Máxima (°C)	31,0	31,2	31,2	31,6	32,4	32,9	33,3	34,8	35,4	33,9	32,2	31,0
Barra do Corda	Média (°C)	25,9	25,6	25,5	25,8	25,7	25,5	25,7	26,9	28,2	28,5	27,9	26,9
	Mínima (°C)	22,0	21,8	22,0	21,9	21,3	19,7	18,9	19,6	21,9	22,9	22,9	22,5
	Máxima (°C)	31,3	30,9	30,9	31,1	31,5	32,1	33,0	34,4	35,3	34,8	33,8	32,4
Carolina	Média (°C)	26,1	26,0	26,1	26,5	26,9	26,8	27,2	28,5	29,0	27,7	26,8	26,1
	Mínima (°C)	22,5	22,6	22,7	22,8	22,4	20,8	20,2	21,2	22,9	22,8	22,8	22,6
	Máxima (°C)	31,1	31,2	31,1	31,8	32,7	33,7	34,6	35,9	35,6	33,3	32,0	31,0
Colinas	Média (°C)	26,0	25,8	25,8	26,0	26,0	25,5	25,4	26,4	27,9	28,3	27,6	26,6
	Mínima (°C)	22,2	22,1	22,3	22,3	21,4	19,8	18,8	19,0	21,1	22,7	22,8	22,5
	Máxima (°C)	31,4	31,2	31,1	31,5	32,0	32,5	33,2	34,7	35,6	35,2	33,8	32,1
Imperatriz	Média (°C)	26,6	26,6	26,1	26,6	27,2	27,1	27,2	28,3	28,8	28,4	27,8	27,2
	Mínima (°C)	22,5	22,5	22,6	22,7	22,7	21,4	20,4	21,0	22,5	23,1	22,9	22,6
	Máxima (°C)	31,8	31,9	31,9	32,3	33,0	33,5	34,3	35,4	35,4	34,4	33,3	32,3
São Luís	Média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4
	Mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5
	Máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8
Zé Doca	Média (°C)	26,7	26,3	26,3	26,4	26,9	26,7	26,6	27,2	27,7	28,0	28,2	27,7
	Mínima (°C)	23,1	22,9	23,1	23,2	23,2	22,5	21,9	22,1	22,4	22,8	23,3	23,4
	Máxima (°C)	32,3	31,6	31,5	31,6	32,0	31,9	32,2	33,4	34,3	34,6	34,4	33,7
Na Bacia	Média (°C)	26,5	26,2	26,1	26,4	26,6	26,4	26,5	27,4	28,3	28,4	28,1	27,4
	Mínima (°C)	22,5	22,5	22,7	22,7	22,5	21,3	20,6	21,1	22,4	23,1	23,2	23,0
	Máxima (°C)	31,8	31,5	31,4	31,6	32,1	32,4	33,0	34,3	35,1	34,8	34,1	33,0

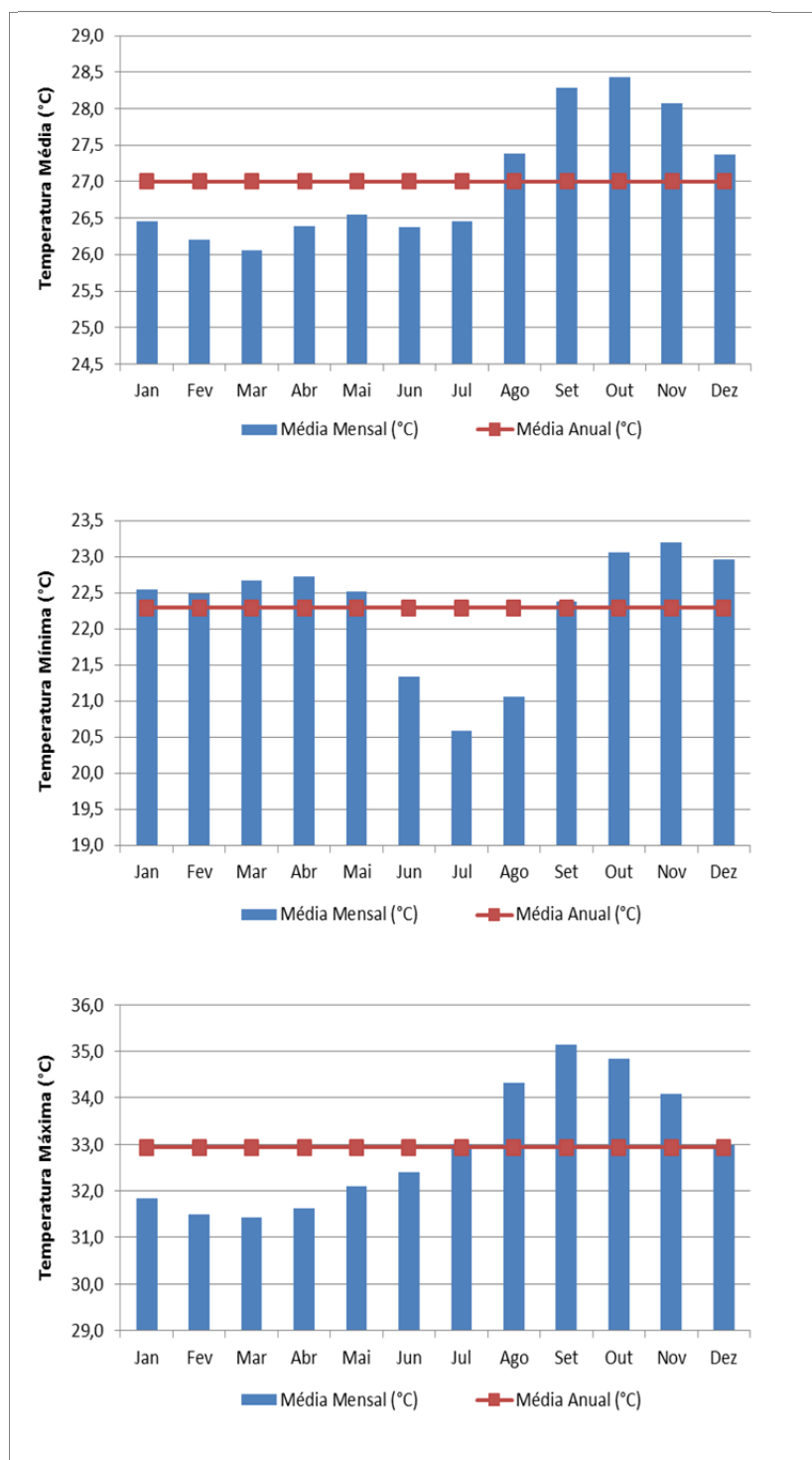


Figura 3.68 - Temperaturas médias mensais, médias das máximas e médias das mínimas da Bacia do Rio Mearim.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar na Bacia do Rio Mearim apresenta amplitude de 22,1% entre os valores 63,2%, observado no mês de setembro, e 85,3% no mês de março, e média de 75,1%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre dezembro e maio com média mensal de 82,1% e menores entre os meses de junho a novembro equivalente a média 68,0%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de fevereiro a abril com média de 84,7%, já o trimestre menos úmido vai de agosto a outubro com média mensal 64,5%.

A **Tabela 3.54** e a **Figura 3.69** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Mearim obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.54 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Mearim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	82,0	83,7	84,8	85,1	80,8	76,9	73,4	68,3	65,5	66,4	68,5	74,8
Balsas	80,5	80,4	80,9	78,0	71,4	61,4	52,7	47,9	49,5	62,5	73,6	79,1
Barra do Corda	83,1	85,5	87,3	87,0	83,4	74,8	67,3	61,1	60,2	64,4	70,4	77,2
Carolina	82,9	83,4	84,2	82,1	76,4	64,7	54,6	47,3	54,5	70,3	77,9	82,7
Colinas	81,3	83,0	85,3	83,9	78,2	71,0	63,6	56,2	56,2	61,0	69,1	77,2
Imperatriz	80,5	80,6	81,8	80,2	76,0	68,8	62,2	57,7	60,7	66,5	73,0	77,4
São Luís	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4
Zé Doca	80,6	84,1	85,4	85,2	82,0	78,9	76,3	71,8	68,3	67,1	67,7	72,4
Na Bacia	81,8	83,8	85,3	84,8	81,0	74,9	69,6	64,3	63,2	65,9	70,1	75,8

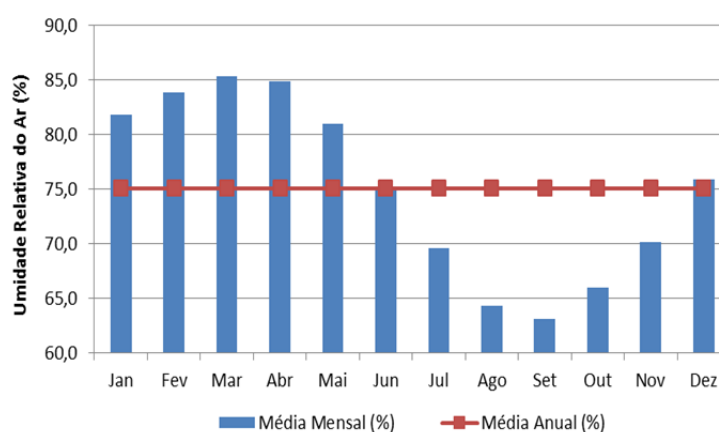


Figura 3.69 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Mearim.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área em estudo, os ventos são calmos e sopram predominantemente a NE, variando entre 44,7° no mês de janeiro a 110,0° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 70,6°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Mearim é de 1,9 m/s, com maiores valores observados em setembro e outubro de 2,3 m/s e menor em março e abril com média mensal de 1,6 m/s, correspondente a amplitude de 0,7 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de julho a dezembro com média de 2,2 m/s. Os meses janeiro a junho é marcado como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 1,7 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados apresenta-se entre setembro e novembro com 2,2 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em fevereiro a abril com 1,6 m/s.

A **Tabela 3.55** e a **Figura 3.70** apresentam as intensidades e direção do vento, respectivamente.

Tabela 3.55 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Mearim.

Estação	Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	Intensidade (m/s)	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,0	2,4	2,6	2,4	2,2
	Direção (°)	42,0	49,0	46,0	66,0	94,0	112,0	106,0	88,0	54,0	34,0	31,0	35,0
Balsas	Intensidade (m/s)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,9	1,8	1,7	1,4	1,2	1,2
	Direção (°)	57,0	57,0	62,0	88,0	110,0	120,0	122,0	113,0	98,0	58,0	57,0	56,0
Barra do Corda	Intensidade (m/s)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	2,2	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
	Direção (°)	33,0	53,0	46,0	75,0	110,0	116,0	117,0	104,0	78,0	55,0	56,0	56,0
Carolina	Intensidade (m/s)	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,8	2,0	2,1	2,0	1,6	1,5	1,4
	Direção (°)	29,0	29,0	32,0	80,0	101,0	97,0	93,0	79,0	54,0	8,0	22,0	24,0
Colinas	Intensidade (m/s)	1,3	1,5	1,3	1,4	1,8	2,3	2,3	2,3	1,9	1,7	1,6	1,4
	Direção (°)	52,0	60,0	46,0	106,0	123,0	126,0	128,0	121,0	91,0	55,0	40,0	47,0
Imperatriz	Intensidade (m/s)	1,6	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
	Direção (°)	58,0	62,0	56,0	96,0	102,0	109,0	101,0	88,0	65,0	55,0	39,0	62,0
São Luís	Intensidade (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9
	Direção (°)	50,0	52,0	35,0	48,0	64,0	82,0	74,0	62,0	57,0	55,0	53,0	52,0
Zé Doca	Intensidade (m/s)	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1	2,2	2,5	2,9	3,1	3,1	2,7
	Direção (°)	52,0	52,0	51,0	59,0	80,0	100,0	97,0	81,0	66,0	54,0	51,0	51,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	1,7	1,7	1,6	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,2	2,0
	Direção (°)	44,7	53,7	48,8	73,5	98,0	110,0	107,1	92,9	69,2	50,8	46,9	51,3

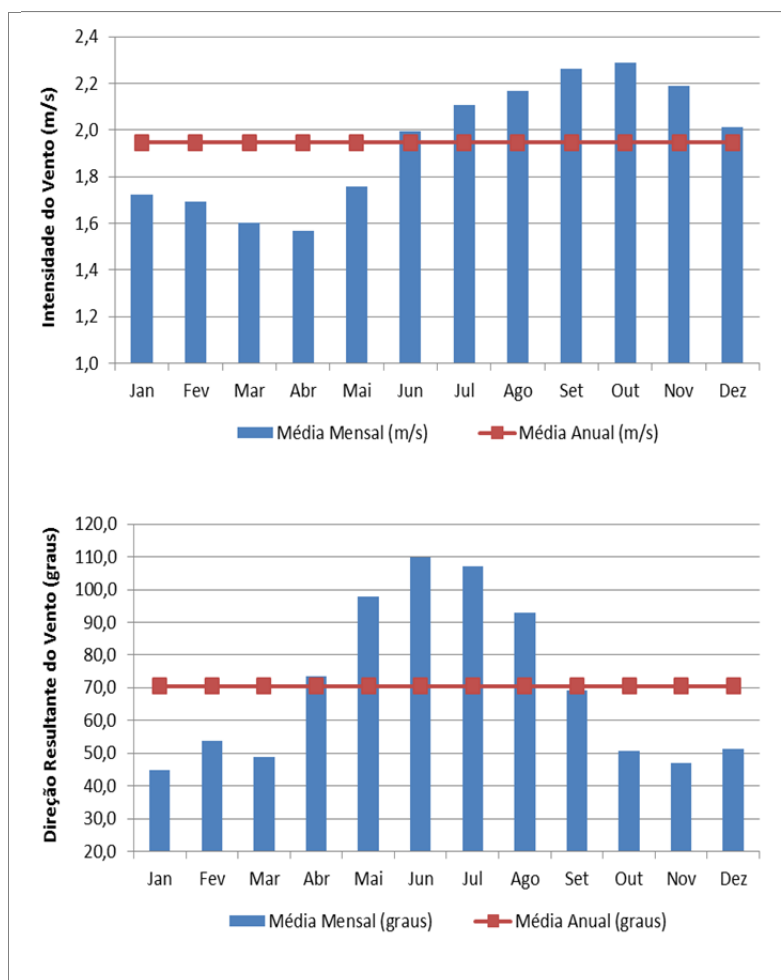


Figura 3.70 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Mearim.

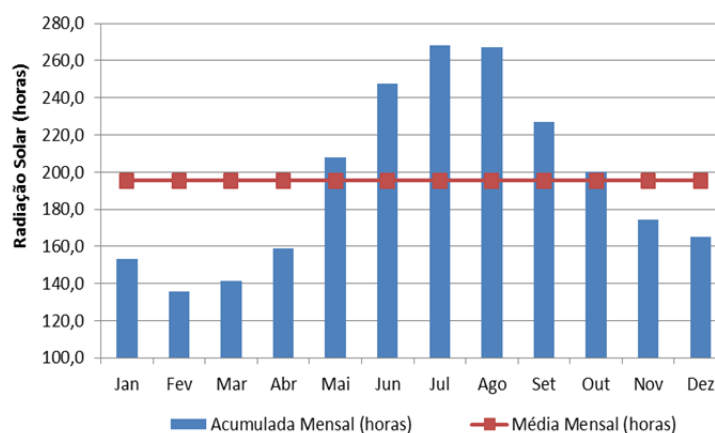
✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na área de estudo acontece entre os meses de junho e agosto com valores médios de insolação de 260,9 h/mês e valor acumulado de 782,6 horas, representando aproximadamente 33,4% das 2.345,7 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre janeiro a março com média de 143,4 h/mês e acumulado de 430,1 horas.

A **Tabela 3.56** e a **Figura 3.71** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Mearim.

Tabela 3.56 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	155,4	138,4	140,6	148,6	199,1	241,3	262,1	272,3	241,2	214,5	186,4	176,9
Balsas	148,9	137,4	154,9	184,9	238,8	268,5	289,1	294,4	254,0	191,5	149,6	132,0
Barra do Corda	147,7	133,3	138,6	162,3	210,1	252,1	275,0	262,8	208,7	188,4	166,9	151,5
Carolina	149,9	134,8	145,1	175,9	240,4	282,1	303,4	290,6	218,9	162,0	147,8	133,9
Colinas	142,2	128,1	143,2	167,2	221,9	266,9	291,8	291,9	242,1	207,6	174,3	150,0
Imperatriz	148,9	132,2	145,7	171,5	222,2	262,0	281,3	264,6	198,7	159,7	143,3	143,6
São Luís	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2
Zé Doca	163,7	141,8	145,9	154,7	201,1	236,5	250,9	262,1	249,4	224,6	192,2	190,7
Na Bacia	153,0	135,5	141,5	158,9	207,8	247,7	268,0	266,9	226,7	200,0	174,6	165,0

**Figura 3.71 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.**

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia do Rio Mearim é de 1.423,5 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 62,6 mm, enquanto o mês de setembro apresenta o maior valor de evaporação 183,2 mm, com amplitude de 120,6 mm.

Em nível sazonal, o maior valor de evaporação é observado entre os meses de junho a novembro com média mensal de 158,3 mm e total acumulado de 949,8 mm, equivalente a 66,7% do total anual. Os meses entre dezembro e maio mostram média mensal de 78,9 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de agosto a outubro com valores médios mensais de 178,2 mm e total acumulado de 534,7 mm equivalente a 37,6%. O trimestre de menor evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal 63,4 mm e acumulado a 190,3 mm, o que equivale a 13,4% do total anual.

A **Tabela 3.57** e a **Figura 3.72** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Mearim a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.57 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	71,7	55,6	55,4	52,6	74,5	96,1	128,5	149,1	169,0	167,2	142,4	119,7
Balsas	75,1	69,3	71,4	83,1	116,2	163,3	207,1	242,6	229,4	160,1	101,0	71,3
Barra do Corda	77,4	60,8	59,8	59,0	85,8	133,5	183,0	217,9	207,3	176,2	136,8	106,6
Carolina	67,3	60,6	69,1	72,3	109,8	169,0	228,3	267,6	211,9	125,7	84,4	67,9
Colinas	68,8	60,1	58,8	60,1	87,0	120,9	168,2	198,1	204,6	168,6	121,0	91,4
Imperatriz	87,4	80,8	81,6	84,8	113,2	150,2	181,9	195,8	170,4	147,5	118,7	101,0
São Luís	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0
Zé Doca	92,3	66,9	64,3	61,3	78,9	97,5	121,1	148,4	167,6	184,7	170,9	149,7
Na Bacia	80,8	64,3	63,3	62,6	86,4	119,3	155,5	182,2	183,2	169,3	140,3	116,2

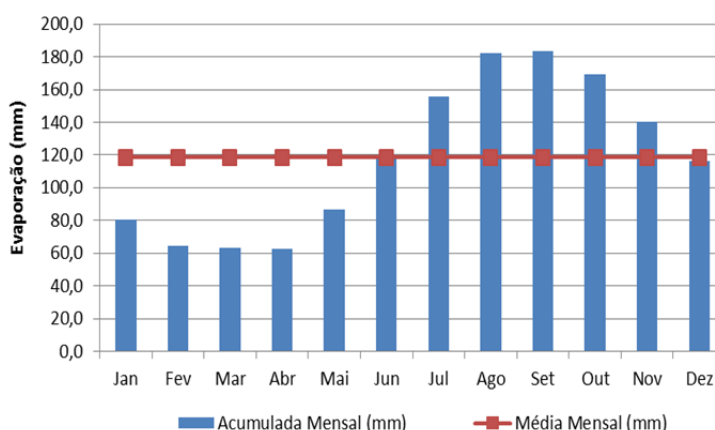


Figura 3.72 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para o Mearim é de 2.170,2 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 152,3 mm, já o mês outubro apresenta o maior valor de evapotranspiração 219,2 mm, com amplitude de 67,0 mm.

Em nível sazonal, o maior valor de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 202,0 mm e total acumulado de 1.211,9 mm equivalente a 55,8% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho mostram média mensal de 159,7 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 213,0 mm e total acumulado de 639,1 mm equivalente a 29,4%. O trimestre de

menor evapotranspiração vai de maio a julho com média mensal 159,5 mm e acumulado de 478,4 mm, o que equivale a 22,0% do total anual.

A **Tabela 3.58** e a **Figura 3.73** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Mearim a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.58 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bacabal	205,1	182,0	187,6	181,6	183,5	166,4	179,0	202,7	213,9	230,6	229,0	236,1
Balsas	180,7	158,0	166,2	165,5	166,0	151,1	158,9	201,0	225,7	239,7	208,7	186,0
Barra do Corda	171,3	142,1	149,1	142,0	143,5	135,4	147,9	178,5	199,7	223,5	211,5	202,5
Carolina	183,5	161,5	169,6	166,0	172,8	160,4	180,8	225,7	242,3	237,7	201,9	186,6
Colinas	173,5	144,8	154,4	145,8	149,5	133,9	147,5	170,6	203,4	219,7	205,1	192,0
Imperatriz	194,2	169,1	173,5	173,0	186,5	169,5	180,1	214,6	223,1	240,7	217,9	211,5
São Luís	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5
Zé Doca	186,2	154,8	161,2	154,9	168,1	157,2	158,0	171,5	178,2	192,4	197,0	203,6
Na Bacia	185,0	157,6	163,9	158,4	164,7	152,3	161,4	186,8	201,0	219,2	211,0	208,9

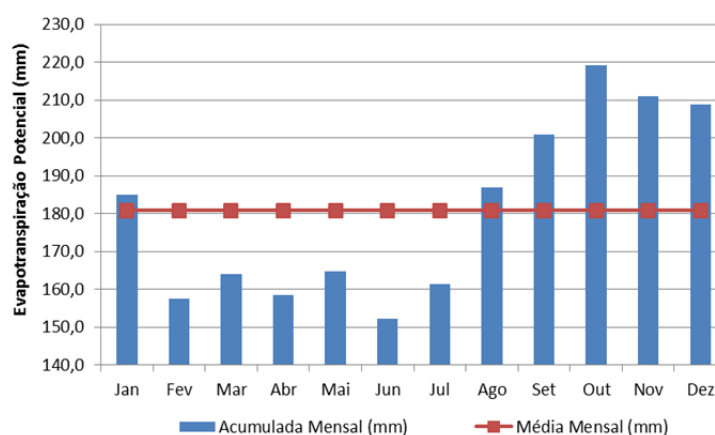


Figura 3.73 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Mearim.

3.3.3.7. Bacia Hidrográfica do Rio Munim

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Munim é de 1.749,2 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em setembro com 5,7 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 381,9 mm, com amplitude de 376,2 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de dezembro a maio com média mensal de 259,6 mm e total acumulado de 1.557,8 mm equivalente a 89,0% do total anual. Os meses entre junho e novembro apresentam média mensal de 31,9 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 341,3 mm e total acumulado de 1.024,0 mm equivalente a 58,5%. O trimestre mais seco vai de agosto a outubro com média mensal de 11,0 mm e acumulado de 33,0 mm, o que equivale a 1,9% do total anual.

A **Tabela 3.59** e a **Figura 3.74** apresentam os valores de precipitação para a bacia do Rio Munim.

Tabela 3.59 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caxias	215,9	242,1	353,0	298,2	143,3	32,2	16,3	14,9	9,5	25,7	39,3	127,5
Chapadinha	215,5	276,0	368,2	344,5	213,6	72,2	32,4	10,3	5,5	15,1	27,3	93,9
São Luís	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5
Na Bacia	217,2	281,9	381,9	360,2	225,0	87,8	45,5	13,4	5,7	13,8	25,1	91,6

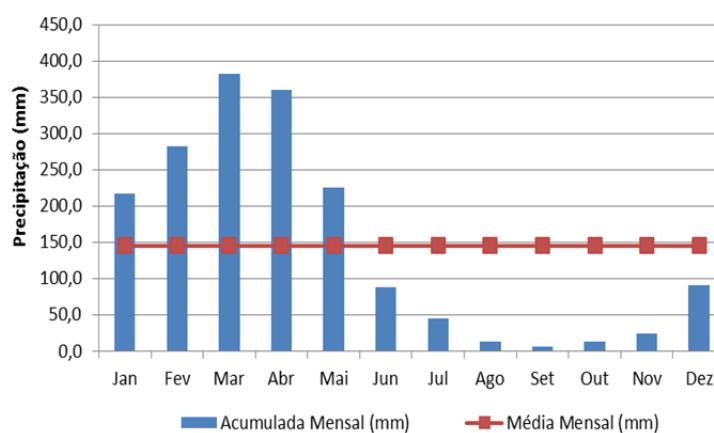


Figura 3.74 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia do Rio Munim apresentam amplitude de 2,4°C entre as temperaturas 25,9°C no mês de março e 28,3°C no mês de novembro e média de 26,9°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 22,0°C e mais alto no mês de novembro com 23,5°C apresentando assim amplitude de 1,5°C e média de 22,8°C. As temperaturas médias das máximas mostram seu maior valor no mês de outubro registrando 35,1°C e menores em março e abril com 31,1°C, a amplitude destas de 4,0°C, com média igual a 32,7°C.

O trimestre mais frio nesta região é de junho a agosto com média de 22,2°C. Enquanto o trimestre com temperaturas mais elevadas da região são observadas nos meses de setembro a novembro com média de 34,9°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia do Rio Munim são apresentadas na **Tabela 3.60** e na **Figura 3.75**.

Tabela 3.60 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Munim.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caxias	Média (°C)	27,2	26,6	26,3	26,5	26,8	26,5	26,7	27,7	29,1	29,8	29,7	28,6
	Mínima (°C)	23,0	22,8	22,7	22,8	22,6	21,5	21,0	21,3	22,7	23,6	23,9	23,7
	Máxima (°C)	32,8	32,0	31,9	31,8	32,0	32,2	33,1	34,9	36,5	36,9	36,3	34,7
Chapadinha	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7
	Mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,5	22,9	23,3	23,3
	Máxima (°C)	32,5	31,7	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,7	35,2	35,6	35,5	34,4
São Luís	Média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4
	Mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5
	Máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8
Na Bacia	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,7	28,1	28,3	27,7
	Mínima (°C)	23,0	22,8	22,8	22,9	22,9	22,3	22,0	22,2	22,7	23,1	23,5	23,5
	Máxima (°C)	32,2	31,5	31,1	31,1	31,3	31,3	31,9	33,4	34,7	35,1	35,0	34,0

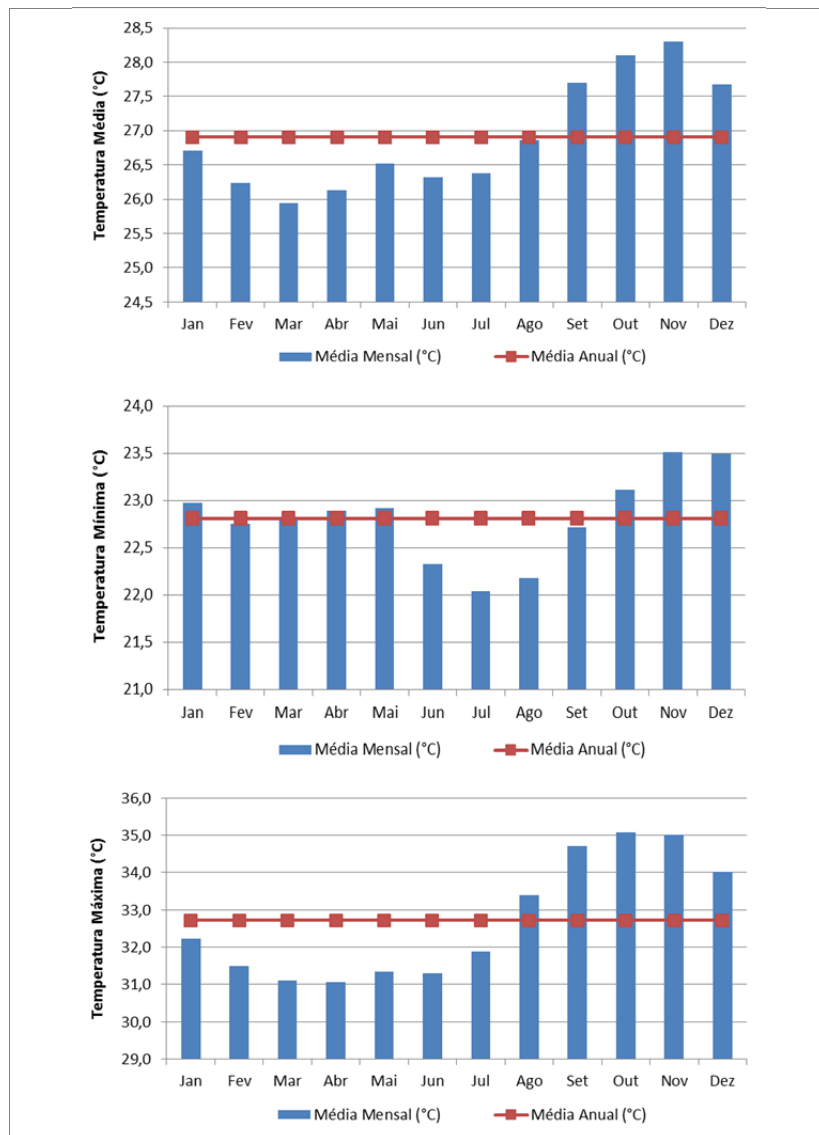


Figura 3.75 - Temperaturas médias mensais, médias das máximas e médias das mínimas da Bacia do Rio Munim.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar na Bacia do Rio Munim apresenta amplitude de 21,9% entre os valores 64,7%, observado no mês de outubro, e 86,5% no mês de abril, e média de 75,4%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre janeiro e junho com média mensal de 82,7% e menores entre os meses de julho a dezembro equivalente a média 68,2%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de março a maio com média de 85,2%, enquanto o trimestre menos úmido ou mais seco vai de setembro a novembro com média mensal 65,2%.

A **Tabela 3.61** e a **Figura 3.76** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Munim obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.61 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Munim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caxias	74,6	78,5	81,7	82,3	77,9	71,5	64,3	57,2	53,4	54,2	56,8	65,1
Chapadinha	78,1	82,3	85,6	86,3	82,8	78,2	73,3	67,0	63,8	62,8	63,5	68,5
São Luís	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4
Na Bacia	78,8	82,7	85,8	86,5	83,3	79,0	74,7	68,9	65,7	64,7	65,3	69,9

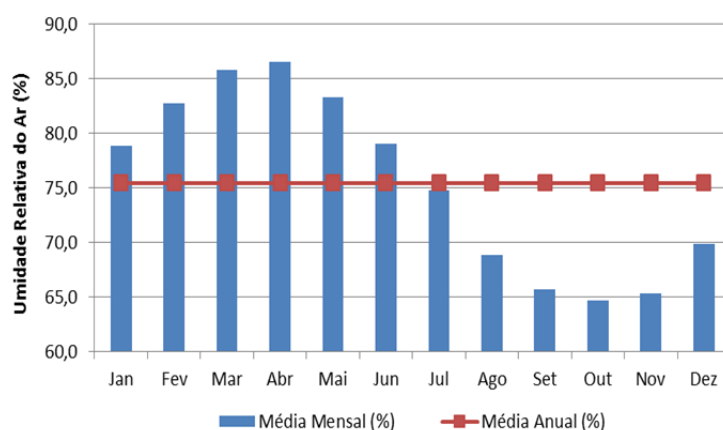


Figura 3.76 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Munim.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área em estudo, os ventos são calmos e sopram predominantemente a NE, variando entre 55,3° no mês de janeiro a 109,1° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 74,3°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Munim é de 2,3 m/s, com maiores valores observados em outubro e novembro de 2,8 m/s e menor em abril com média mensal de 1,7 m/s, resultando numa amplitude de 1,0 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de julho a dezembro com média de 2,6 m/s. Os meses janeiro a junho é marcado como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 1,9 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados ocorre entre setembro e novembro com 2,7 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em março a maio com 1,8 m/s.

A **Tabela 3.62** e a **Figura 3.77** apresentam a intensidade e direção do vento da Bacia do Rio Munim.

Tabela 3.62 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Munim.

Estação	Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caxias	Intensidade (m/s)	1,8	1,8	1,7	1,7	1,9	2,2	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0
	Direção (°)	64,0	64,0	54,0	106,0	134,0	142,0	144,0	144,0	121,0	88,0	83,0	79,0
Chapadinha	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6
	Direção (°)	56,0	60,0	61,0	74,0	99,0	113,0	114,0	96,0	73,0	60,0	57,0	56,0
São Luís	Intensidade (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9
	Direção (°)	50,0	52,0	35,0	48,0	64,0	82,0	74,0	62,0	57,0	55,0	53,0	52,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,8	2,6
	Direção (°)	55,3	58,9	56,9	71,0	94,7	109,1	108,8	92,2	71,9	60,0	57,1	56,0

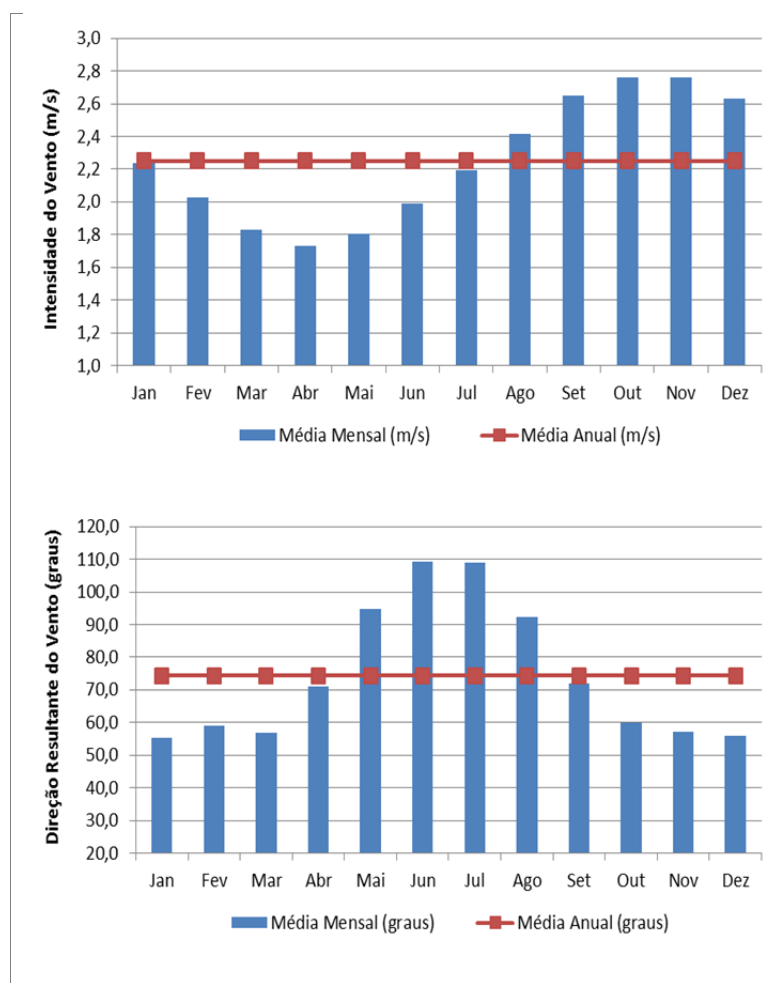


Figura 3.77 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Munim.

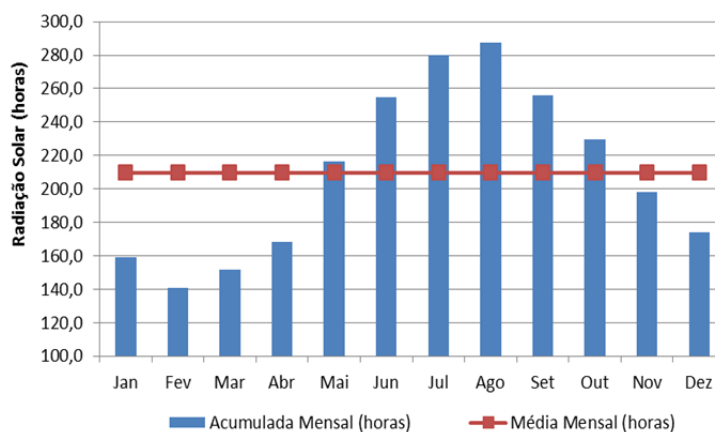
✓ Radiação Solar

O período de maior insolação registrado na bacia acontece entre os meses de agosto e outubro com valores médios de insolação de 283,4 h/mês e valor acumulado de 850,3 horas, representando aproximadamente 31,5% das 2.698,1 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre fevereiro a abril com média de 161,5 h/mês e acumulado de 484,5 horas.

A **Tabela 3.63** e a **Figura 3.78** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Munim.

Tabela 3.63 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Munim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caxias	180,0	156,1	170,0	179,9	218,2	249,4	277,0	289,7	278,7	261,2	231,0	199,5
Chapadinha	187,2	170,6	167,2	170,9	220,1	248,7	275,9	299,8	288,6	275,0	238,9	220,9
São Luís	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2
Na Bacia	182,2	162,5	158,9	163,0	211,5	242,1	269,9	294,4	283,6	272,3	238,6	219,0

**Figura 3.78 – Média Mensal da Radiação Solar da Bacia do Rio Munim.**

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia do Rio Munim é de 1.604,7 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 65,3 mm, enquanto o mês de outubro apresenta o maior valor de evaporação 207,7 mm, com amplitude de 142,4 mm.

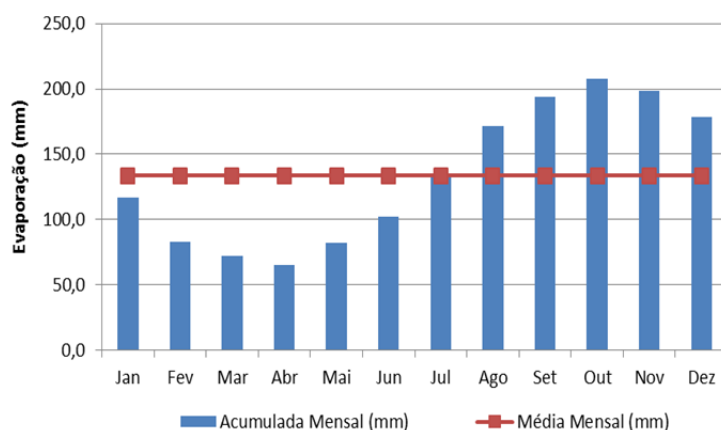
Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de julho a dezembro com média mensal de 180,5 mm e total acumulado de 1.082,8 mm, equivalente a 67,5% do total anual. Os meses entre janeiro e junho apresentam média mensal de 87,0 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de setembro a novembro com valores médios mensais de 200,0 mm e total acumulado de 600,1 mm equivalente a 37,4%. O trimestre de menor evaporação vai de março a maio com média mensal 73,3 mm e acumulado de 219,9 mm, o que equivale a 13,7% do total anual.

A **Tabela 3.64** e a **Figura 3.79** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Munim a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.64 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caxias	85,4	65,7	60,0	56,6	72,1	94,6	129,4	166,1	185,5	182,8	164,0	133,3
Chapadinha	125,1	88,4	76,8	69,4	87,9	109,7	144,1	186,4	209,3	224,3	213,2	191,4
São Luís	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0
Na Bacia	117,0	82,9	72,3	65,3	82,3	102,2	132,8	171,7	194,2	207,7	198,2	178,2

**Figura 3.79 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Munim.**

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para a bacia do rio Munim é de 2.047,0 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 146,7 mm, enquanto o mês dezembro apresenta o maior valor de evapotranspiração 206,6 mm, com amplitude de 59,9 mm.

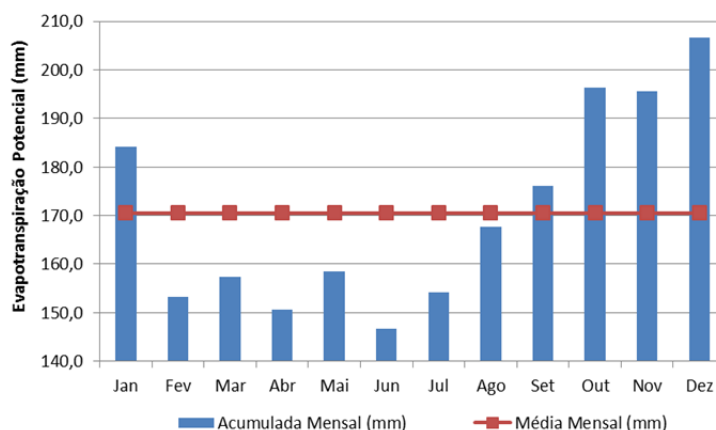
Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 187,7 mm e total acumulado de 1.126,4 mm equivalente a 55,0% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 153,4 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 199,5 mm e total acumulado de 598,4 mm equivalente a 29,2%. O trimestre de menor evaporação vai de abril a junho com média mensal 151,9 mm e acumulado de 455,7 mm, o que equivale a 22,3% do total anual.

A **Tabela 3.65** e a **Figura 3.80** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Munim a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.65 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Munim.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Caxias	218,6	169,1	172,9	163,4	165,7	155,1	168,4	205,1	235,7	267,9	268,9	261,4
Chapadinha	185,4	153,4	156,9	150,3	158,1	146,4	154,9	169,4	177,5	199,3	197,7	209,5
São Luís	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5
Na Bacia	184,2	153,3	157,4	150,6	158,4	146,7	154,2	167,7	176,0	196,3	195,6	206,6

**Figura 3.80 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Munim.**

3.3.3.8. Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Parnaíba é de 1.347,1 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em agosto com 6,3 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 261,3 mm, com amplitude de 255,0 mm.

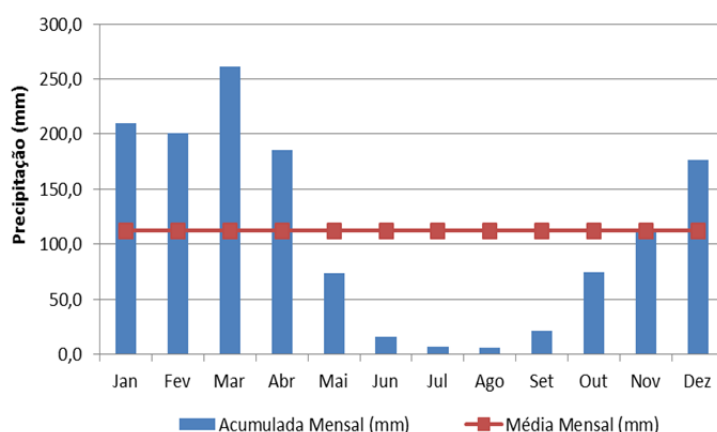
Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de novembro a abril com média mensal de 191,3 mm e total acumulado de 1.147,8 mm equivalente a 85,2% do total anual. Os meses entre maio e outubro mostram uma média mensal de 33,2 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de janeiro a março com precipitação média mensal de 224,0 mm e total acumulado de 671,9 mm equivalente a 49,9%. O trimestre mais seco vai de junho a agosto com média mensal de 9,7 mm e acumulado de 29,2 mm, o que equivale a 2,2% do total anual.

A **Tabela 3.66** e a **Figura 3.81** apresentam os valores de precipitação para a bacia do Rio Parnaíba.

Tabela 3.66 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	235,4	197,6	256,3	144,6	35,6	2,0	1,2	4,8	20,7	89,3	156,4	215,5
Balsas	195,9	178,9	206,0	134,8	46,0	4,0	2,3	4,2	27,6	98,0	133,1	201,7
Caxias	215,9	242,1	353,0	298,2	143,3	32,2	16,3	14,9	9,5	25,7	39,3	127,5
Chapadinha	215,5	276,0	368,2	344,5	213,6	72,2	32,4	10,3	5,5	15,1	27,3	93,9
Colinas	195,5	190,3	280,3	205,7	69,9	15,2	6,6	6,9	28,3	69,1	100,2	147,0
Na Bacia	209,6	201,1	261,3	185,3	73,9	15,5	7,3	6,3	21,5	74,7	113,9	176,8

**Figura 3.81 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.**

✓ Temperatura

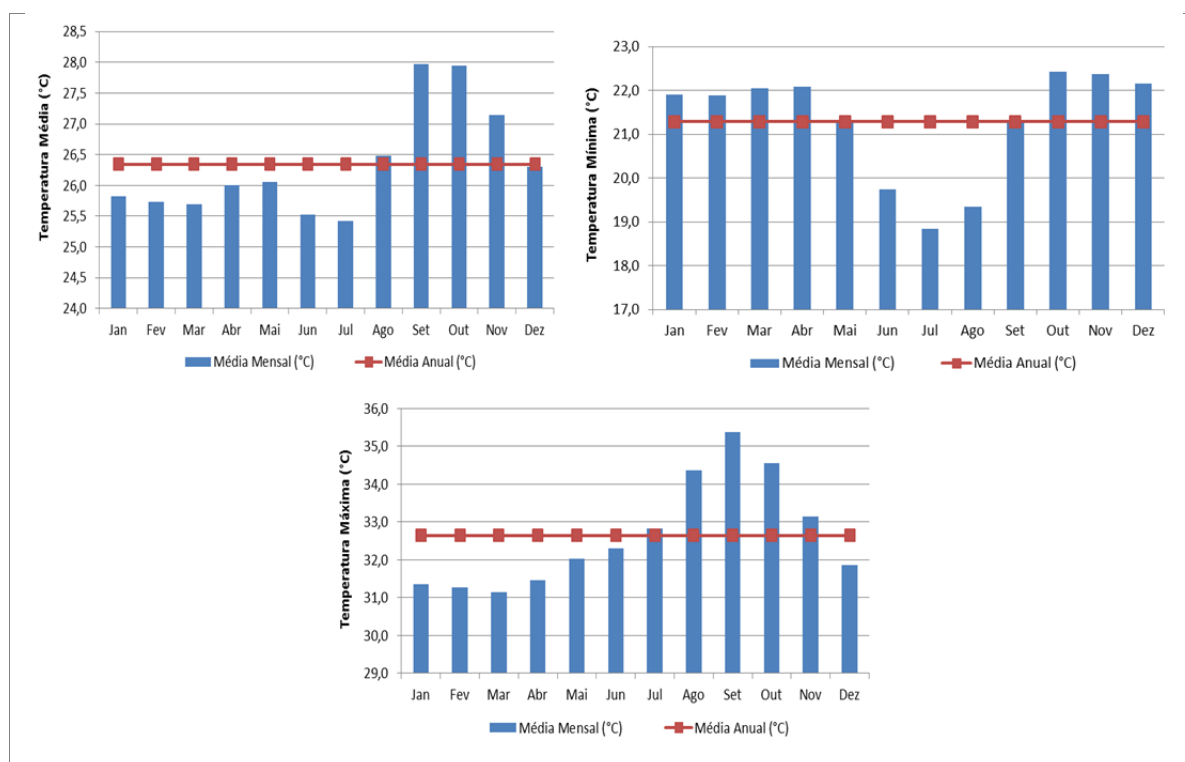
Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia do Rio Parnaíba apresentam amplitude de 2,5°C entre as temperaturas 25,4°C no mês de julho e 28,0°C no mês de setembro e média de 26,3°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 18,8°C e mais alto nos meses de outubro e novembro com 22,4°C apresentando assim amplitude de 3,6°C e média de 21,3°C. As temperaturas médias das máximas apresentam seu maior valor no mês de setembro registrando 35,4°C e menores em março com 31,1°C, e amplitude de 4,2°C, com média igual a 32,6°C.

O trimestre mais frio nesta região é de junho a agosto com média de 19,3°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de agosto a outubro com média de 34,8°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia do Rio Parnaíba são apresentadas na **Tabela 3.67** e na **Figura 3.82**.

Tabela 3.67 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	Média (°C)	25,8	25,8	25,9	26,1	25,8	24,8	24,5	25,6	27,6	27,8	26,9	26,1
	Mínima (°C)	21,7	21,7	21,9	21,6	20,4	18,0	16,9	17,5	20,1	22,0	22,1	21,9
	Máxima (°C)	31,8	31,9	31,7	32,2	32,8	32,8	33,3	34,8	36,0	34,9	33,1	31,9
Balsas	Média (°C)	25,8	25,9	25,9	26,4	26,6	26,3	26,2	27,5	28,8	28,1	26,8	26,0
	Mínima (°C)	21,9	22,0	22,2	22,5	21,8	20,4	19,4	20,2	22,2	22,8	22,3	22,0
	Máxima (°C)	31,0	31,2	31,2	31,6	32,4	32,9	33,3	34,8	35,4	33,9	32,2	31,0
Caxias	Média (°C)	27,2	26,6	26,3	26,5	26,8	26,5	26,7	27,7	29,1	29,8	29,7	28,6
	Mínima (°C)	23,0	22,8	22,7	22,8	22,6	21,5	21,0	21,3	22,7	23,6	23,9	23,7
	Máxima (°C)	32,8	32,0	31,9	31,8	32,0	32,2	33,1	34,9	36,5	36,9	36,3	34,7
Chapadinha	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7
	Mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,5	22,9	23,3	23,3
	Máxima (°C)	32,5	31,7	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,7	35,2	35,6	35,5	34,4
Colinas	Média (°C)	26,0	25,8	25,8	26,0	26,0	25,5	25,4	26,4	27,9	28,3	27,6	26,6
	Mínima (°C)	22,2	22,1	22,3	22,3	21,4	19,8	18,8	19,0	21,1	22,7	22,8	22,5
	Máxima (°C)	31,4	31,2	31,1	31,5	32,0	32,5	33,2	34,7	35,6	35,2	33,8	32,1
Na Bacia	Média (°C)	25,8	25,7	25,7	26	26,1	25,5	25,4	26,5	28	27,9	27,1	26,3
	Mínima (°C)	21,9	21,9	22	22,1	21,3	19,7	18,8	19,4	21,3	22,4	22,4	22,1
	Máxima (°C)	31,4	31,3	31,1	31,5	32	32,3	32,8	34,4	35,4	34,5	33,1	31,9

**Figura 3.82 - Temperaturas médias mensais máximas e mínimas da Bacia do Rio Parnaíba.**

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar na Bacia do Rio Parnaíba apresenta amplitude de 26,5% entre os valores 55,7%, observado no mês de setembro, e 82,2% no mês de março, e média de 71,8%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre dezembro e maio com média mensal de 79,1% e menores entre os meses de junho a novembro equivalente a média 62,4%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de fevereiro a abril com média de 81,1%, enquanto o trimestre menos úmido vai de julho a setembro com média mensal 57,6%.

A **Tabela 3.68** e a **Figura 3.83** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Parnaíba obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.68 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Parnaíba.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	81,9	82,8	83,1	80,2	75,9	70,1	66,5	61,6	61,6	68,9	76,3	81,0
Balsas	80,5	80,4	80,9	78,0	71,4	61,4	52,7	47,9	49,5	62,5	73,6	79,1
Caxias	74,6	78,5	81,7	82,3	77,9	71,5	64,3	57,2	53,4	54,2	56,8	65,1
Chapadinha	78,1	82,3	85,6	86,3	82,8	78,2	73,3	67,0	63,8	62,8	63,5	68,5
Colinas	81,3	83,0	85,3	83,9	78,2	71,0	63,6	56,2	56,2	61,0	69,1	77,2
Na Bacia	79,7	80,9	82,2	80,3	75,1	67,7	61,4	55,8	55,7	63,1	70,6	76,4

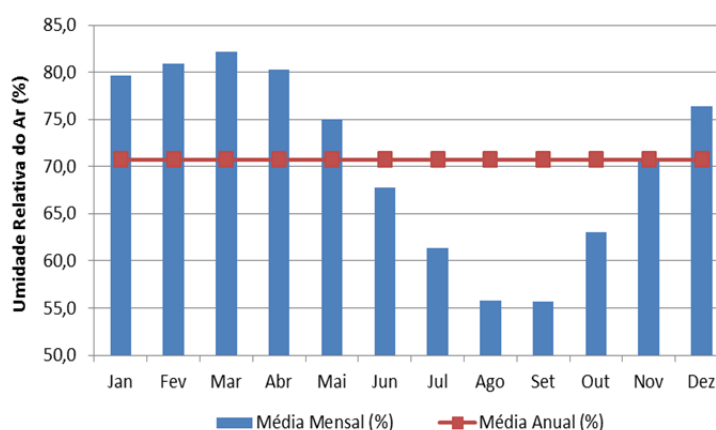


Figura 3.83 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Parnaíba.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área da bacia os ventos são calmos e sopram predominantemente a NE, variando entre 59,2° no mês de dezembro a 127,7° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 89,6°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Parnaíba é de 1,7 m/s, com maior valor observado em julho de 2,1 m/s e menor em março e abril com média mensal de 1,4m/s, e amplitude de 0,7 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de junho a novembro com média de 1,9 m/s. Os meses de dezembro a maio se destacam como o semestre com menores intensidades de ventos, com média de 1,5 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados, apresenta-se entre julho e setembro com 2,0 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em fevereiro a abril com 1,4 m/s.

A **Tabela 3.69** e a **Figura 3.84** apresentam as intensidades e direção dos ventos da Bacia do Rio Parnaíba.

Tabela 3.69 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Parnaíba.

Estação	Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	Intensidade (m/s)	1,4	1,4	1,4	1,3	1,6	1,9	2,0	2,0	2,0	1,7	1,5	1,5
	Direção (°)	89,0	89,0	94,0	124,0	132,0	144,0	136,0	127,0	109,0	74,0	84,0	68,0
Balsas	Intensidade (m/s)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,9	1,8	1,7	1,4	1,2	1,2
	Direção (°)	57,0	57,0	62,0	88,0	110,0	120,0	122,0	113,0	98,0	58,0	57,0	56,0
Caxias	Intensidade (m/s)	1,8	1,8	1,7	1,7	1,9	2,2	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0
	Direção (°)	64,0	64,0	54,0	106,0	134,0	142,0	144,0	144,0	121,0	88,0	83,0	79,0
Chapadinha	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6
	Direção (°)	56,0	60,0	61,0	74,0	99,0	113,0	114,0	96,0	73,0	60,0	57,0	56,0
Colinas	Intensidade (m/s)	1,3	1,5	1,3	1,4	1,8	2,3	2,3	2,3	1,9	1,7	1,6	1,4
	Direção (°)	52,0	60,0	46,0	106,0	123,0	126,0	128,0	121,0	91,0	55,0	40,0	47,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	1,5	1,5	1,4	1,4	1,6	1,9	2,1	2,0	2,0	1,7	1,6	1,5
	Direção (°)	65,4	67,2	67,6	100,2	118	127,7	126,6	117,6	97,9	64,1	63,5	59,2

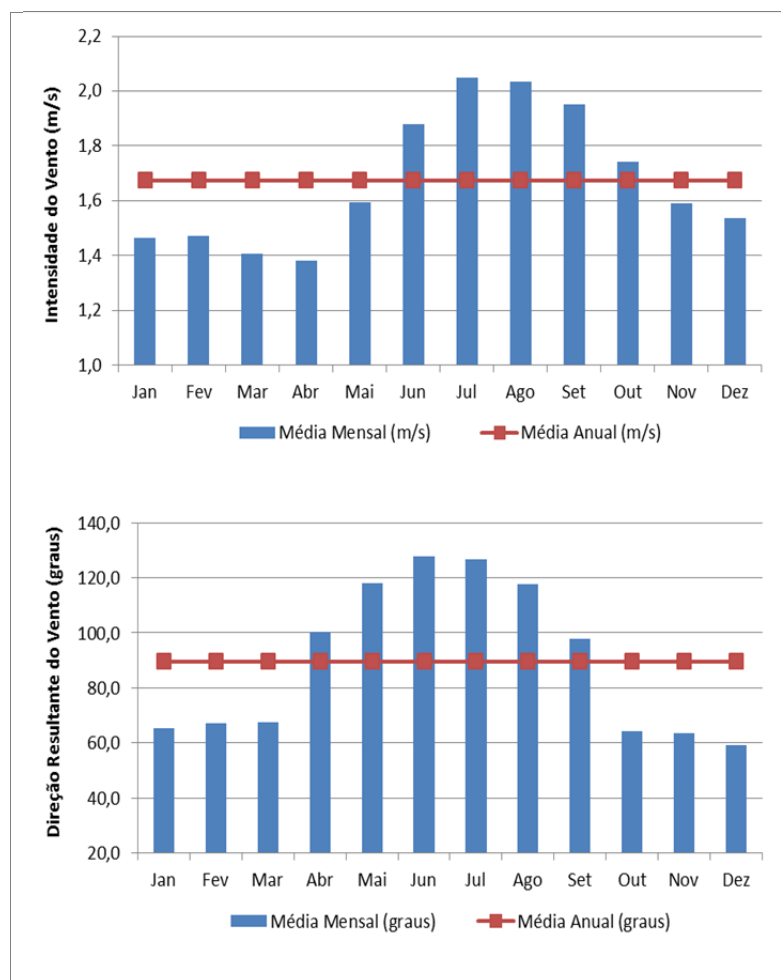


Figura 3.84 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Parnaíba.

✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na área da bacia acontece entre os meses de junho e agosto com valores médios de insolação de 280,1 h/mês e valor acumulado de 840,3 horas, representando aproximadamente 33,5% das 2.508,9 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre janeiro a março com média de 152,4 h/mês e acumulado de 457,2 horas.

A **Tabela 3.70** e a **Figura 3.85** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Parnaíba.

Tabela 3.70 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	166,9	146,6	159,1	188,9	247,1	273,5	295,6	288,2	249,6	206,5	174,8	153,8
Balsas	148,9	137,4	154,9	184,9	238,8	268,5	289,1	294,4	254,0	191,5	149,6	132,0
Caxias	180,0	156,1	170,0	179,9	218,2	249,4	277,0	289,7	278,7	261,2	231,0	199,5
Chapadinha	187,2	170,6	167,2	170,9	220,1	248,7	275,9	299,8	288,6	275,0	238,9	220,9
Colinas	142,2	128,1	143,2	167,2	221,9	266,9	291,8	291,9	242,1	207,6	174,3	150,0
Na Bacia	158,8	142,9	155,6	179,6	232,8	263,7	286,6	290,1	254,7	212,1	176,4	155,9

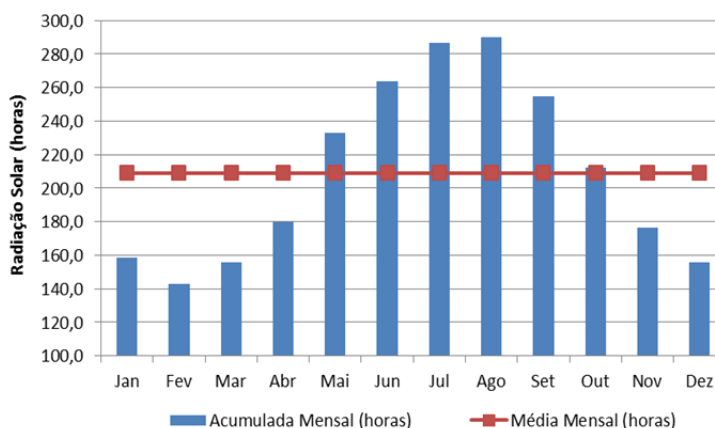


Figura 3.85 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia do Rio Parnaíba é de 1.600,3 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em fevereiro com 71,5 mm, já o mês de agosto apresenta o maior valor de evaporação 223,6 mm, com amplitude de 152,0 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de junho a novembro com média mensal de 180,9 mm e total acumulado de 1.085,2 mm, equivalente a 67,8% do total anual. Os meses entre dezembro e maio apresentam média mensal de 85,8 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de julho a setembro com valores médios mensais de 211,0 mm e total acumulado de 632,9 mm equivalente a 39,5%. O trimestre de menor evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal 74,0 mm e acumulado de 222,0 mm, o que equivale a 13,9% do total anual.

A **Tabela 3.71** e a **Figura 3.86** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Parnaíba a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.71 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	86,9	76,9	81,7	95,5	136,3	170,5	212,2	251,0	243,5	186,8	126,6	93,5
Balsas	75,1	69,3	71,4	83,1	116,2	163,3	207,1	242,6	229,4	160,1	101,0	71,3
Caxias	85,4	65,7	60,0	56,6	72,1	94,6	129,4	166,1	185,5	182,8	164,0	133,3
Chapadinha	125,1	88,4	76,8	69,4	87,9	109,7	144,1	186,4	209,3	224,3	213,2	191,4
Colinas	68,8	60,1	58,8	60,1	87,0	120,9	168,2	198,1	204,6	168,6	121,0	91,4
Na Bacia	83,8	71,5	71,6	78,8	109,8	145,8	187,4	223,6	222	177,4	129,1	99,5

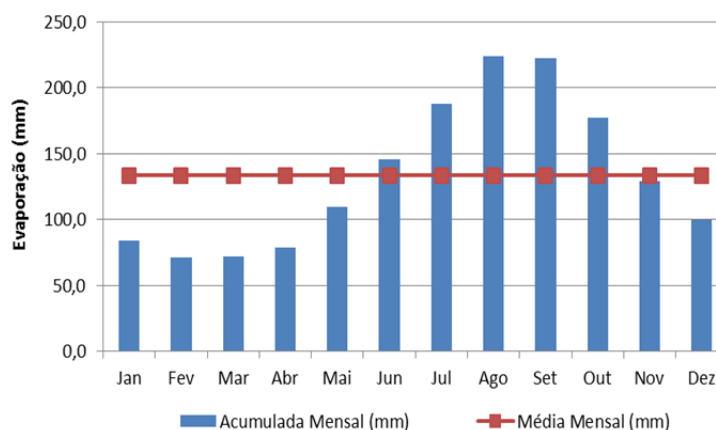


Figura 3.86 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para o Parnaíba é de 2.112,8 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 140,6 mm, já o mês outubro apresenta o maior valor de evapotranspiração 228,3 mm, com amplitude de 87,8 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 199,7 mm e total acumulado de 1.197,9 mm equivalente a 56,7% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho mostram média mensal de 152,5 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 209,8 mm e total acumulado de 629,3 mm equivalente a 29,8%. O trimestre de menor evaporação vai de abril a junho com média mensal 150,6 mm e acumulado de 451,8 mm, o que equivale a 21,4% do total anual.

A **Tabela 3.72** e a **Figura 3.87** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Parnaíba a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.72 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	176,4	156,8	159,8	151,1	150,6	129,7	132,2	162,8	204,2	228,6	201,9	185,7
Balsas	180,7	158,0	166,2	165,5	166,0	151,1	158,9	201,0	225,7	239,7	208,7	186,0
Caxias	218,6	169,1	172,9	163,4	165,7	155,1	168,4	205,1	235,7	267,9	268,9	261,4
Chapadinha	185,4	153,4	156,9	150,3	158,1	146,4	154,9	169,4	177,5	199,3	197,7	209,5
Colinas	173,5	144,8	154,4	145,8	149,5	133,9	147,5	170,6	203,4	219,7	205,1	192,0
Na Bacia	180,1	154,5	160,4	154,8	156,5	140,6	148,2	179,7	208,8	228,3	207,4	193,6

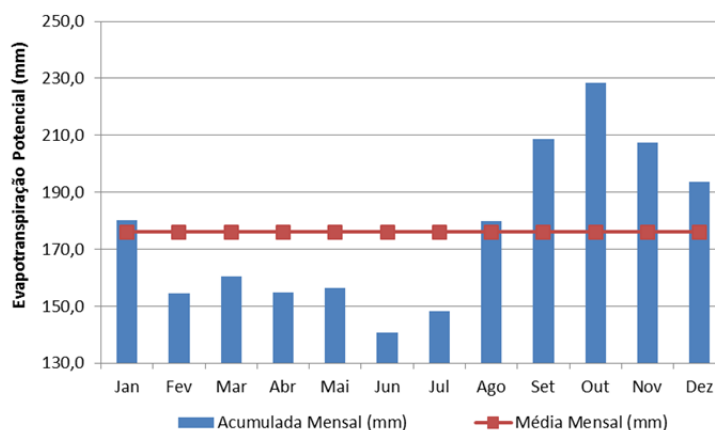


Figura 3.87 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Parnaíba.

3.3.3.9. Bacia Hidrográfica do Rio Peria

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Peria é de 2.018,3 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em outubro com 5,8 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 426,1 mm, com amplitude de 420,3 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de janeiro a junho com média mensal de 298,7 mm e total acumulado de 1.792,2 mm equivalente a 88,8% do total anual. Os meses entre julho e dezembro apresentam média mensal de 37,7 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 381,4 mm e total acumulado de 1.144,3 mm equivalente a 56,7%. O trimestre mais seco vai de setembro a novembro com média mensal de 7,9 mm e acumulado de 23,8 mm, o que equivale a 1,2% do total anual.

A **Tabela 3.73** e a **Figura 3.88** apresentam os valores de precipitação para a bacia do Rio Peria.

Tabela 3.73 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	215,5	276,0	368,2	344,5	213,6	72,2	32,4	10,3	5,5	15,1	27,3	93,9
São Luís	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5
Na Bacia	213,2	298,9	426,1	419,3	275,0	159,6	104,9	25,9	6,0	5,8	12,1	71,5

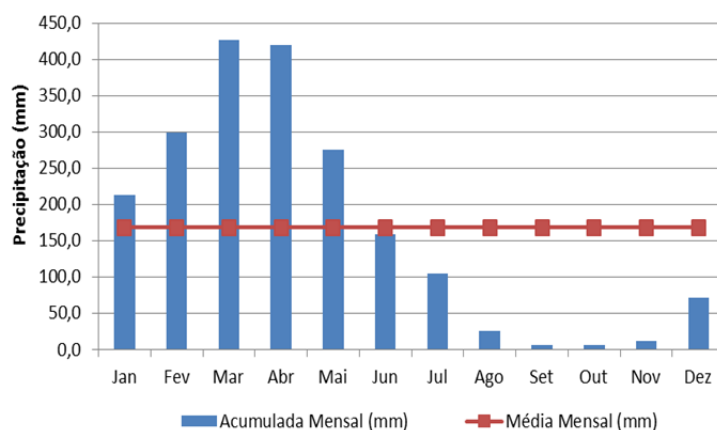


Figura 3.88 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia do Rio Peria apresentam amplitude de 1,5°C entre as temperaturas 24,7°C no mês de março e 26,2°C no mês de novembro e média de 25,3°C. A temperatura média das mínimas apresenta menor valor em julho com 21,7°C e mais alto no mês de novembro com 23,2°C apresentando assim amplitude de 1,5°C e média de 22,3°C. As temperaturas médias das máximas apresentam seu maior valor no mês de novembro registrando 30,9°C e menor em março com 28,5°C, a amplitude destas é de 2,3°C, com média igual a 29,7°C.

O trimestre mais frio nesta região é de junho a agosto com média de 21,8°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de setembro a novembro com média de 30,7°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia do Rio Peria são apresentadas na **Tabela 3.74** e na **Figura 3.89**.

Tabela 3.74 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7
	Mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,5	22,9	23,3	23,3
	Máxima (°C)	32,5	31,7	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,7	35,2	35,6	35,5	34,4
São Luís	Média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4
	Mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5
	Máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8
Na Bacia	Média (°C)	25,3	25,0	24,7	24,8	25,2	25,0	24,9	25,2	25,6	25,9	26,2	26,0
	Mínima (°C)	22,5	22,2	22,1	22,1	22,3	21,9	21,7	21,9	22,5	22,8	23,2	23,1
	Máxima (°C)	29,3	28,8	28,5	28,8	29,4	29,5	29,5	30,1	30,5	30,7	30,9	30,5

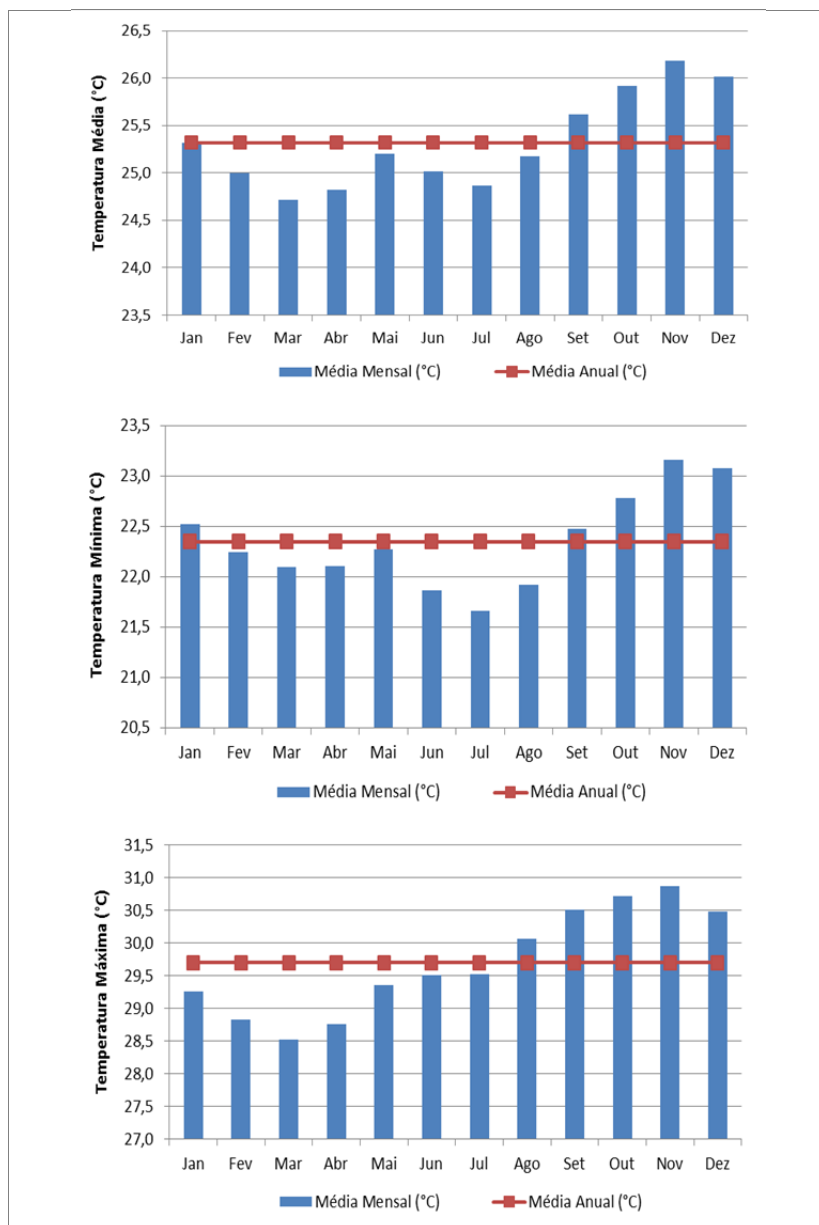


Figura 3.89 - Temperaturas mensais, médias máximas e médias mínimas da Bacia do Rio Peria.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar na Bacia do Rio Peria apresentam amplitude de 12,7% entre os valores 71,0%, observado no mês de novembro, e 83,7% no mês de abril, e média de 77,4%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre fevereiro e julho com média mensal de 81,2% e menores entre os meses de agosto a janeiro equivalente a média 73,5%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de março a maio com média de 82,7%, já o trimestre menos úmido vai de setembro a novembro com média mensal 71,5%.

A **Tabela 3.75** e a **Figura 3.90** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Peria obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.75 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Peria.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	78,1	82,3	85,6	86,3	82,8	78,2	73,3	67,0	63,8	62,8	63,5	68,5
São Luís	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4
Na Bacia	78,4	80,9	82,8	83,7	81,7	79,6	78,7	75,2	72,4	71,0	71,0	73,1

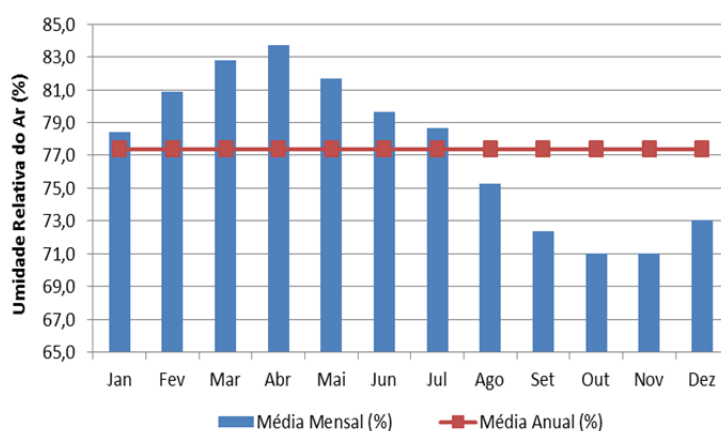


Figura 3.90 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Peria.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área em estudo, os ventos sopram predominantemente a NE, variando entre 36,5° no mês de março a 81,7° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 56,5°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Peria é de 2,3 m/s, com maiores valores observados em outubro e novembro de 3,0 m/s e menor em maio com média mensal de 1,7 m/s, e amplitude de 1,3 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de agosto a janeiro com média de 2,7 m/s. Os meses fevereiro a julho se destaca como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 1,9 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados ocorre entre setembro e novembro com 2,9 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em abril a junho com 1,8 m/s.

A Tabela 3.76 e a Figura 3.91 apresentam as intensidade e direção do vento da Bacia do Rio Peria.

Tabela 3.76 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Peria.

Estação	Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6
	Direção (°)	56,0	60,0	61,0	74,0	99,0	113,0	114,0	96,0	73,0	60,0	57,0	56,0
São Luís	Intensidade (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9
	Direção (°)	50,0	52,0	35,0	48,0	64,0	82,0	74,0	62,0	57,0	55,0	53,0	52,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,8	2,0	2,4	2,8	3,0	3,0	2,7
	Direção (°)	48,2	50,3	36,5	48,8	65,1	81,7	75,3	63,1	56,1	52,8	50,8	49,8

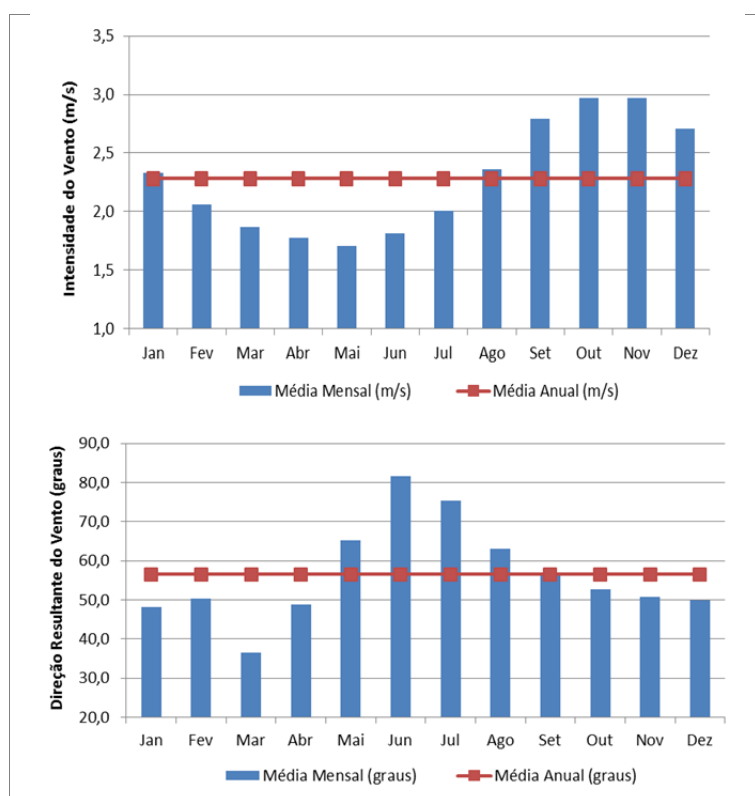


Figura 3.91 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Peria.

✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na bacia acontece entre os meses de agosto e outubro com valores médios de insolação de 250,6 h/mês e valor acumulado de 751,7 horas, representando aproximadamente 33,1% das 2.271,3 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre fevereiro a abril com média de 116,7 h/mês e acumulado de 350,1 horas.

A **Tabela 3.77** e a **Figura 3.92** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Peria.

Tabela 3.77 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	187,2	170,6	167,2	170,9	220,1	248,7	275,9	299,8	288,6	275,0	238,9	220,9
São Luís	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2
Na Bacia	151,1	119,8	112,8	117,4	162,0	199,5	228,8	256,1	247,8	247,7	225,9	202,3

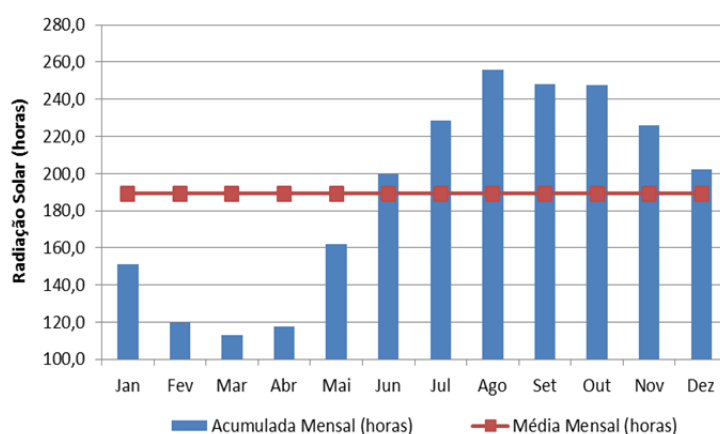


Figura 3.92 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia do Rio Peria é de 1.022,8 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 45,4 mm, enquanto o mês de outubro apresenta o maior valor de evaporação 128,2 mm, com amplitude de 82,8 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 112,2 mm e total acumulado de 672,9 mm, equivalente a 67,8% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 58,3 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de setembro a novembro com valores médios mensais de 125,1 mm e total acumulado de 375,3 mm equivalente a 36,7%. O trimestre de menor evaporação vai de março a maio com média mensal 50,4 mm e acumulado de 151,1 mm, o que equivale a 14,8% do total anual.

A **Tabela 3.78** e a **Figura 3.93** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Peria a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.78 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	125,1	88,4	76,8	69,4	87,9	109,7	144,1	186,4	209,3	224,3	213,2	191,4
São Luís	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0
Na Bacia	80,5	57,0	50,7	45,4	55,0	65,0	76,8	99,2	119,4	128,2	127,7	118,0

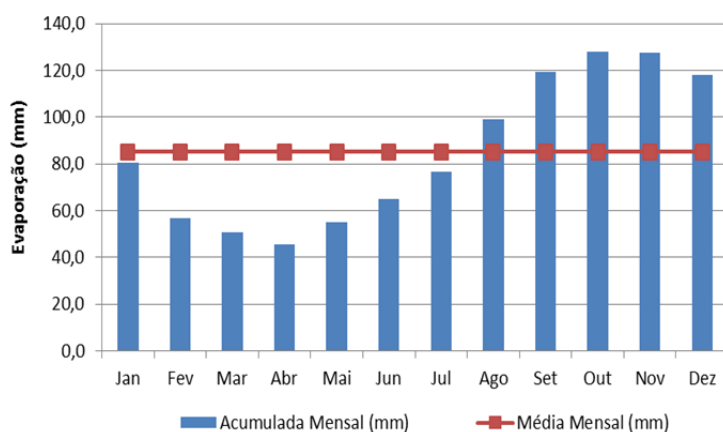


Figura 3.93 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para a bacia do Rio Peria é de 1.827,8 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 139,1 mm, enquanto o mês dezembro apresenta o maior valor de evapotranspiração 174,8 mm, com amplitude de 35,7 mm.

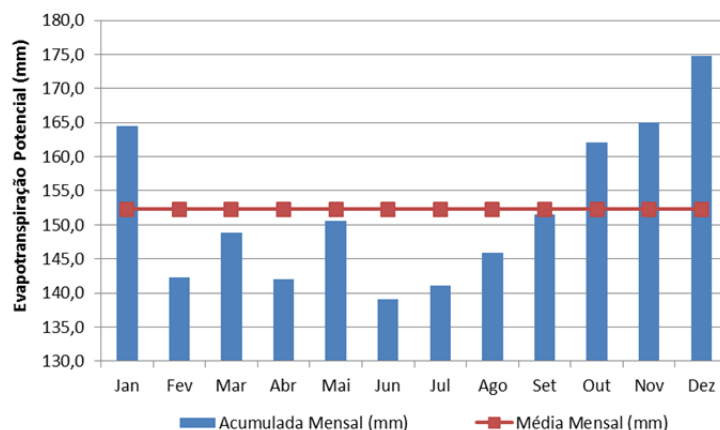
Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 160,6 mm e total acumulado de 963,9 mm equivalente a 52,7% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 144,0 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de novembro a janeiro com valores médios mensais de 168,1 mm e total acumulado de 504,3 mm equivalente a 27,6%. O trimestre de menor evaporação vai de junho a agosto com média mensal 142,0 mm e acumulado de 426,1 mm, o que equivale a 23,3% do total anual.

A **Tabela 3.79** e a **Figura 3.94** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Peria a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.79 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Peria.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	185,4	153,4	156,9	150,3	158,1	146,4	154,9	169,4	177,5	199,3	197,7	209,5
São Luís	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5
Na Bacia	164,4	142,3	148,8	142,0	150,5	139,1	141,1	145,9	151,5	162,1	165,0	174,8

**Figura 3.94 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Peria.**

3.3.3.10. Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Preguiças é de 1.693,2 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em outubro com 5,5 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 371,5 mm, com amplitude de 366,0 mm.

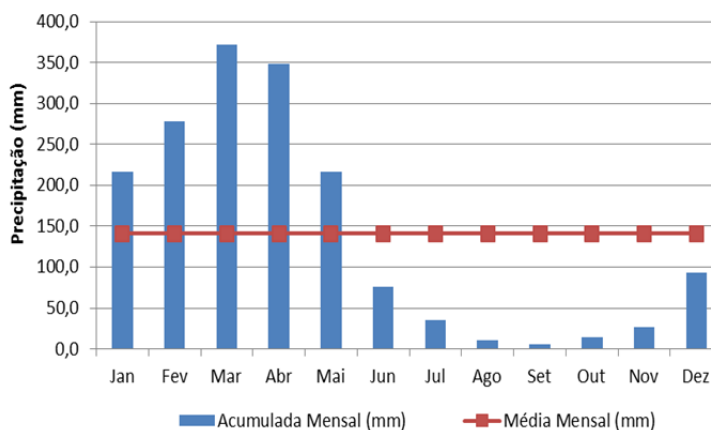
Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de dezembro a maio com média mensal de 253,9 mm e total acumulado de 1.523,5 mm equivalente a 90% do total anual. Os meses entre junho e novembro mostram mensal de 28,3 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de fevereiro a abril com precipitação média mensal de 332,6 mm e total acumulado de 997,7 mm equivalente a 58,9%. O trimestre mais seco vai de agosto a outubro com média mensal de 10,4 mm e acumulado de 31,3 mm, o que equivale a 1,8% do total anual.

A **Tabela 3.80** e a **Figura 3.95** apresentam os valores de precipitação para a Bacia do Rio Preguiças.

Tabela 3.80 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	215,5	276,0	368,2	344,5	213,6	72,2	32,4	10,3	5,5	15,1	27,3	93,9
São Luís	226,4	321,4	462,1	457,6	302,0	183,4	122,9	30,0	6,4	4,7	10,5	72,5
Na Bacia	215,9	277,6	371,5	348,5	216,7	76,1	35,6	11,0	5,5	14,7	26,7	93,1

**Figura 3.95 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.**

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia do Rio Preguiças apresentam amplitude de 2,5°C entre as temperaturas 25,9°C no mês de março e 28,4°C no mês de novembro e média de 26,9°C. A temperatura média das mínimas possui menor valor em julho com 21,9°C e mais alto nos meses de novembro e dezembro com 23,3°C, apresentando assim amplitude de 1,4°C e média de 22,7°C. As temperaturas médias das máximas apresentam seu maior valor no mês de outubro registrando 35,5°C e menor em abril com 31,2°C. A amplitude destas é de 4,3°C, com média igual a 32,9°C.

O trimestre mais frio nesta Bacia é de junho a agosto com média de 22,1°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas da região são observados nos meses de setembro a novembro com média de 35,3°C.

As médias mensais das temperaturas, médias mínimas e médias máximas da Bacia do Rio Preguiças são apresentadas na **Tabela 3.81** e na **Figura 3.96**.

Tabela 3.81 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7
	Mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,5	22,9	23,3	23,3
	Máxima (°C)	32,5	31,7	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,7	35,2	35,6	35,5	34,4
São Luís	Média (°C)	26,7	26,4	26,1	26,2	26,6	26,4	26,2	26,5	26,9	27,2	27,5	27,4
	Mínima (°C)	23,9	23,6	23,4	23,4	23,6	23,2	23,0	23,3	23,9	24,2	24,6	24,5
	Máxima (°C)	30,6	30,2	29,9	30,2	30,9	31,1	31,0	31,4	31,7	31,9	32,1	31,8
Na Bacia	Média (°C)	26,7	26,2	25,9	26,1	26,5	26,3	26,4	26,9	27,8	28,2	28,4	27,7
	Mínima (°C)	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,2	21,9	22,0	22,6	22,9	23,3	23,3
	Máxima (°C)	32,4	31,6	31,3	31,2	31,4	31,3	32,0	33,6	35,1	35,5	35,4	34,3

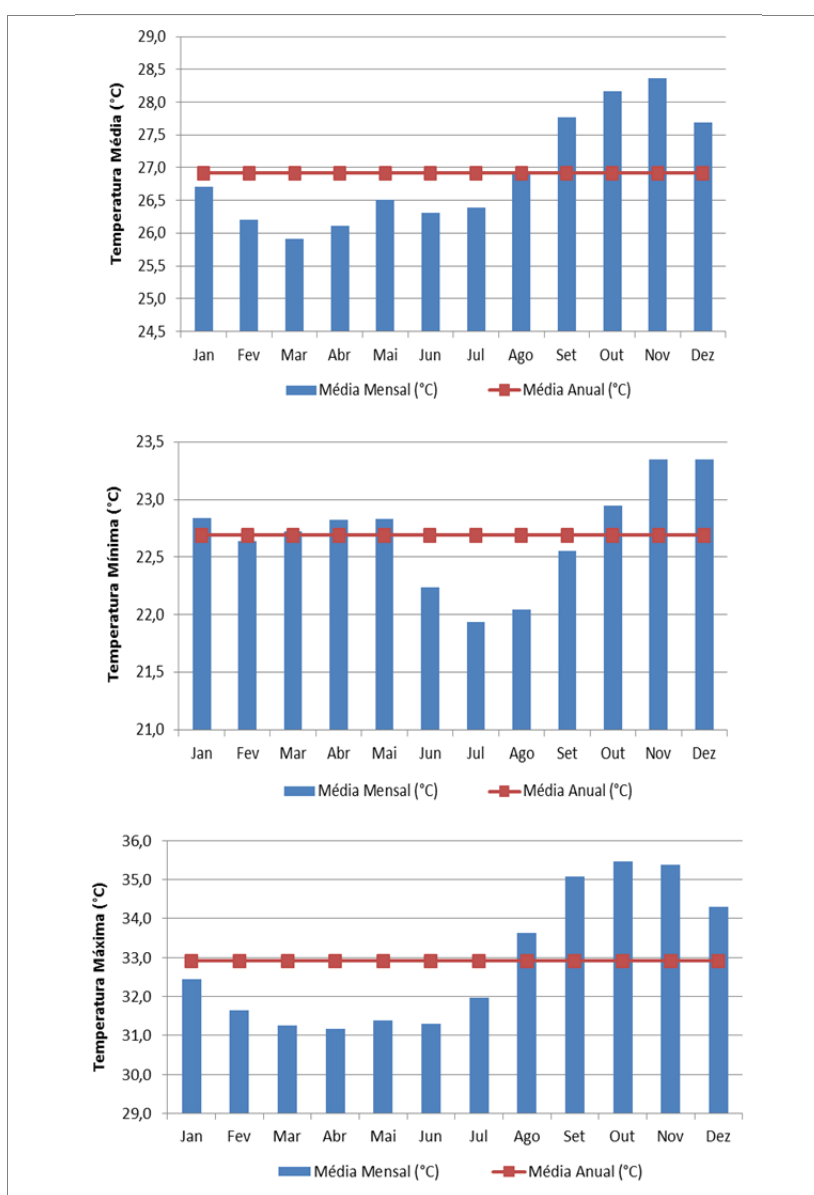


Figura 3.96 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas da Bacia do Rio Preguiças.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais de Umidade Relativa do Ar na Bacia do Rio Preguiças apresentam amplitude de 23,1% entre os valores 63,3%, observado no mês de outubro, e 86,4% no mês de abril, e média de 74,7%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre janeiro e junho com média mensal de 82,4% e menores entre os meses de julho a dezembro equivalente a média 66,9%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de março a maio com média de 85,0%, já o trimestre menos úmido vai de setembro a novembro com média mensal 63,9%.

A **Tabela 3.82** e a **Figura 3.97** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Preguiças obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.82 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Preguiças.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	78,1	82,3	85,6	86,3	82,8	78,2	73,3	67,0	63,8	62,8	63,5	68,5
São Luís	83,4	85,8	87,6	88,6	86,7	84,9	84,5	81,3	78,3	76,8	76,7	78,4
Na Bacia	78,3	82,4	85,7	86,4	82,9	78,4	73,7	67,5	64,3	63,3	64,0	68,9

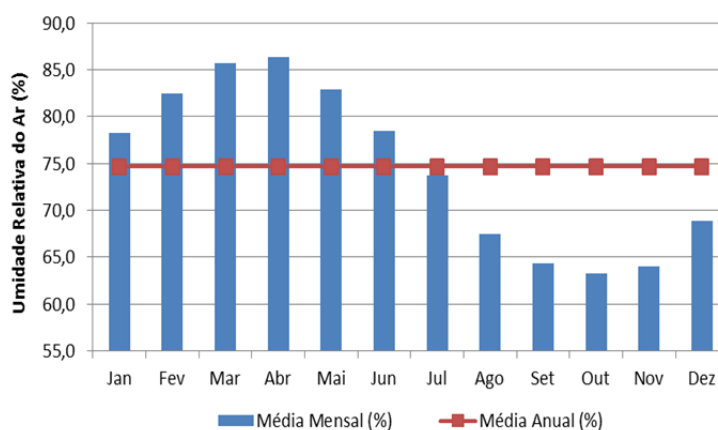


Figura 3.97 – Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Preguiças.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área da bacia, os ventos sopram predominantemente a NE, variando entre 55,8° no mês de janeiro a 112,6° no mês de julho. A direção média anual é de aproximadamente 75,9°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Preguiças é de 2,2 m/s, com maiores valores observados em outubro e novembro de 2,7 m/s e menor em abril com média mensal de 1,7 m/s, e amplitude de 1,0 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de agosto a janeiro com média de 2,5 m/s. Os meses fevereiro a julho constituem o semestre de menores intensidades de ventos com média de 1,9 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados apresenta-se entre setembro e novembro com 2,7 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em março a maio com 1,8 m/s.

A **Tabela 3.83** e a **Figura 3.98** apresentam as intensidades e direção do vento da Bacia do Rio Preguiças.

Tabela 3.83 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Preguiças.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6
	Direção (°)	56,0	60,0	61,0	74,0	99,0	113,0	114,0	96,0	73,0	60,0	57,0	56,0
São Luís	Intensidade (m/s)	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	2,1	2,5	3,0	3,2	3,2	2,9
	Direção (°)	50,0	52,0	35,0	48,0	64,0	82,0	74,0	62,0	57,0	55,0	53,0	52,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	2,2	2,0	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,7	2,6
	Direção (°)	55,8	59,7	60,1	73,1	97,8	111,9	112,6	94,8	72,4	59,8	56,9	55,9

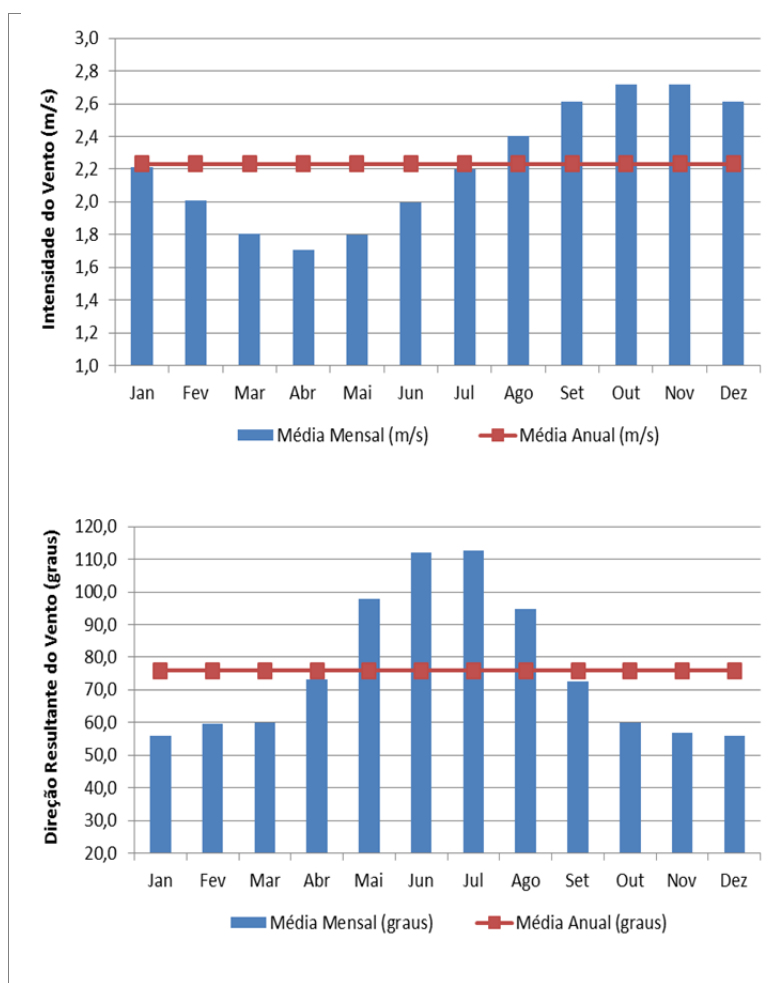


Figura 3.98 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Preguiças.

✓ Radiação Solar

O período de maior insolação da bacia acontece entre os meses de julho e setembro com valores médios de insolação de 286,9 h/mês e valor acumulado de 860,6 horas, representando aproximadamente 31,3% das 2.748,8 horas do ano. O período de menor insolação é observado entre fevereiro a abril com média de 167,7 h/mês e acumulado de 503,0 horas.

A **Tabela 3.84** e a **Figura 3.99** apresentam o número de horas de Radiação Solar registradas nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Preguiças.

Tabela 3.84 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	187,2	170,6	167,2	170,9	220,1	248,7	275,9	299,8	288,6	275,0	238,9	220,9
São Luís	155,1	119,5	111,5	116,5	163,2	204,5	235,9	265,5	257,2	259,2	238,2	212,2
Na Bacia	186,1	168,8	165,2	169,0	218,1	247,1	274,5	298,6	287,5	274,4	238,9	220,6

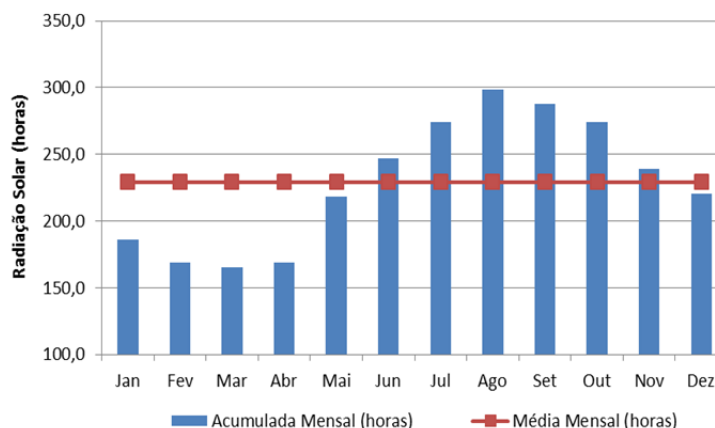


Figura 3.99 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia do Rio Preguiças é de 1.699,5 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em abril com 68,5 mm, enquanto o mês de outubro apresenta o maior valor de evaporação 220,7 mm, com amplitude de 152,1 mm.

Em nível sazonal, o maior valor de evaporação é observado entre os meses de julho a dezembro com média mensal de 191,6 mm e total acumulado de 1.149,8 mm, equivalente a 67,6% do total anual. Os meses entre janeiro e junho apresentam média mensal de 91,6 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de setembro a novembro com valores médios mensais de 212,2 mm e total acumulado de 636,5 mm equivalente a 37,4%. O trimestre de menor evaporação vai de março a maio com média mensal 77,0 mm e acumulado de 231,0 mm, o que equivale a 13,6% do total anual.

A **Tabela 3.85** e a **Figura 3.100** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Preguiças a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.85 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	125,1	88,4	76,8	69,4	87,9	109,7	144,1	186,4	209,3	224,3	213,2	191,4
São Luís	78,6	55,7	49,8	44,5	53,4	62,2	71,2	91,9	112,9	121,3	122,5	114,0
Na Bacia	123,5	87,2	75,8	68,5	86,7	108,0	141,5	183,1	205,9	220,7	210,0	188,7

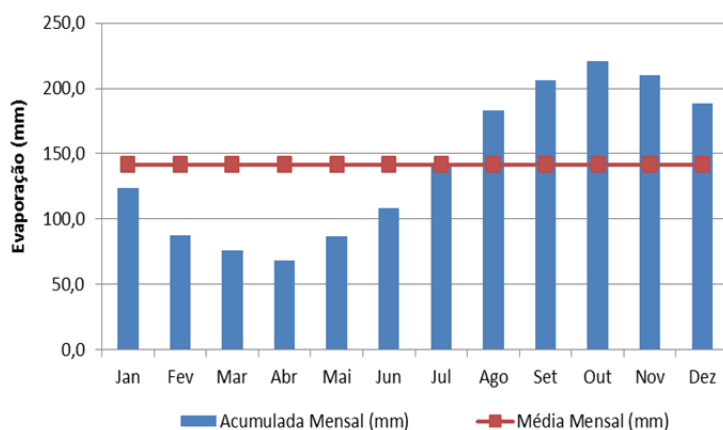


Figura 3.100 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para a Bacia do Rio Preguiças é de 2.053,5 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 146,4 mm, já o mês dezembro apresenta o maior valor de evapotranspiração 208,5 mm, com amplitude de 62,1 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 189,0 mm e total acumulado de 1.133,8 mm equivalente a 55,2% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 153,3 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de outubro a dezembro com valores médios mensais de 201,1 mm e total acumulado de 603,4 mm equivalente a 29,4%. O trimestre de menor evaporação vai de abril a junho com média mensal 151,6 mm e acumulado de 454,8 mm, o que equivale a 22,1% do total anual.

A **Tabela 3.86** e a **Figura 3.101** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Preguiças a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.86 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chapadinha	185,4	153,4	156,9	150,3	158,1	146,4	154,9	169,4	177,5	199,3	197,7	209,5
São Luís	171,6	149,6	157,0	149,7	158,9	146,8	147,9	151,5	157,1	166,6	170,4	180,5
Na Bacia	184,9	153,3	156,9	150,3	158,1	146,4	154,7	168,8	176,8	198,1	196,7	208,5

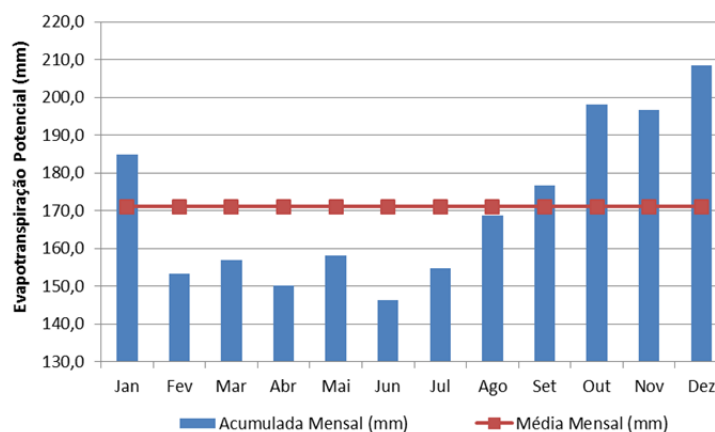


Figura 3.101 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Preguiças.

3.3.3.11. Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins

✓ Precipitação

A precipitação média anual da Bacia do Rio Tocantins é de 1.576,5 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em agosto com 6,2 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 285,5 mm, com amplitude de 279,4 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de novembro a abril com média mensal de 220,5 mm e total acumulado de 1.323,1 mm equivalente a 83,9% do total anual. Os meses entre maio e outubro apresentam média mensal de 42,2 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de janeiro a março com precipitação média mensal de 259,0 mm e total acumulado de 776,9 mm equivalente a 49,3%. O trimestre mais seco vai de junho a agosto com média mensal de 8,6 mm e acumulado de 25,9 mm, o que equivale a 1,6% do total anual.

A **Tabela 3.87** e a **Figura 3.102** apresentam os valores de precipitação para a bacia do Rio Tocantins.

Tabela 3.87 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	235,4	197,6	256,3	144,6	35,6	2,0	1,2	4,8	20,7	89,3	156,4	215,5
Balsas	195,9	178,9	206,0	134,8	46,0	4,0	2,3	4,2	27,6	98,0	133,1	201,7
Carolina	268,0	271,7	296,4	203,5	91,0	10,1	6,9	8,9	41,4	136,4	151,6	241,9
Imperatriz	253,0	220,7	295,8	206,5	91,9	14,7	6,5	9,1	39,0	70,8	117,8	190,5
Na Bacia	253,0	238,4	285,5	196,5	85,8	11,3	6,2	8,4	38,6	103,1	134,9	214,8

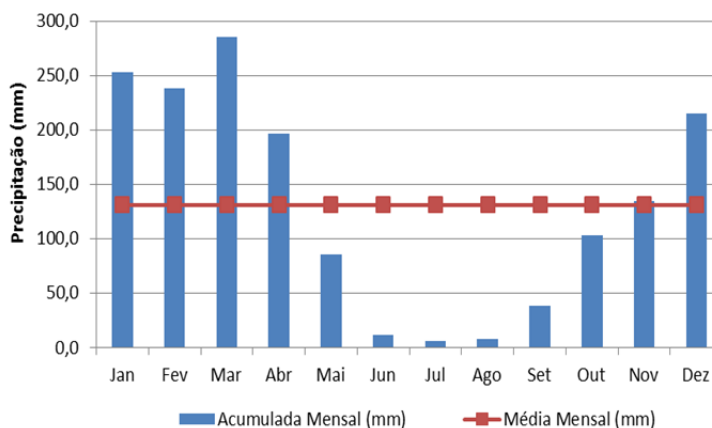


Figura 3.102 - Precipitação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia do Rio Tocantins apresentam amplitude de $2,8^{\circ}\text{C}$ entre as temperaturas $26,1^{\circ}\text{C}$ no mês de março e $28,9^{\circ}\text{C}$ no mês de setembro e média de $27,1^{\circ}\text{C}$. A temperatura média das mínimas apresenta menor valor em julho com $20,2^{\circ}\text{C}$ e mais alto no mês de outubro com $22,9^{\circ}\text{C}$, apresentando, assim, amplitude de $2,8^{\circ}\text{C}$ e média de $22,1^{\circ}\text{C}$. As temperaturas médias das máximas mostram seu maior valor no mês de agosto registrando $35,6^{\circ}\text{C}$ e menor em janeiro com $31,4^{\circ}\text{C}$, e amplitude de $4,1^{\circ}\text{C}$, com média igual a $33,0^{\circ}\text{C}$.

O trimestre mais frio nesta bacia é de junho a agosto com média de $20,7^{\circ}\text{C}$. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas da região são observadas nos meses de julho a setembro com média de $35,1^{\circ}\text{C}$.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia do Rio Tocantins são apresentadas na **Tabela 3.88** e na **Figura 3.103**.

Tabela 3.88 - Temperatura Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	Média (°C)	25,8	25,8	25,9	26,1	25,8	24,8	24,5	25,6	27,6	27,8	26,9	26,1
	Mínima (°C)	21,7	21,7	21,9	21,6	20,4	18,0	16,9	17,5	20,1	22,0	22,1	21,9
	Máxima (°C)	31,8	31,9	31,7	32,2	32,8	32,8	33,3	34,8	36,0	34,9	33,1	31,9
Balsas	Média (°C)	25,8	25,9	25,9	26,4	26,6	26,3	26,2	27,5	28,8	28,1	26,8	26,0
	Mínima (°C)	21,9	22,0	22,2	22,5	21,8	20,4	19,4	20,2	22,2	22,8	22,3	22,0
	Máxima (°C)	31,0	31,2	31,2	31,6	32,4	32,9	33,3	34,8	35,4	33,9	32,2	31,0
Carolina	Média (°C)	26,1	26,0	26,1	26,5	26,9	26,8	27,2	28,5	29,0	27,7	26,8	26,1
	Mínima (°C)	22,5	22,6	22,7	22,8	22,4	20,8	20,2	21,2	22,9	22,8	22,8	22,6
	Máxima (°C)	31,1	31,2	31,1	31,8	32,7	33,7	34,6	35,9	35,6	33,3	32,0	31,0
Imperatriz	Média (°C)	26,6	26,6	26,1	26,6	27,2	27,1	27,2	28,3	28,8	28,4	27,8	27,2
	Mínima (°C)	22,5	22,5	22,6	22,7	22,7	21,4	20,4	21,0	22,5	23,1	22,9	22,6
	Máxima (°C)	31,8	31,9	31,9	32,3	33,0	33,5	34,3	35,4	35,4	34,4	33,3	32,3
Na Bacia	Média (°C)	26,3	26,3	26,1	26,5	27,0	26,9	27,1	28,3	28,9	28,1	27,2	26,6
	Mínima (°C)	22,4	22,5	22,6	22,7	22,4	21,0	20,2	21,0	22,6	22,9	22,8	22,5
	Máxima (°C)	31,4	31,5	31,5	32,0	32,8	33,5	34,3	35,6	35,5	33,9	32,6	31,6

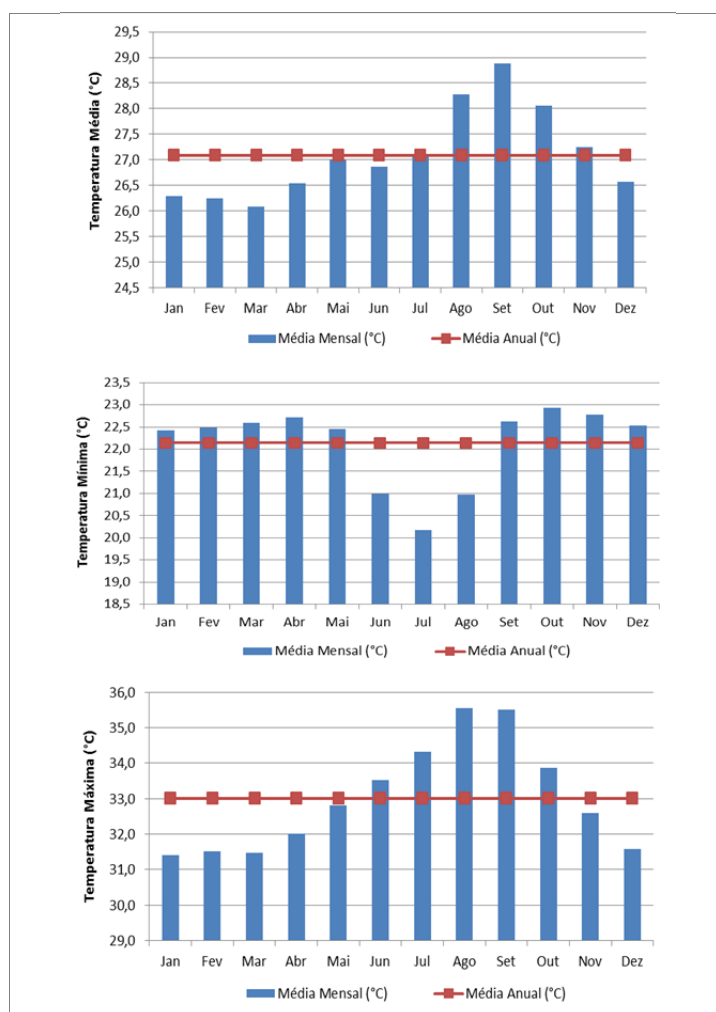


Figura 3.103 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas da Bacia do Rio Tocantins.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar na Bacia do Rio Tocantins apresenta amplitude de 30,8% entre os valores 52%, observado no mês de agosto, e 82,8% no mês de março, e média de 71,5%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre dezembro e maio com média mensal de 80,4% e menores entre os meses de junho a novembro equivalente a média 62,6%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de janeiro a março com média de 82,1%, já o trimestre menos úmido vai de julho a setembro com média mensal 55,5%.

A **Tabela 3.89** e a **Figura 3.104** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia do Rio Tocantins obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.89 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Tocantins.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	81,9	82,8	83,1	80,2	75,9	70,1	66,5	61,6	61,6	68,9	76,3	81,0
Balsas	80,5	80,4	80,9	78,0	71,4	61,4	52,7	47,9	49,5	62,5	73,6	79,1
Carolina	82,9	83,4	84,2	82,1	76,4	64,7	54,6	47,3	54,5	70,3	77,9	82,7
Imperatriz	80,5	80,6	81,8	80,2	76,0	68,8	62,2	57,7	60,7	66,5	73,0	77,4
Na Bacia	81,6	81,8	82,8	80,8	75,7	66,2	57,8	52,0	56,7	67,8	75,3	80,0

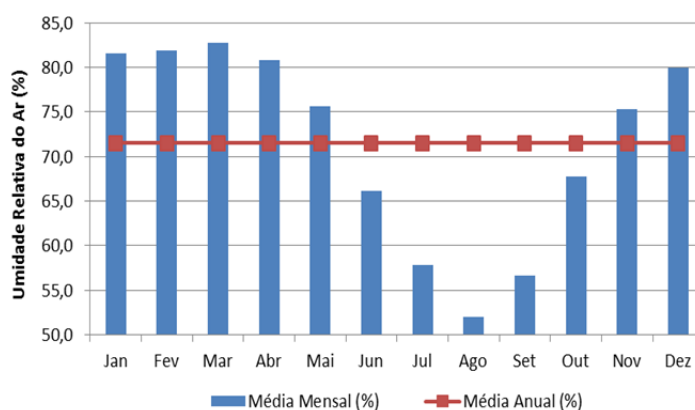


Figura 3.104 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia do Rio Tocantins.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área da bacia os ventos são calmos e sopram predominantemente a NE, variando entre 33,9° no mês de novembro a 105,2° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 66,6°.

A velocidade média obtida para a Bacia do Rio Tocantins é de 1,6 m/s, com maiores valores observados em julho, agosto e setembro de 1,9 m/s e menor em abril com média mensal de 1,4 m/s, logo a amplitude registrada é de 0,5 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de junho a novembro com média de 1,8 m/s. Os meses dezembro a maio é marcado como o semestre de menores intensidades de ventos, com média de 1,5 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados ocorre entre julho e setembro com 1,9 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em março a maio com 1,5 m/s.

A **Tabela 3.90** e a **Figura 3.105** apresentam as intensidades e direção do vento da Bacia do Rio Tocantins.

Tabela 3.90 – Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Tocantins.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	Intensidade (m/s)	1,4	1,4	1,4	1,3	1,6	1,9	2,0	2,0	2,0	1,7	1,5	1,5
	Direção (°)	89,0	89,0	94,0	124,0	132,0	144,0	136,0	127,0	109,0	74,0	84,0	68,0
Balsas	Intensidade (m/s)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,9	1,8	1,7	1,4	1,2	1,2
	Direção (°)	57,0	57,0	62,0	88,0	110,0	120,0	122,0	113,0	98,0	58,0	57,0	56,0
Carolina	Intensidade (m/s)	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,8	2,0	2,1	2,0	1,6	1,5	1,4
	Direção (°)	29,0	29,0	32,0	80,0	101,0	97,0	93,0	79,0	54,0	8,0	22,0	24,0
Imperatriz	Intensidade (m/s)	1,6	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
	Direção (°)	58,0	62,0	56,0	96,0	102,0	109,0	101,0	88,0	65,0	55,0	39,0	62,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	1,5	1,6	1,5	1,4	1,5	1,7	1,9	1,9	1,9	1,6	1,5	1,5
	Direção (°)	45,3	47,0	46,4	88,2	102,7	105,2	100,2	87,2	64,3	34,7	33,9	44,5

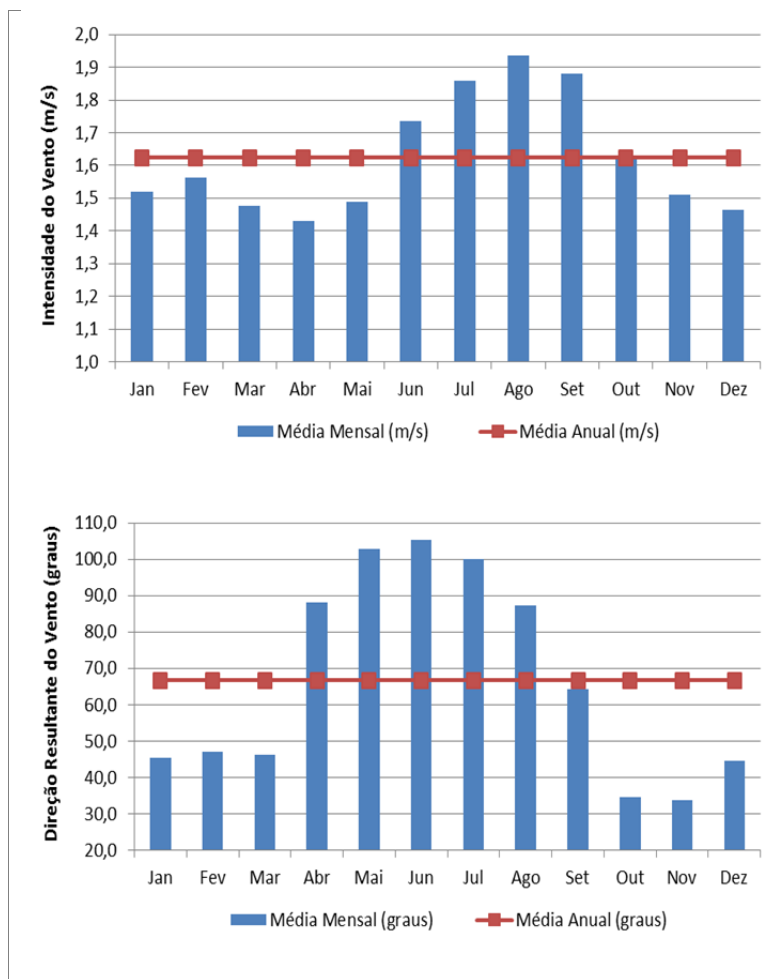


Figura 3.105 - Vento - Médias Mensais da Bacia do Rio Tocantins.

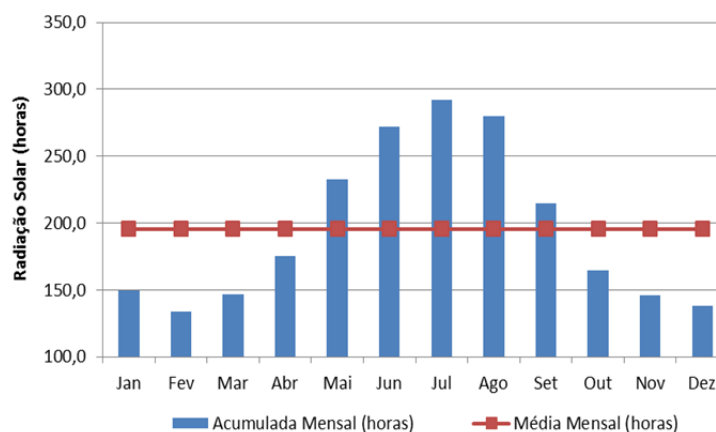
✓ Radiação Solar

O período de maior insolação da área da bacia acontece entre os meses de junho e agosto com valores médios de insolação de 281,2 h/mês e valor acumulado de 843,7 horas, representando aproximadamente 36% das 2.345,0 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre dezembro a fevereiro com média de 140,6 h/mês e acumulado de 421,7 horas.

A **Tabela 3.91** e a **Figura 3.106** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia do Rio Tocantins.

Tabela 3.91 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	166,9	146,6	159,1	188,9	247,1	273,5	295,6	288,2	249,6	206,5	174,8	153,8
Balsas	148,9	137,4	154,9	184,9	238,8	268,5	289,1	294,4	254,0	191,5	149,6	132,0
Carolina	149,9	134,8	145,1	175,9	240,4	282,1	303,4	290,6	218,9	162,0	147,8	133,9
Imperatriz	148,9	132,2	145,7	171,5	222,2	262,0	281,3	264,6	198,7	159,7	143,3	143,6
Na Bacia	149,5	134,1	146,6	175,2	232,4	271,8	292,1	279,8	214,4	164,8	146,3	138,1

**Figura 3.106 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.**

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia do Rio Tocantins é de 1.533,5 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em fevereiro com 70,5 mm, enquanto o mês de agosto apresenta o maior valor de evaporação 233,4 mm, com amplitude de 162,9 mm.

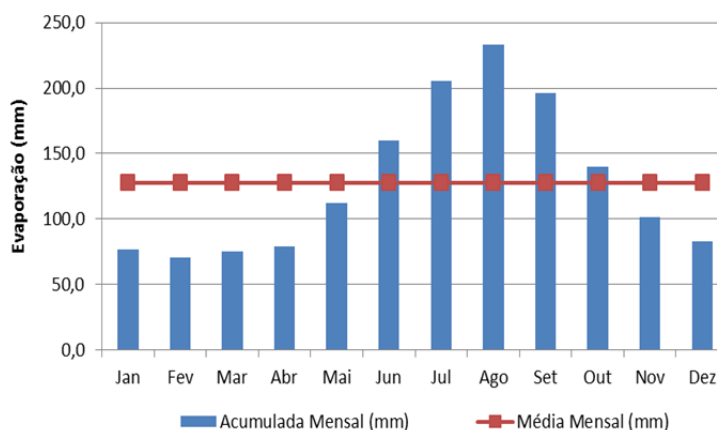
Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de maio a outubro com média mensal de 174,5 mm e total acumulado de 1.047,3 mm, equivalente a 68,3% do total anual. Os meses entre novembro e abril apresentam média mensal de 81,0 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de julho a setembro com valores médios mensais de 211,7 mm e total acumulado de 635,2 mm equivalente a 41,4%. O trimestre de menor evaporação vai de janeiro a março com média mensal 74,2 mm e acumulado de 222,5 mm, o que equivale a 14,5% do total anual.

A **Tabela 3.92** e a **Figura 3.107** apresentam os valores de evaporação para a Bacia do Rio Tocantins a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.92 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	86,9	76,9	81,7	95,5	136,3	170,5	212,2	251,0	243,5	186,8	126,6	93,5
Balsas	75,1	69,3	71,4	83,1	116,2	163,3	207,1	242,6	229,4	160,1	101,0	71,3
Carolina	67,3	60,6	69,1	72,3	109,8	169,0	228,3	267,6	211,9	125,7	84,4	67,9
Imperatriz	87,4	80,8	81,6	84,8	113,2	150,2	181,9	195,8	170,4	147,5	118,7	101,0
Na Bacia	77,1	70,5	74,9	79,2	112,2	160,2	205,6	233,4	196,2	139,6	101,6	82,9

**Figura 3.107 – Evaporação Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.**

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para a Bacia do Rio Tocantins é de 2.306,1 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 163,1 mm, já o mês outubro apresenta o maior valor de evapotranspiração 239,2 mm, com amplitude de 76,1 mm.

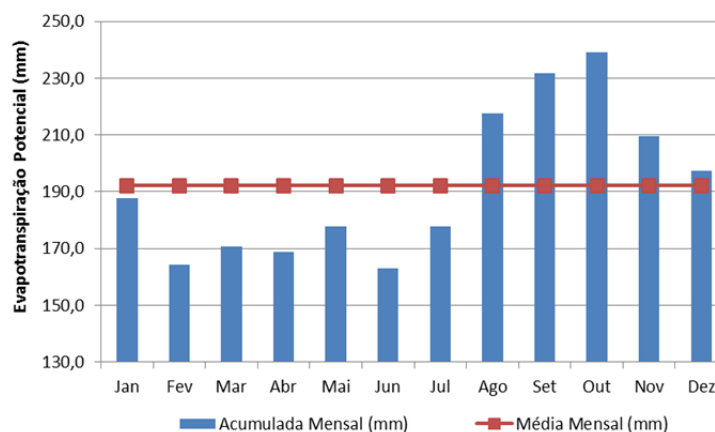
Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 213,9 mm e total acumulado de 1.283,4 mm equivalente a 55,6% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 170,4 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de agosto a outubro com valores médios mensais de 229,5 mm e total acumulado de 688,5 mm equivalente a 29,8%. O trimestre de menor evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal 168,0 mm e acumulado de 504,1 mm, o que equivale a 21,8% do total anual.

A **Tabela 3.93** e a **Figura 3.108** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia do Rio Tocantins a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.93 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Alto Parnaíba	176,4	156,8	159,8	151,1	150,6	129,7	132,2	162,8	204,2	228,6	201,9	185,7
Balsas	180,7	158,0	166,2	165,5	166,0	151,1	158,9	201,0	225,7	239,7	208,7	186,0
Carolina	183,5	161,5	169,6	166,0	172,8	160,4	180,8	225,7	242,3	237,7	201,9	186,6
Imperatriz	194,2	169,1	173,5	173,0	186,5	169,5	180,1	214,6	223,1	240,7	217,9	211,5
Na Bacia	187,8	164,4	170,9	168,9	177,8	163,1	177,6	217,6	231,8	239,2	209,7	197,4

**Figura 3.108 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia do Rio Tocantins.**

3.3.3.12. Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu

✓ Precipitação

A precipitação média anual na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu é de 1.347,1 mm/ano. A menor precipitação mensal pode ser observada em agosto com 6,3 mm, já o mês de março apresenta o maior valor de precipitação 261,3 mm, com amplitude de 255,0 mm.

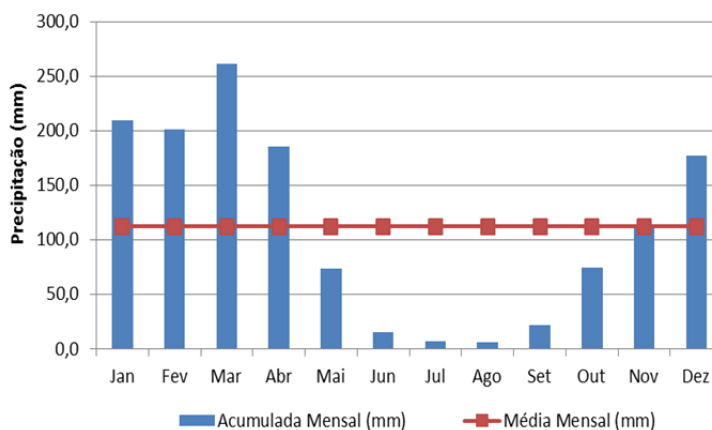
Em nível sazonal, o maior volume de precipitação é observado entre os meses de novembro a abril com média mensal de 191,3 mm e total acumulado de 1.147,8 mm equivalente a 85,2% do total anual. Os meses entre maio e outubro apresentam média mensal de 33,2 mm.

O trimestre mais chuvoso vai de janeiro a março com precipitação média mensal de 224,0 mm e total acumulado de 671,9 mm equivalente a 49,9%. O trimestre mais seco vai de junho a agosto com média mensal de 9,7 mm e acumulado de 29,2 mm, o que equivale a 2,2% do total anual.

A **Tabela 3.94** e a **Figura 3.109** apresentam os valores de precipitação média mensal para a Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Tabela 3.94 - Precipitação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	208,5	307,3	458,0	418,2	301,0	215,4	155,7	49,0	15,4	8,9	7,1	53,0
Zé Doca	254,7	296,1	359,0	346,2	218,2	91,6	47,1	22,5	20,9	31,9	47,9	118,0
Na Bacia	209,6	201,1	261,3	185,3	73,9	15,5	7,3	6,3	21,5	74,7	113,9	176,8

**Figura 3.109 - Precipitação Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.**

✓ Temperatura

Verifica-se que as temperaturas mensais médias registradas na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu apresentam amplitude de 2,5°C entre as temperaturas 25,4°C no mês de julho e 28,0°C no mês de setembro e média de 26,3°C. A temperatura média das mínimas mostra menor valor em julho com 18,8°C e mais alto valor nos meses de outubro e novembro com 22,4°C apresentando assim amplitude de 3,6°C e média de 21,3°C. As temperaturas médias das máximas apresentam seu maior valor no mês de setembro registrando 35,4°C e menores em março com 31,1°C, e amplitude de 4,2°C, com média igual a 32,6°C.

O trimestre mais frio nesta bacia é junho a agosto com média de 19,3°C. Já o trimestre com temperaturas mais elevadas da região são observados nos meses de agosto a outubro com média de 34,8°C.

As médias mensais das temperaturas mínimas, máximas e médias da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu são apresentadas na **Tabela 3.95** e na **Figura 3.110**.

Tabela 3.95 - Temperatura Média Mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Estação	Temperatura	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	Média (°C)	26,9	26,5	26,2	26,2	26,6	26,5	26,5	26,9	27,1	27,5	27,8	27,7
	Mínima (°C)	23,6	23,2	23,1	23,0	23,2	23,0	22,9	23,5	23,9	24,1	24,3	24,1
	Máxima (°C)	31,1	30,5	30,1	30,3	30,8	31,0	30,9	31,4	31,9	32,3	32,5	32,2
Zé Doca	Média (°C)	26,7	26,3	26,3	26,4	26,9	26,7	26,6	27,2	27,7	28	28,2	27,7
	Mínima (°C)	23,1	22,9	23,1	23,2	23,2	22,5	21,9	22,1	22,4	22,8	23,3	23,4
	Máxima (°C)	32,3	31,6	31,5	31,6	32,0	31,9	32,2	33,4	34,3	34,6	34,4	33,7
Na Bacia	Média (°C)	25,8	25,7	25,7	26,0	26,1	25,5	25,4	26,5	28,0	27,9	27,1	26,3
	Mínima (°C)	21,9	21,9	22,0	22,1	21,3	19,7	18,8	19,4	21,3	22,4	22,4	22,1
	Máxima (°C)	31,4	31,3	31,1	31,5	32,0	32,3	32,8	34,4	35,4	34,5	33,1	31,9

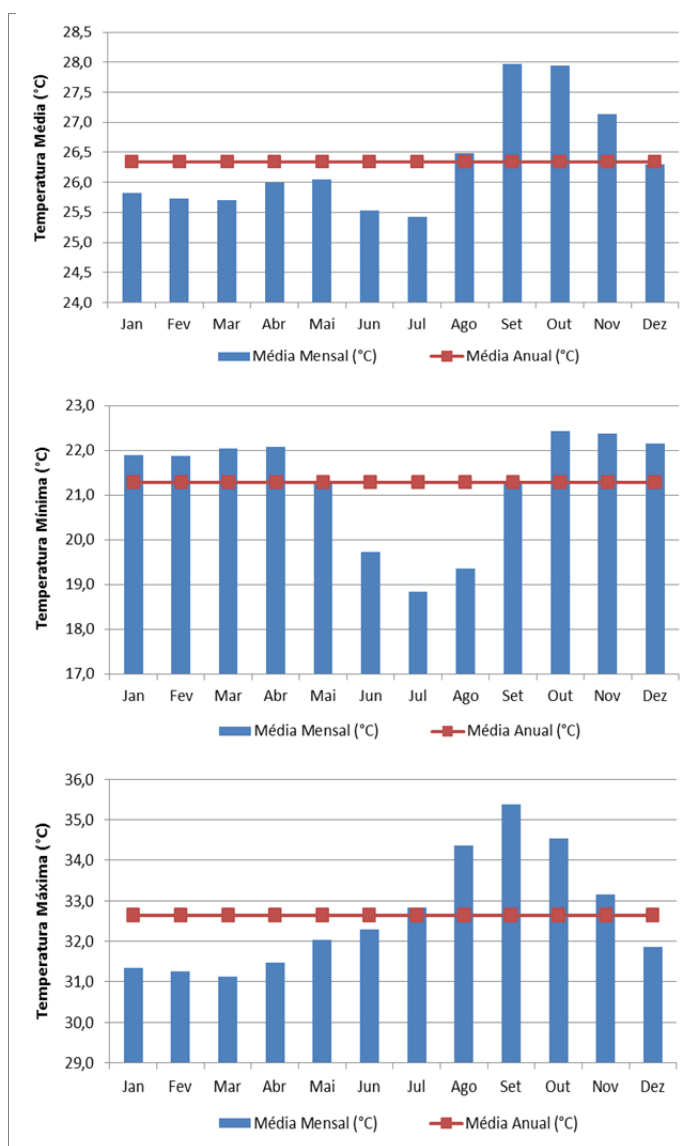


Figura 3.110 - Temperaturas médias mensais, médias máximas e médias mínimas na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

✓ Umidade Relativa do Ar

Os valores médios mensais registrados de Umidade Relativa do Ar na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu apresenta amplitude de 26,5% entre os valores 55,7%, observado no mês de setembro, e 82,2% no mês de março, e média de 80,3%.

Em nível sazonal, a maior Umidade Relativa do Ar é verificada entre dezembro e maio com média mensal de 79,1% e menores entre os meses de junho a dezembro equivalente a média 62,4%.

O trimestre com maiores valores de umidade vai de fevereiro a abril com média de 81,1%, já o trimestre menos úmido vai de julho a setembro com média mensal 57,6%.

A **Tabela 3.96** e a **Figura 3.111** apresentam os valores de Umidade Relativa do Ar para a Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu obtidos a partir do método de Thiessen.

Tabela 3.96 – Média Mensal da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	84,6	87,3	89,6	90,2	88,4	87,1	85,9	82,6	79,3	78,1	78,2	79,4
Zé Doca	80,6	84,1	85,4	85,2	82	78,9	76,3	71,8	68,3	67,1	67,7	72,4
Na Bacia	79,7	80,9	82,2	80,3	75,1	67,7	61,4	55,8	55,7	63,1	70,6	76,4

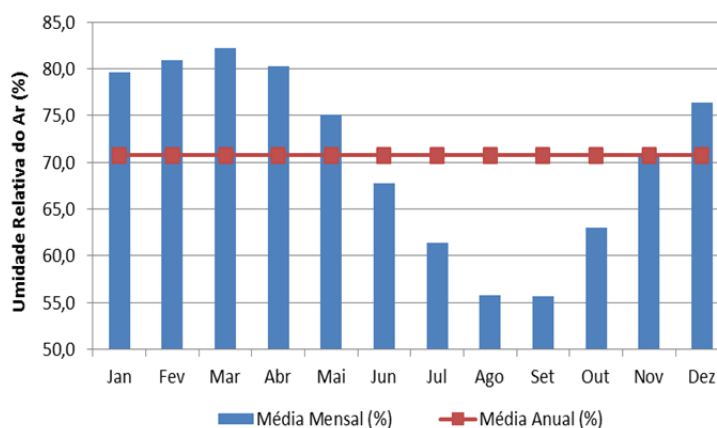


Figura 3.111 – Média Mensais da Umidade Relativa do Ar da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

✓ Direção e Intensidade do Vento

Na área dessa bacia, os ventos sopram predominantemente a NE, variando entre 59,2° no mês de dezembro a 127,7° no mês de junho. A direção média anual é de aproximadamente 89,6°.

A velocidade média obtida para a Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu é de 1,7 m/s, com maior valor observado em julho de 2,1 m/s e menor em março e abril com média mensal de 1,4 m/s, e amplitude de 0,7 m/s.

Em nível sazonal, as maiores velocidades de vento são registradas entre os meses de junho a novembro com média de 1,9 m/s. Os meses dezembro a maio são marcados como o semestre de menores intensidades de ventos com média de 1,5 m/s.

O trimestre com maior intensidade média de ventos registrados ocorre entre julho e setembro com 2,0 m/s. Já o trimestre com menores velocidades de ventos é observado em fevereiro a abril com 1,4 m/s.

A **Tabela 3.97** e a **Figura 3.112** apresentam as intensidades e direção dos ventos na Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Tabela 3.97 – Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Estação	Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	Intensidade (m/s)	3,5	3,1	2,8	2,5	2,6	2,8	3,2	3,8	4,3	4,4	4,4	4,1
	Direção (°)	51,0	48,0	47,0	54,0	66,0	73,0	69,0	65,0	64,0	60,0	57,0	55,0
Zé Doca	Intensidade (m/s)	2,1	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1	2,2	2,5	2,9	3,1	3,1	2,7
	Direção (°)	52,0	52,0	51,0	59,0	80,0	100,0	97,0	81,0	66,0	54,0	51,0	51,0
Na Bacia	Intensidade (m/s)	1,5	1,5	1,4	1,4	1,6	1,9	2,1	2,0	2,0	1,7	1,6	1,5
	Direção (°)	65,4	67,2	67,6	100,2	118,0	127,7	126,6	117,6	97,9	64,1	63,5	59,2

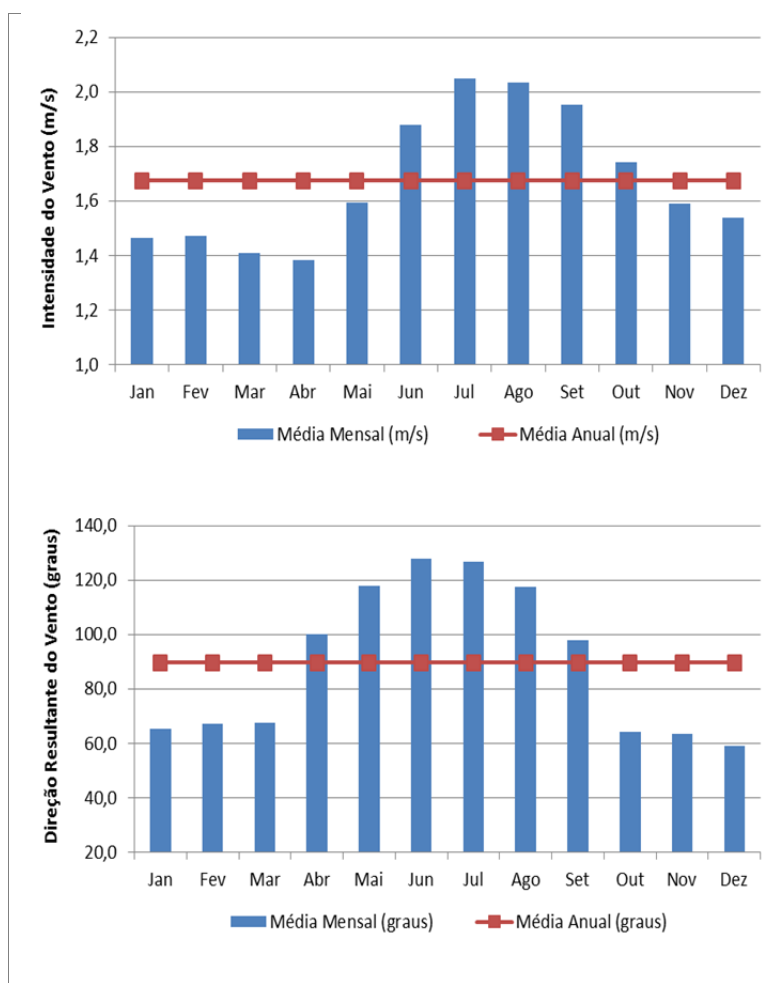


Figura 3.112 - Vento - Médias Mensais da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

✓ Radiação Solar

O período de maior insolação na área da bacia acontece entre os meses de junho e agosto com valores médios de insolação de 280,1 h/mês e valor acumulado de 840,3 horas, representando aproximadamente 33,5% das 2.508,9 horas por ano. O período de menor insolação é observado entre janeiro a março com média de 152,4 h/mês e acumulado de 457,2 horas.

A **Tabela 3.98** e a **Figura 3.113** apresentam o número de horas de Radiação Solar registrada nos diferentes meses do ano para a Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Tabela 3.98 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	160,6	122,7	114,9	111,4	153,2	192,1	219,4	254,7	254,5	254,7	242,2	214,8
Zé Doca	163,7	141,8	145,9	154,7	201,1	236,5	250,9	262,1	249,4	224,6	192,2	190,7
Na Bacia	158,8	142,9	155,6	179,6	232,8	263,7	286,6	290,1	254,7	212,1	176,4	155,9

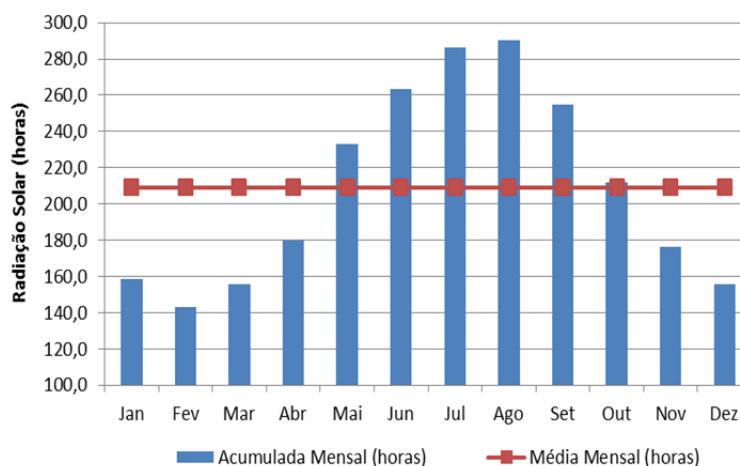


Figura 3.113 - Radiação Solar Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

✓ Evaporação

A evaporação média anual da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu é de 1.600,3 mm/ano. A menor evaporação mensal pode ser observada em fevereiro com 71,5 mm, já o mês de agosto apresenta o maior valor de evaporação 223,6 mm, com amplitude de 152,0 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evaporação é observado entre os meses de junho a novembro com média mensal de 180,9 mm e total acumulado de 1.085,2 mm, equivalente a 67,8% do total anual. Os meses entre dezembro e maio apresentam média mensal de 85,8 mm.

O trimestre de maior evaporação vai de julho a setembro com valores médios mensais de 211,0 mm e total acumulado de 632,9 mm equivalente a 39,5%. O trimestre de menor evaporação vai de fevereiro a abril com média mensal 74,0 mm e acumulado de 222,0 mm, o que equivale a 13,9% do total anual.

A **Tabela 3.99** e a **Figura 3.114** apresentam os valores de evaporação para a Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.99 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	84,0	60,8	53,3	46,3	54,4	62,5	72,1	93,6	115,2	132,1	131,1	121,0
Zé Doca	92,3	66,9	64,3	61,3	78,9	97,5	121,1	148,4	167,6	184,7	170,9	149,7
Na Bacia	83,8	71,5	71,6	78,8	109,8	145,8	187,4	223,6	222,0	177,4	129,1	99,5

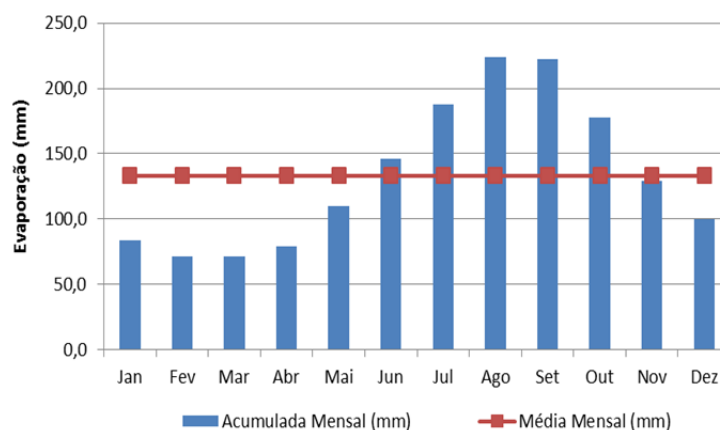


Figura 3.114 – Evaporação Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

✓ Evapotranspiração

O total anual da evapotranspiração para a Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu é de 2.112,8 mm/ano. A menor evapotranspiração mensal pode ser observada em junho com 140,6 mm, já o mês outubro apresenta o maior valor de evapotranspiração 228,3 mm, com amplitude de 87,8 mm.

Em nível sazonal, o maior volume de evapotranspiração é observado entre os meses de agosto a janeiro com média mensal de 199,7 mm e total acumulado de 1.197,9 mm equivalente a 56,7% do total anual. Os meses entre fevereiro e julho apresentam média mensal de 152,5 mm.

O trimestre de maior evapotranspiração vai de setembro a novembro com valores médios mensais de 214,8 mm e total acumulado de 644,5 mm equivalente a 30,5%. O trimestre de menor evaporação vai de maio a julho com média mensal 214,8 mm e acumulado de 445,2 mm, o que equivale a 21,1% do total anual.

A **Tabela 3.100** e a **Figura 3.115** apresentam os valores de evapotranspiração para a Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu a partir da aplicação do método de Thiessen.

Tabela 3.100 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Turiaçu	177,6	154,0	164,5	153,7	164,9	154,0	153,1	157,1	160,2	172,8	177,3	184,4
Zé Doca	186,2	154,8	161,2	154,9	168,1	157,2	158,0	171,5	178,2	192,4	197,0	203,6
Na Bacia	180,1	154,5	160,4	154,8	156,5	140,6	148,2	179,7	208,8	228,3	207,4	193,6

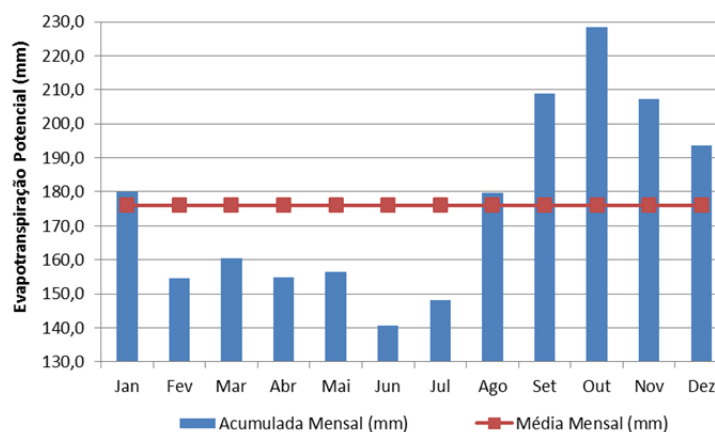


Figura 3.115 - Evapotranspiração Média Mensal da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu.

3.3.4. Climogramas

Os Climogramas são ideais para obter uma definição mais clara do clima característico de determinada região, identificando seus meses secos e úmidos e a ocorrência de estações bem definidas ou não.

As bacias hidrográficas do Estado do Maranhão apresentam uma variação pequena da temperatura durante o ano, permanecendo sempre elevada com médias superiores a 25°C, características da zona Tropical.

O Estado no Maranhão se encontra em uma região de transição entre as áreas mais secas que caracterizam o semiárido do Nordeste para as condições úmidas do norte do Estado e da Amazônia. Dessa forma, o clima é dividido em duas estações bem definidas com as chuvas localizadas no verão, com período de estiagem no inverno, característico de clima Tropical Atlântico, também chamado Tropical Úmido.

A respeito da análise da precipitação mensal, considera-se o postulado de Gaussen, que afirma que um mês pode ser considerado seco quando a precipitação (mm) é menor ou igual ao dobro da temperatura (°C). A partir da quantidade de meses secos é possível classificar a região de interesse em úmida, semiúmida, e semiárida. Logo, a partir dos Climogramas, para as bacias hidrográficas do Estado do Maranhão, pode-se inferir que esta região se localiza em sua totalidade em uma área semiúmida, visto que suas bacias hidrográficas variam entre 4 a 5 meses secos.

Já de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, as bacias hidrográficas do Estado do Maranhão podem ser classificadas como pertencentes ao clima tropical, variando entre Aw (Savana, chuva de verão) e Am (Monções).

A **Figura 3.116** apresenta os Climogramas das bacias e sistemas hidrográficos do Estado do Maranhão.

3.3.5. Balanço Hidroclimatológico

No cálculo do Balanço Hídrico das estações meteorológicas foi utilizado o método de Thornthwaite e Mather (1955). Para realização do balanço hídrico do solo faz-se necessária a determinação da evapotranspiração real. A evapotranspiração real representa o total de perda de água observada por efeito da evaporação e/ou transpiração de uma superfície vegetada, nas condições reinantes (atmosféricas e de umidade do solo). Foi considerada nesse estudo uma capacidade de armazenamento de água pelo solo de 100 mm.

Torna-se óbvio que este índice não reflete as especificidades locais, que são fortemente influenciadas por aspectos tais como: as características físicas dos solos (textura, estrutura etc.) que afetam a capacidade de armazenamento, o grau de umidade relativa do ar atmosférico, que é a relação entre a quantidade de vapor de água aí presente, e a quantidade de vapor de água no mesmo volume de ar se estivesse saturado de umidade.

Assim, quanto maior a quantidade de vapor de água no ar atmosférico, tanto maior o grau de umidade e menor a intensidade de evaporação; a elevação da temperatura que tem influência direta na evaporação porque eleva o valor da pressão de saturação do vapor de água, permitindo que maiores quantidades de vapor de água possam estar presentes no mesmo volume de ar para o estado de saturação; os ventos que atuam no fenômeno da evaporação renovando o ar em contato com as massas de água ou com a vegetação, afastando do local as massas de ar que já tenham grau de umidade elevado; a radiação solar, já que o calor radiante fornecido pelo sol constitui a energia motora para o próprio ciclo hidrológico; a pressão barométrica cuja influência é pequena, só sendo apreciada para grandes variações de altitude (quanto maior a altitude, menor a pressão barométrica e maior a intensidade de evaporação).

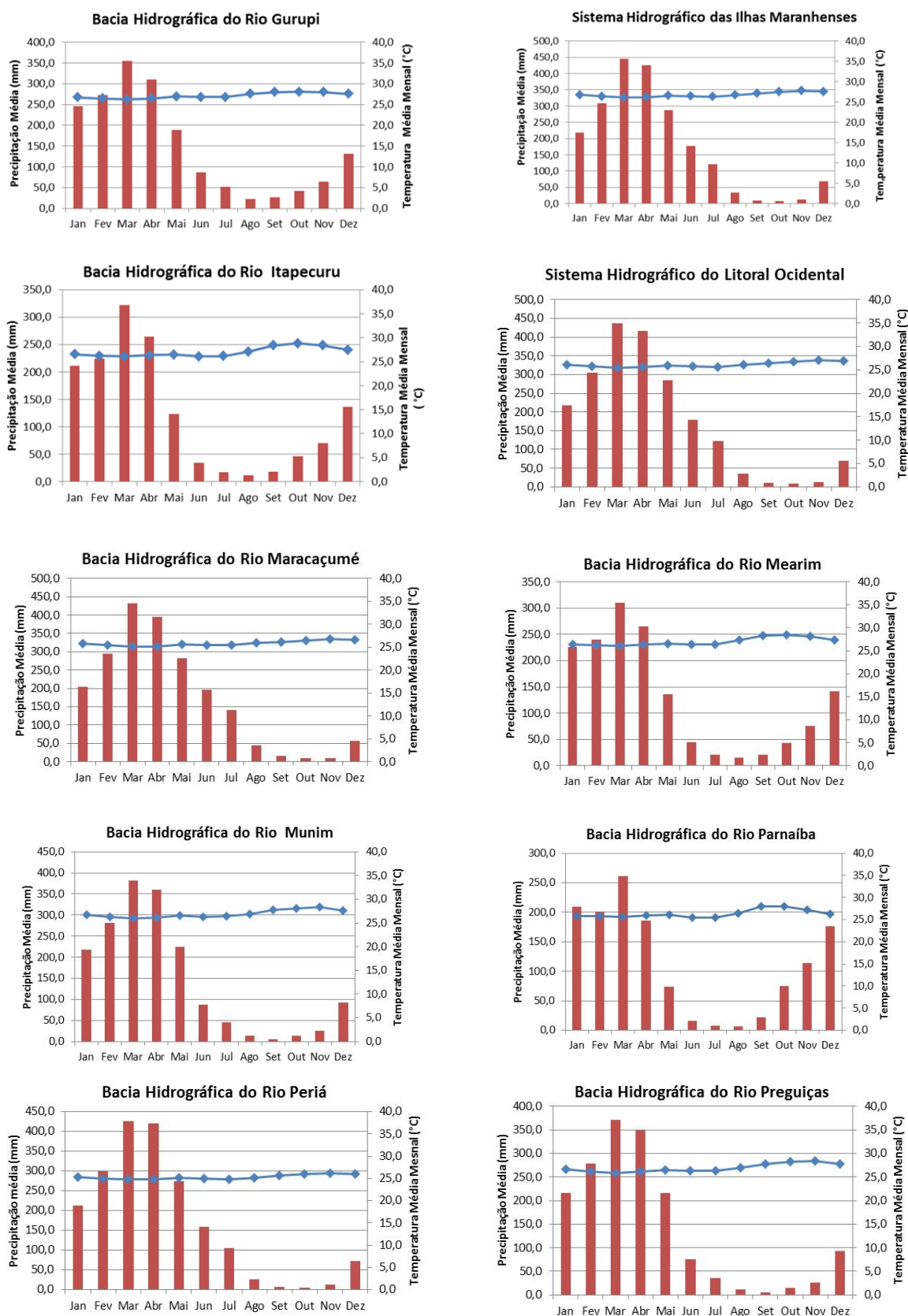


Figura 3.116 – Climogramas do Estado do Maranhão.

Ainda, além desses fatores, podem-se citar as influências inerentes à superfície evaporante, a saber: tamanho da superfície evaporante, estado da área vizinha, salinidade da água, umidade atual do solo, composição e textura do solo, entre outros aspectos, que determinam as condições específicas de armazenamento da água no solo.

Deste modo, a evapotranspiração real foi calculada a partir das seguintes considerações:

- Se os níveis de precipitação (PRECIP) forem maior que aqueles atingidos pela evapotranspiração potencial (ETP), assume-se que a evapotranspiração real (ETR) seja igual ao potencial, caso contrário, ela será igual a diferença entre os níveis de precipitação e a variação na capacidade de armazenamento do solo (VAR ARM).
- A capacidade de armazenamento de água do solo (ARM) é estimada a partir da sua capacidade de armazenamento máximo (ARMZ MÁX), da precipitação e da evapotranspiração potencial mensal, segundo a seguinte relação: Se $PRECIP - ETP \leq 0$, então $ARM = ARMZ.MÁX \times e^{(NEG.ACUM/ARMZ.MÁX)}$, caso contrário, se ARM (para o mês anterior) + $(PRECIP - ETP) \leq ARMZ.MÁX$, então $ARM = ARM$ (para o mês anterior) + $(PRECIP - ETP)$, senão, $ARM = ARMZ.MÁX$.
- O fator negativo acumulado (NEG.ACUM) é estimado, da seguinte forma: Se $PRECIP - ETP \leq 0$, então $NEG.ACUM = NEG.ACUM$ (para o mês anterior) + $(PRECIP - ETP)$, caso contrário, $NEG.ACUM = ARMZ.MÁX \times \ln(ARM \text{ (para o mês anterior)} / ARMZ.MÁX)$. O excedente hídrico é estimado a partir da seguinte relação: Se o Déficit Hídrico for igual a zero, o excedente hídrico é igual a $(PRECIP - ETP) - VAR ARM$.

3.3.5.1. Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi

A **Tabela 3.101** e **Figura 3.117** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações de Imperatriz, Turiaçu e Zé Doca.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, a maior parte do ano apresenta valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. Em alguns meses do ano, entre janeiro e abril, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico é apresentado nos meses de maio a dezembro com um total acumulado de 617,9 mm, o que representa um déficit médio mensal de 51,5 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 652,8 mm entre os meses de janeiro a julho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 182,4 mm e um total acumulado de 547,3 mm que representa aproximadamente 83,8% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá no trimestre de dezembro a fevereiro com valor total de 99,9 mm.

Tabela 3.101 – Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	142,3	103,9	0,0	93,6	81,0	142,3	0,0	22,9	1,0
FEV	122,9	149,1	0,0	100,0	6,4	122,9	0,0	142,7	1,0
MAR	130,5	223,7	0,0	100,0	0,0	130,5	0,0	223,7	1,0
ABR	129,5	180,9	0,0	100,0	0,0	129,5	0,0	180,9	1,0
MAI	143,4	45,5	0,0	85,4	-14,7	138,9	4,4	64,6	1,0
JUN	135,2	-48,9	-48,9	54,6	-30,7	102,6	32,7	14,5	0,8
JUL	139,7	-87,9	-136,8	31,7	-22,9	71,3	68,4	3,5	0,5
AGO	156,9	-134,4	-271,2	10,6	-21,1	43,5	113,4	0,0	0,3
SET	163,4	-137,1	-408,4	2,9	-7,7	33,9	129,4	0,0	0,2
OUT	171,6	-130,3	-538,6	0,7	-2,2	43,6	128,1	0,0	0,3
NOV	165,7	-100,6	-639,3	0,1	-0,6	65,6	100,1	0,0	0,4
DEZ	160,8	-28,9	-668,1	12,6	12,5	119,4	41,4	0,0	0,7
Média	146,8	2,9	-	-	-	95,3	51,5	54,4	-
Total/Ano	1761,9	34,9	-2711,2	-	-	1144,1	617,9	652,8	-

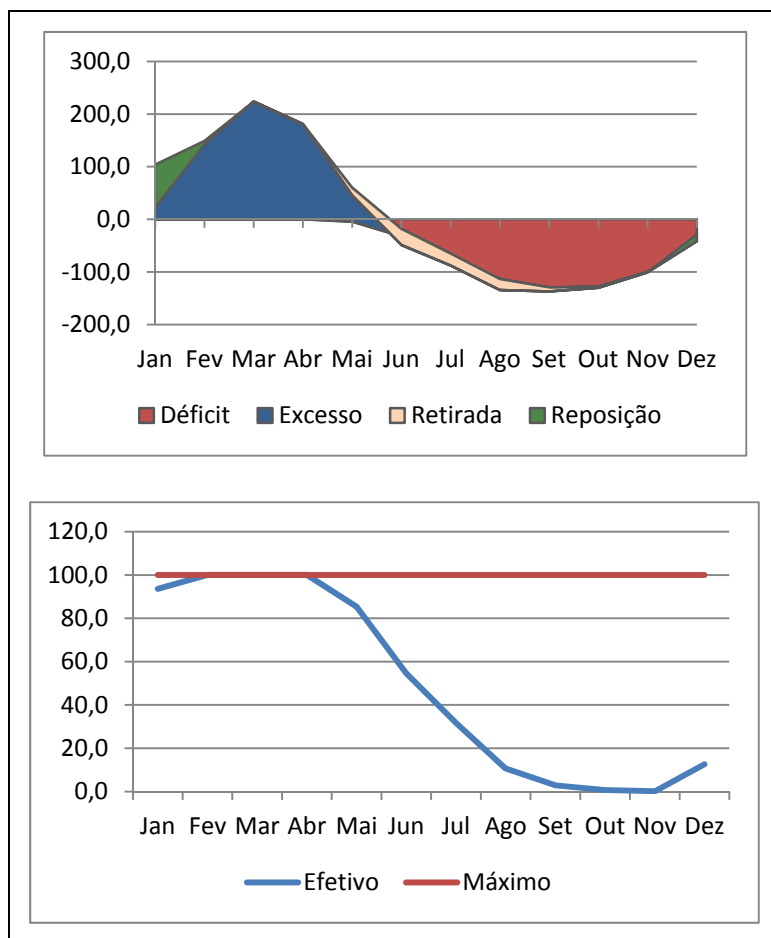


Figura 3.117 – Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Gurupí segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.2. Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses

A **Tabela 3.102** e **Figura 3.118** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Chapadinha, São Luís e Turiacu.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, a maior parte do ano apresenta valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. Em alguns meses do ano, em janeiro e maio, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico é apresentado nos meses de junho a dezembro com um total acumulado de 558,9 mm, o que representa um déficit médio mensal de 46,6 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 990,8 mm entre os meses de fevereiro a julho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 258,7 mm e um total acumulado de 776,0 mm que representa aproximadamente 78,3% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá no trimestre de janeiro e fevereiro com valor total de 99,8 mm.

Tabela 3.102 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses segundo o Método de Thornthwaite

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	143,8	74,1	0,0	74,3	74,1	143,8	0,0	0,0	1,0
FEV	122,7	186,3	0,0	100,0	25,7	122,7	0,0	160,6	1,0
MAR	129,4	316,4	0,0	100,0	0,0	129,4	0,0	316,4	1,0
ABR	126,0	299,0	0,0	100,0	0,0	126,0	0,0	299,0	1,0
MAI	137,3	150,4	0,0	100,0	0,0	137,3	0,0	150,4	1,0
JUN	129,5	48,4	0,0	93,5	-6,5	127,6	1,9	56,9	1,0
JUL	132,4	-11,4	-11,4	84,5	-9,0	122,4	10,0	7,5	0,9
AGO	140,3	-106,2	-117,7	30,4	-54,0	88,1	52,2	0,0	0,6
SET	144,6	-134,9	-252,6	8,2	-22,3	31,9	112,7	0,0	0,2
OUT	157,9	-150,0	-402,6	1,8	-6,4	14,3	143,7	0,0	0,1
NOV	159,7	-147,8	-550,4	0,4	-1,4	13,2	146,4	0,0	0,1
DEZ	160,9	-92,3	-642,8	0,2	-0,3	68,8	92,1	0,0	0,4
Média	140,4	36,0	-	-	-	93,8	46,6	82,6	-
Total/Ano	1684,5	431,9	-1977,6	-	-	1125,6	558,9	990,8	-

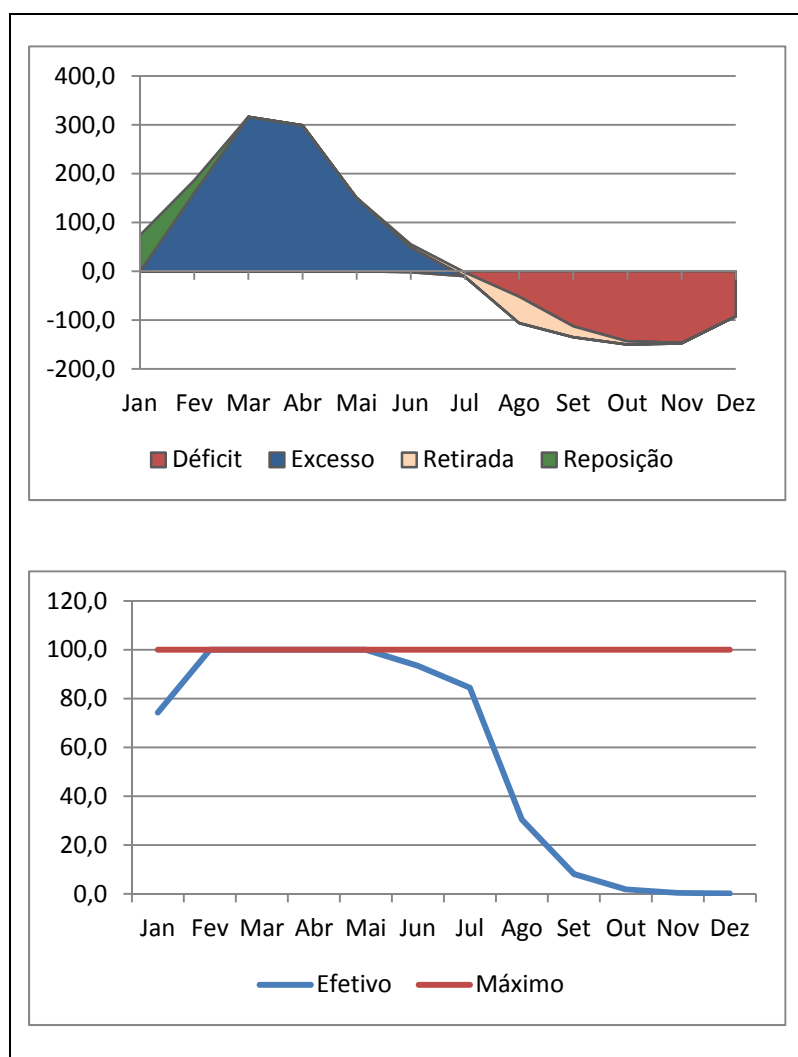


Figura 3.118 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.3. Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

A **Tabela 3.103** e **Figura 3.119** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Bacabal, Balsas, Barra do Corda, Caxias, Chapadinha, Colinas e São Luís.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, oito meses do ano, maio a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a abril, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico é apresentado nos meses de maio a dezembro com um total acumulado de 704,7 mm, o que representa um déficit médio mensal de 58,7 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 430,4 mm entre os meses de janeiro a junho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 135,6 mm e um total acumulado de 406,7 mm que representa aproximadamente 94,5% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá no trimestre de dezembro a fevereiro com valor total de 99,9 mm.

Tabela 3.103 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	141,2	69,6	0,0	71,4	66,4	141,2	0,0	3,2	1,0
FEV	119,8	104,6	0,0	100,0	28,6	119,8	0,0	76,1	1,0
MAR	128,5	193,2	0,0	100,0	0,0	128,5	0,0	193,2	1,0
ABR	127,4	137,4	0,0	100,0	0,0	127,4	0,0	137,4	1,0
MAI	133,0	-10,2	-10,2	78,7	-21,3	125,9	7,1	18,2	0,9
JUN	121,8	-87,3	-97,4	34,3	-44,4	76,7	45,2	2,3	0,6
JUL	127,2	-110,2	-207,6	13,5	-20,8	37,8	89,4	0,0	0,3
AGO	147,1	-135,7	-343,3	3,8	-9,7	21,2	126,0	0,0	0,1
SET	173,1	-155,3	-498,6	0,9	-2,9	20,7	152,4	0,0	0,1
OUT	191,9	-145,5	-644,0	0,2	-0,7	47,0	144,8	0,0	0,3
NOV	178,6	-108,2	-752,2	0,1	-0,1	70,6	108,0	0,0	0,4
DEZ	162,8	-26,9	-779,1	5,0	5,0	131,0	31,8	0,0	0,8
Média	146,0	-22,9	-	-	-	87,3	58,7	35,9	-
Total/Ano	1752,5	-274,3	-3332,4	-	-	1047,9	704,7	430,4	-

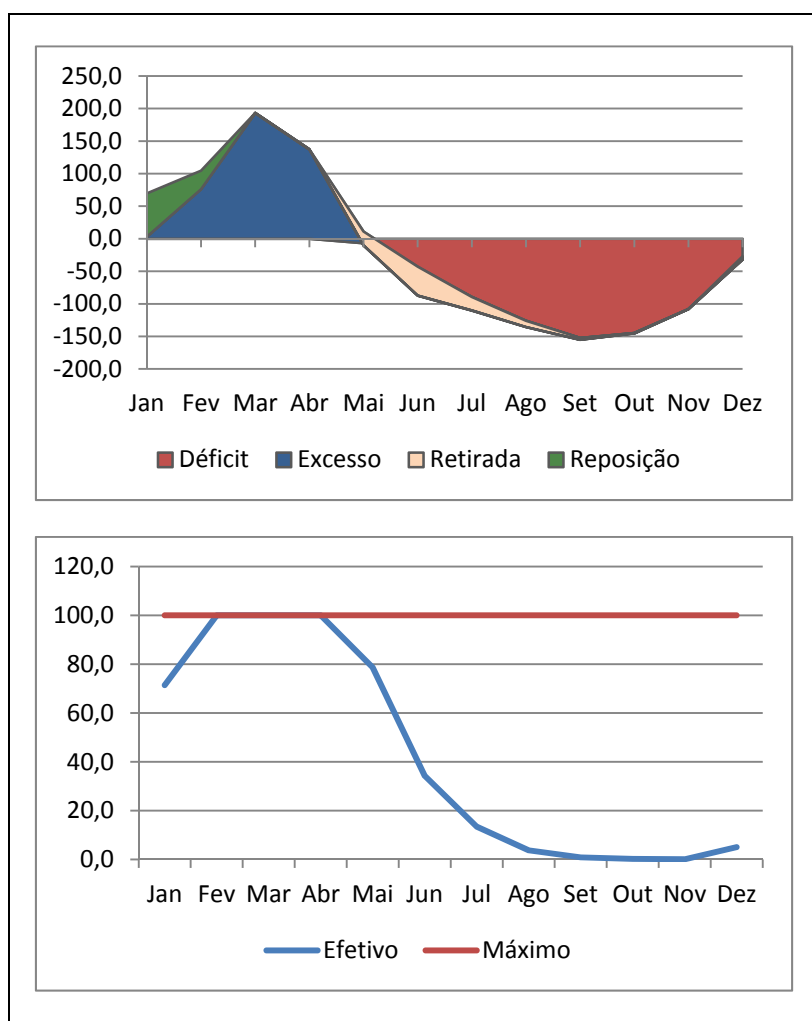


Figura 3.119 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.4. Bacia Hidrográfica do Litoral Ocidental

A **Tabela 3.104** e **Figura 3.120** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações São Luís, Turiaçu e Zé Doca.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, apenas cinco meses do ano, janeiro a maio, apresentam valores de evapotranspiração real iguais aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, junho a dezembro, a evapotranspiração real é menor que a evapotranspiração potencial.

O déficit hídrico ao longo do ano apresenta um total acumulado de 524,2 mm, dos quais os meses de setembro a novembro mostram um total acumulado de 382,3 mm, o que representa um déficit médio mensal de 43,7 mm e 72,3% do déficit acumulado ao longo do ano. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 981,6 mm entre os meses de janeiro a julho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril, com média mensal de 255,3 mm e um total acumulado de 765,8 que representa aproximadamente 78,0% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá nos meses de janeiro e fevereiro com valor total de 97,2 mm.

Tabela 3.104 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	140,1	77,0	0,0	75,7	75,5	140,1	0,0	1,5	1,0
FEV	119,8	184,8	0,0	97,4	21,7	119,8	0,0	163,1	1,0
MAR	127,1	309,0	0,0	97,4	0,0	127,1	0,0	309,0	1,0
ABR	123,5	293,8	0,0	97,4	0,0	123,5	0,0	293,8	1,0
MAI	134,8	148,9	0,0	97,4	0,0	134,8	0,0	148,9	1,0
JUN	127,2	52,6	0,0	93,3	-4,1	126,3	0,9	57,7	1,0
JUL	129,5	-6,4	-6,4	85,4	-7,9	123,3	6,2	7,7	0,9
AGO	137,3	-101,7	-108,1	30,8	-54,6	90,2	47,2	0,0	0,6
SET	140,1	-128,6	-236,7	8,3	-22,5	33,9	106,1	0,0	0,2
OUT	152,6	-143,2	-379,8	1,9	-6,5	15,9	136,7	0,0	0,1
NOV	154,4	-140,9	-520,8	0,4	-1,4	14,9	139,5	0,0	0,1
DEZ	156,5	-87,9	-608,7	0,2	-0,3	68,9	87,6	0,0	0,4
Média	136,9	38,1	-	-	-	93,2	43,7	81,8	-
Total/Ano	1643,0	457,4	-1860,4	-	-	1118,8	524,2	981,6	-

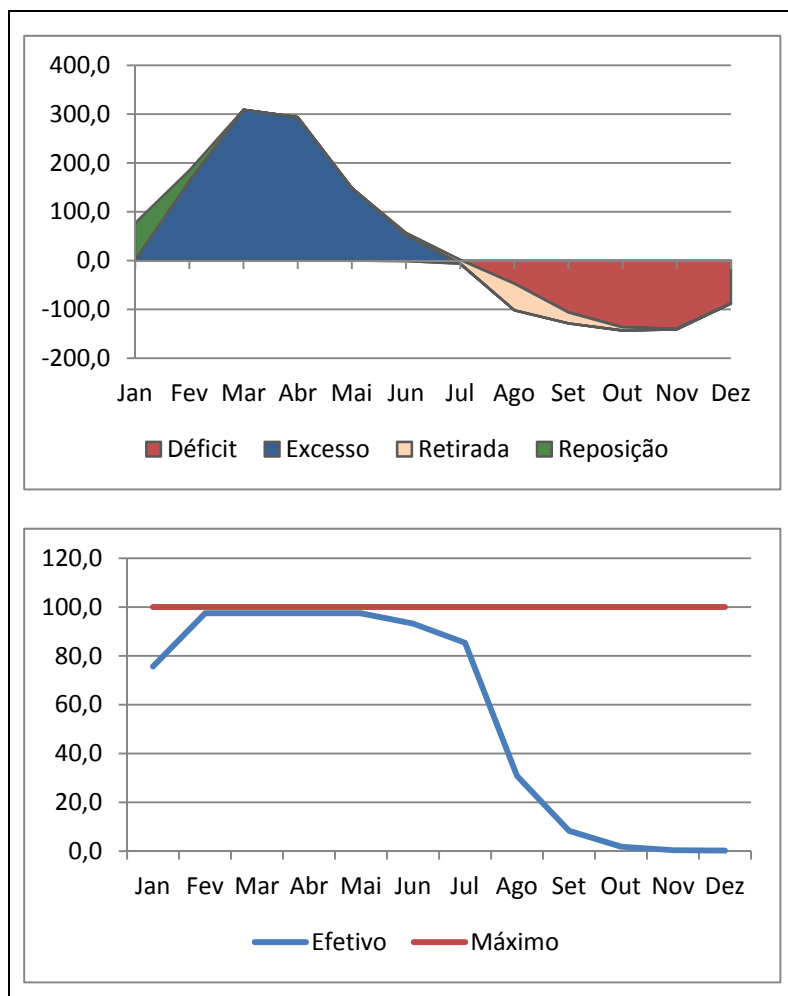


Figura 3.120 - Balanço Hídrico do Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.5. Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé

A **Tabela 3.105** e **Figura 3.121** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Turiaçu e Zé Doca.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, sete meses do ano, junho a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a maio, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico só é apresentado nos meses de junho a dezembro com um total acumulado de 521,2 mm, o que representa um déficit médio mensal de 43,4 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 964,8 mm entre os meses de janeiro a julho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de março a maio com média mensal de 243,1 mm e um total acumulado de 729,3 que representa aproximadamente 75,6% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá nos meses de janeiro e fevereiro com valor total de 95,9 mm.

Tabela 3.105 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	139,8	64,6	0,0	63,7	63,5	139,8	0,0	1,1	1,0
FEV	118,9	175,5	0,0	96,1	32,5	118,9	0,0	143,1	1,0
MAR	126,0	305,8	0,0	96,1	0,0	126,0	0,0	305,8	1,0
ABR	121,6	274,2	0,0	96,1	0,0	121,6	0,0	274,2	1,0
MAI	132,9	149,3	0,0	96,1	0,0	132,9	0,0	149,3	1,0
JUN	126,3	70,1	0,0	93,2	-2,9	125,7	0,7	73,7	1,0
JUL	130,4	9,9	0,0	89,8	-3,3	126,1	4,3	17,6	0,9
AGO	139,0	-94,1	-94,1	34,4	-55,4	100,2	38,7	0,0	0,7
SET	139,5	-124,2	-218,4	9,5	-24,9	40,2	99,3	0,0	0,3
OUT	153,0	-142,5	-360,8	2,1	-7,4	17,9	135,1	0,0	0,1
NOV	154,8	-144,4	-505,2	0,4	-1,7	12,0	142,7	0,0	0,1
DEZ	157,2	-100,6	-605,9	0,2	-0,3	56,8	100,4	0,0	0,4
Média	136,6	37,0	-	-	-	93,2	43,4	80,4	-
Total/Ano	1639,2	443,6	-1784,4	-	-	1118,0	521,2	964,8	-

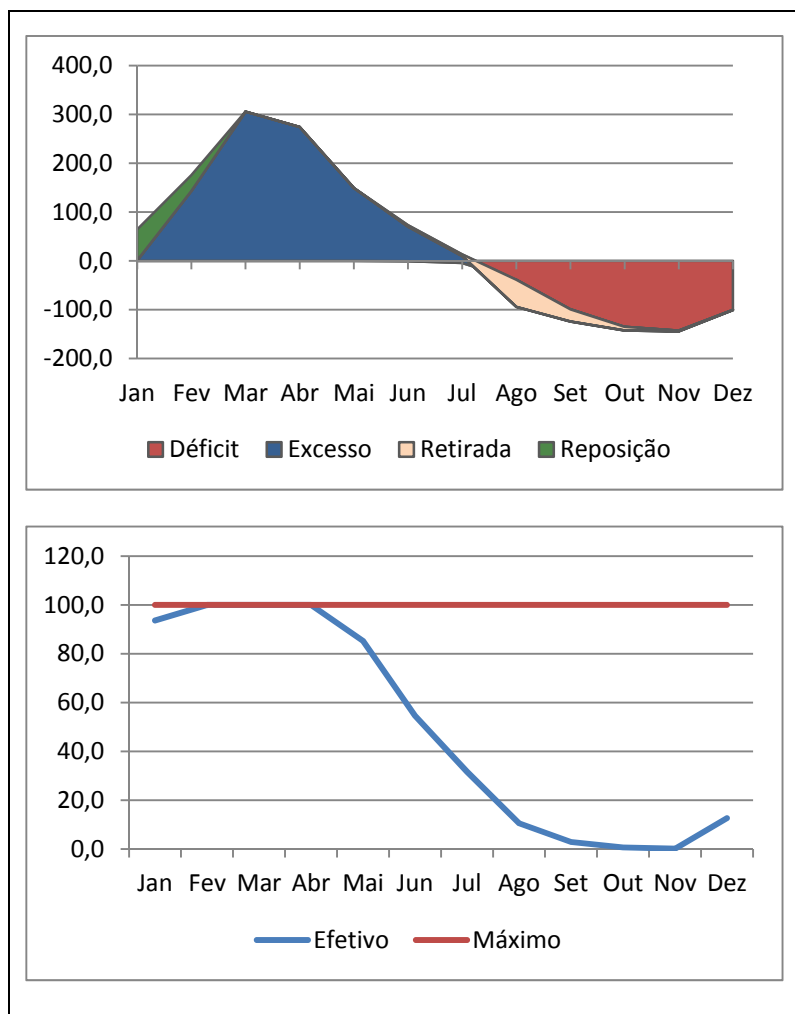


Figura 3.121 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.6. Bacia Hidrográfica do Rio Mearim

A **Tabela 3.106** e **Figura 3.122** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Bacabal, Balsas, Barra do Corda, Carolina, Colinas, Imperatriz, São Luís e Zé Doca.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, oito meses do ano, maio a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a abril, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico é apresentado nos meses de maio a dezembro com um total acumulado de 671,7 mm, o que representa um déficit médio mensal de 56,0 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 467,2 mm entre os meses de janeiro a junho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 140,0 mm e um total acumulado de 420,0 mm que representa aproximadamente 89,9% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá no trimestre de dezembro a fevereiro com valor total de 99,9 mm.

Tabela 3.106 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	138,7	87,7	0,0	81,9	73,6	138,7	0,0	14,0	1,0
FEV	119,6	119,7	0,0	100,0	18,1	119,6	0,0	101,7	1,0
MAR	128,4	181,6	0,0	100,0	0,0	128,4	0,0	181,6	1,0
ABR	129,0	136,8	0,0	100,0	0,0	129,0	0,0	136,8	1,0
MAI	135,6	0,9	0,0	76,7	-23,3	128,5	7,1	31,3	0,9
JUN	127,3	-82,4	-82,4	37,3	-39,4	82,6	44,7	1,8	0,6
JUL	133,5	-112,0	-194,4	14,7	-22,6	44,1	89,4	0,0	0,3
AGO	153,6	-139,0	-333,3	4,1	-10,6	25,2	128,4	0,0	0,2
SET	170,2	-149,7	-483,0	1,0	-3,1	23,7	146,6	0,0	0,1
OUT	181,1	-137,8	-620,8	0,3	-0,7	44,0	137,1	0,0	0,2
NOV	168,8	-93,5	-714,3	0,1	-0,2	75,5	93,3	0,0	0,5
DEZ	158,6	-16,8	-731,1	8,3	8,3	133,6	25,1	0,0	0,8
Média	145,4	-17,0	-	-	-	89,4	56,0	38,9	-
Total/Ano	1744,6	-204,5	-3159,3	-	-	1072,9	671,7	467,2	-

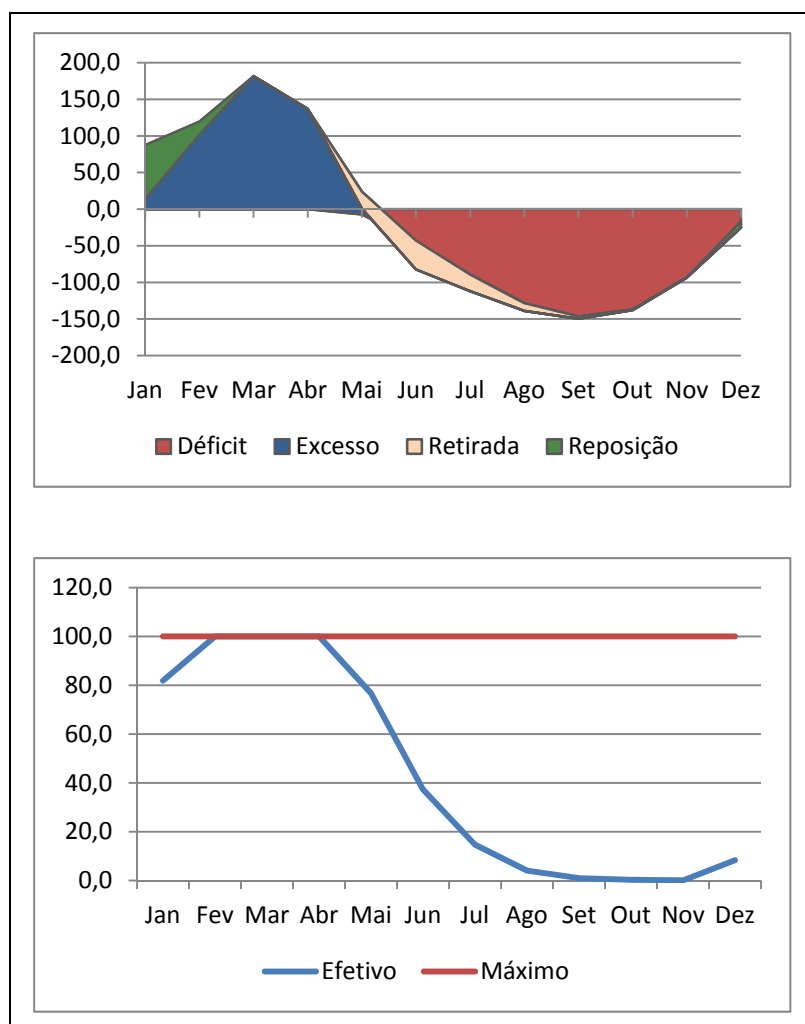


Figura 3.122 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.7. Bacia Hidrográfica do Rio Munim

A **Tabela 3.107** e **Figura 3.123** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Caxias, Chapadinha e São Luís.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, sete meses do ano, junho a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a maio, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico só é apresentado nos meses de junho a dezembro com um total acumulado de 693,2 mm, o que representa um déficit médio mensal de 57,8 nestes sete meses. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 725,9 mm entre os meses de fevereiro a junho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 209,3 mm e um total acumulado de 628,0 mm que representa aproximadamente 86,5% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá nos meses de janeiro e fevereiro com valor total de 100,0 mm.

**Tabela 3.107 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Munim
segundo o Método de Thornthwaite.**

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	143,1	74,1	0,0	74,1	74,1	143,1	0,0	0,0	1,00
FEV	119,8	162,1	0,0	100,0	25,9	119,8	0,0	136,2	1,00
MAR	126,0	255,9	0,0	100,0	0,0	126,0	0,0	255,9	1,00
ABR	124,3	235,9	0,0	100,0	0,0	124,3	0,0	235,9	1,00
MAI	135,2	89,8	0,0	100,0	0,0	135,2	0,0	89,8	1,00
JUN	126,5	-38,7	-38,7	64,1	-35,9	115,6	11,0	8,1	0,91
JUL	132,0	-86,5	-125,2	32,0	-32,1	77,7	54,4	0,0	0,59
AGO	142,6	-129,2	-254,4	9,6	-22,4	35,8	106,8	0,0	0,25
SET	156,8	-151,1	-405,5	2,3	-7,3	13,1	143,8	0,0	0,08
OUT	172,6	-158,8	-564,3	0,5	-1,8	15,7	157,0	0,0	0,09
NOV	173,1	-147,9	-712,3	0,2	-0,3	25,4	147,7	0,0	0,15
DEZ	164,4	-72,8	-785,1	0,0	-0,1	91,7	72,7	0,0	0,56
Média	143,0	2,7	-	-	-	85,3	57,8	60,5	-
Total/Ano	1716,5	32,7	-2885,5	-	-	1023,3	693,2	725,9	-

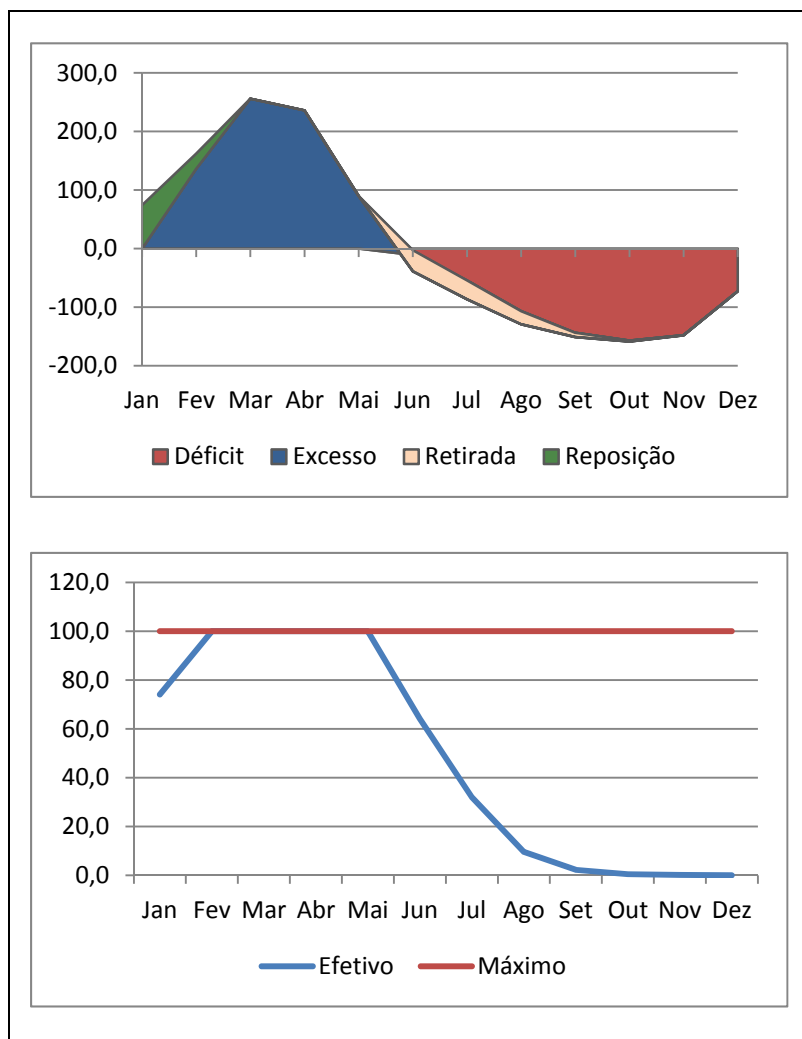


Figura 3.123 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Munim segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.8. Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba

A **Tabela 3.108** e **Figura 3.124** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Alto Parnaíba, Balsas, Caxias, Chapadinha e Colinas.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, oito meses do ano, maio a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a abril, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico só é apresentado nos meses de maio a dezembro com um total acumulado de 608,1 mm, o que representa um déficit médio mensal de 50,7 nestes oito meses. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 320,2 mm entre os meses de janeiro a maio, o trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 89,9 mm e um total acumulado de 269,8 mm que representa aproximadamente 84,2% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá nos meses de novembro a fevereiro com valor total de 99,0 mm.

Tabela 3.108 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	131,9	77,7	0,0	87,9	37,3	131,9	0,0	40,4	1,00
FEV	115,8	85,3	0,0	99,2	11,2	115,8	0,0	74,1	1,00
MAR	125,8	135,5	0,0	99,2	0,0	125,8	0,0	135,5	1,00
ABR	125,0	60,2	0,0	99,2	0,0	125,0	0,0	60,2	1,00
MAI	128,6	-54,7	-54,7	55,1	-44,0	107,9	20,7	10,0	0,83
JUN	114,9	-99,4	-154,1	22,3	-32,9	48,4	66,5	0,0	0,41
JUL	117,4	-110,1	-264,2	7,6	-14,7	22,0	95,4	0,0	0,18
AGO	138,5	-132,2	-396,4	2,1	-5,5	11,8	126,7	0,0	0,08
SET	166,5	-145,0	-541,4	0,5	-1,6	23,0	143,4	0,0	0,14
OUT	174,3	-99,6	-641,0	0,2	-0,3	75,0	99,3	0,0	0,44
NOV	153,9	-40,0	-681,1	3,1	2,9	110,9	43,0	0,0	0,75
DEZ	142,3	34,5	-646,6	50,6	47,5	129,2	13,0	0,0	0,92
Média	136,2	-24,0	-	-	-	85,6	50,7	26,7	-
Total/Ano	1635,0	-287,9	-3379,5	-	-	1026,9	608,1	320,2	-

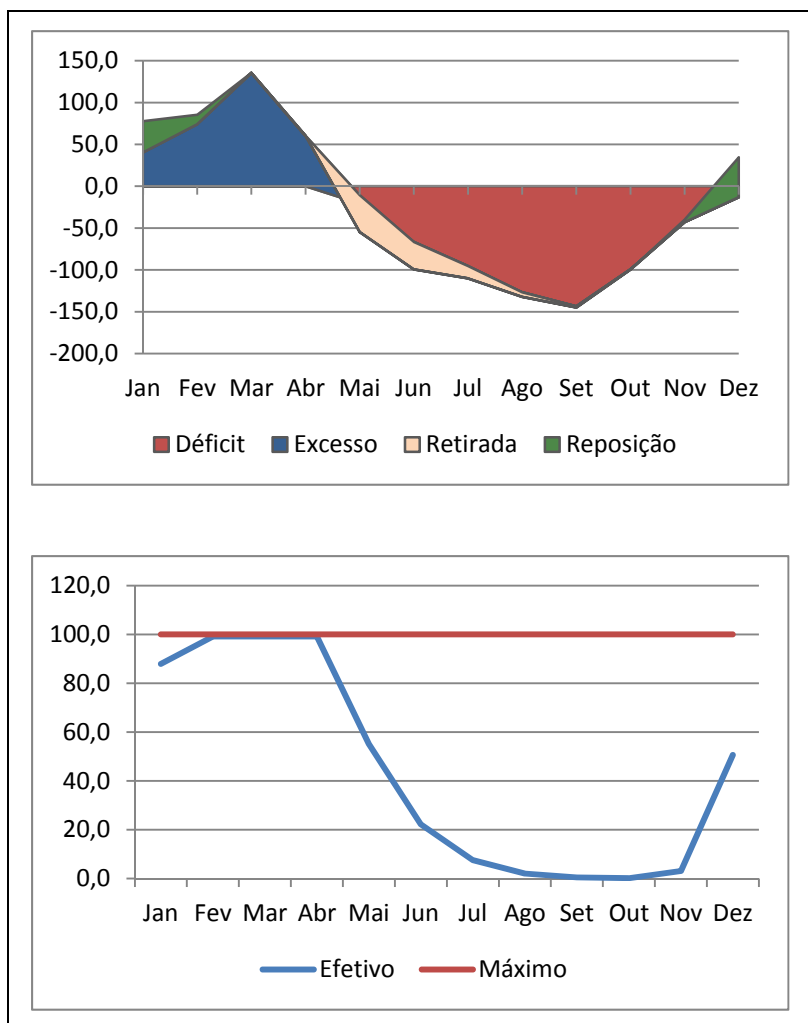


Figura 3.124 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.9. Bacia Hidrográfica do Rio Peria

A **Tabela 3.109** e **Figura 3.125** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Chapadinha e São Luís.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, sete meses do ano, junho a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a maio, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico só é apresentado nos meses de junho a dezembro com um total acumulado de 549,6 mm, o que representa um déficit médio mensal de 45,8 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 1.011,3 mm entre os meses de fevereiro a junho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 270,6 mm e um total acumulado de 811,8 mm que representa aproximadamente 80,3% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá nos meses de janeiro e fevereiro com valor total de 99,8 mm.

**Tabela 3.109 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Peria
segundo o Método de Thornthwaite.**

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	142,6	82,3	0,0	82,5	82,3	142,6	0,0	0,0	1,00
FEV	122,4	192,9	0,0	100,0	17,5	122,4	0,0	175,4	1,00
MAR	129,1	320,3	0,0	100,0	0,0	129,1	0,0	320,3	1,00
ABR	126,2	316,1	0,0	100,0	0,0	126,2	0,0	316,1	1,00
MAI	137,4	152,7	0,0	100,0	0,0	137,4	0,0	152,7	1,00
JUN	128,9	39,5	0,0	94,4	-5,6	127,2	1,6	46,8	0,99
JUL	130,2	-19,5	-19,5	83,5	-10,9	121,6	8,7	0,0	0,94
AGO	137,1	-109,8	-129,3	28,6	-54,9	82,2	54,9	0,0	0,60
SET	142,8	-136,5	-265,8	7,5	-21,1	27,4	115,4	0,0	0,19
OUT	155,2	-149,1	-414,9	1,7	-5,8	11,9	143,2	0,0	0,07
NOV	156,9	-144,2	-559,1	0,4	-1,2	14,0	143,0	0,0	0,09
DEZ	158,5	-83,1	-642,2	0,2	-0,3	75,7	82,8	0,0	0,47
Média	138,9	38,5	-	-	-	93,1	45,8	84,3	-
Total/Ano	1667,3	461,7	-2030,9	-	-	1117,7	549,6	1011,3	-

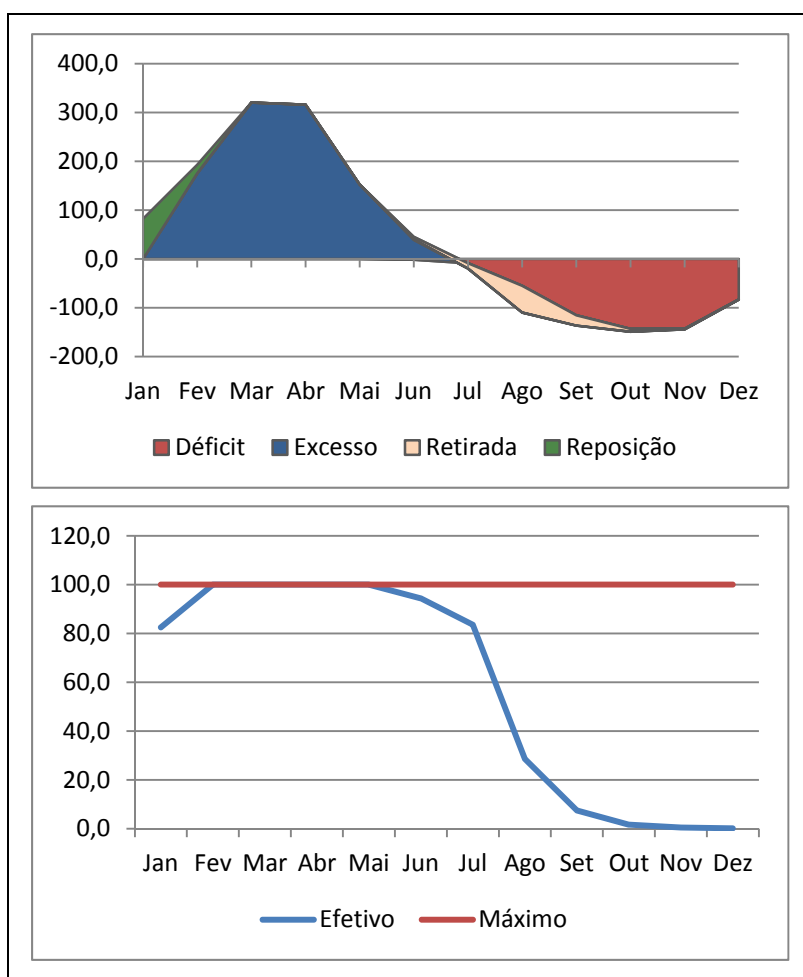


Figura 3.125 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Peria segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.10. Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças

A **Tabela 3.110** e **Figura 3.126** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Chapadinha e São Luís.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, sete meses do ano, junho a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a maio, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico só é apresentado nos meses de junho a dezembro com um total acumulado de 711,5 mm, o que representa um déficit médio mensal de 59,3 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 686,3 mm entre os meses de fevereiro a junho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 200,8 mm e um total acumulado de 602,4 que representa aproximadamente 87,8% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá nos meses de janeiro e fevereiro com valor total de 100,0 mm.

**Tabela 3.110 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças
segundo o Método de Thornthwaite.**

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	142,8	73,1	0,0	73,1	73,1	142,8	0,0	0,0	1,00
FEV	119,2	158,4	0,0	100,0	26,9	119,2	0,0	131,5	1,00
MAR	125,4	246,2	0,0	100,0	0,0	125,4	0,0	246,2	1,00
ABR	123,8	224,7	0,0	100,0	0,0	123,8	0,0	224,7	1,00
MAI	134,7	82,0	0,0	100,0	0,0	134,7	0,0	82,0	1,00
JUN	126,1	-50,0	-50,0	59,9	-40,1	114,4	11,8	1,9	0,90
JUL	132,2	-96,6	-146,6	24,0	-35,8	71,4	60,8	0,0	0,54
AGO	143,0	-132,0	-278,5	6,6	-17,4	28,4	114,6	0,0	0,20
SET	158,1	-152,5	-431,1	1,5	-5,2	10,7	147,3	0,0	0,07
OUT	174,0	-159,3	-590,3	0,3	-1,2	15,9	158,1	0,0	0,09
NOV	174,5	-147,8	-738,1	0,1	-0,1	26,9	147,6	0,0	0,16
DEZ	164,6	-71,5	-809,6	0,0	-0,1	93,3	71,4	0,0	0,57
Média	143,2	-2,1	-	-	-	83,9	59,3	57,2	-
Total/Ano	1718,4	-25,2	-3044,2	-	-	1006,9	711,5	686,3	-

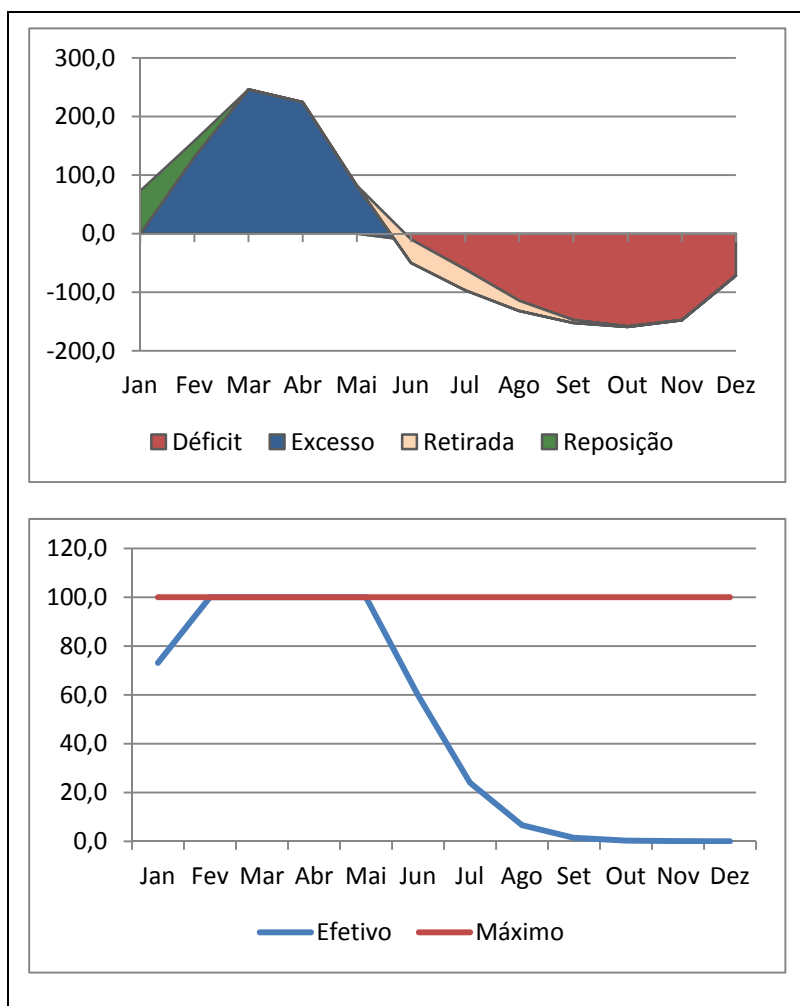


Figura 3.126 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.11. Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins

A **Tabela 3.111** e **Figura 3.127** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Alto Parnaíba, Balsas, Carolina e Imperatriz.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, sete meses do ano, dezembro a abril, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, maio a novembro, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico só é apresentado nos meses de maio a novembro com um total acumulado de 617,1 mm, o que representa um déficit médio mensal de 51,4 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 435,5 mm entre os meses de dezembro a abril. O trimestre com maior excesso hídrico é o de janeiro a março com média mensal de 120,5 mm e um total acumulado de 361,4 que representa aproximadamente 83% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá no trimestre de novembro a janeiro com valor total de 99,9 mm.

Tabela 3.111 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	135,5	117,5	0,0	100,0	31,2	135,5	0,0	86,2	1,00
FEV	120,6	117,8	0,0	100,0	0,0	120,6	0,0	117,8	1,00
MAR	128,2	157,4	0,0	100,0	0,0	128,2	0,0	157,4	1,00
ABR	130,7	65,8	0,0	100,0	0,0	130,7	0,0	65,8	1,00
MAI	142,7	-56,9	-56,9	57,1	-43,0	128,8	13,9	0,0	0,90
JUN	134,6	-123,3	-180,2	16,6	-40,5	51,8	82,8	0,0	0,38
JUL	143,8	-137,6	-317,8	4,2	-12,4	18,6	125,2	0,0	0,13
AGO	172,6	-164,2	-482,0	0,8	-3,4	11,8	160,8	0,0	0,07
SET	184,0	-145,4	-627,4	0,2	-0,6	39,2	144,8	0,0	0,21
OUT	172,4	-69,3	-696,7	0,1	-0,1	103,2	69,2	0,0	0,61
NOV	150,7	-15,9	-712,6	4,5	4,4	130,4	20,3	0,0	0,87
DEZ	142,2	72,6	-640,0	68,8	64,2	142,2	0,0	8,3	1,00
Média	146,5	-15,1	-	-	-	95,1	51,4	36,3	-
Total/Ano	1758,1	-181,6	-3713,5	-	-	1141,0	617,1	435,5	-

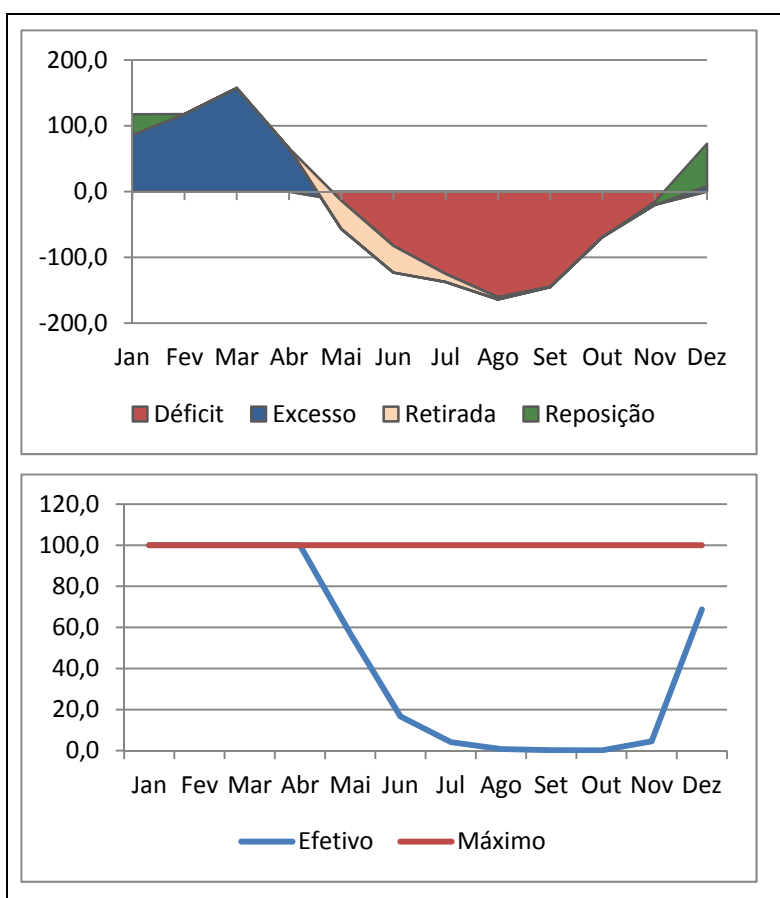


Figura 3.127 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.5.12. Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu

A **Tabela 3.112** e **Figura 3.128** apresentam os valores do balanço hídrico no solo, com capacidade de armazenamento de 100 mm, com base com base nos dados gerados a partir do método de Thiessen usando as estações Turiaçu e São Luís.

Os valores médios anuais de evapotranspiração real (ETR) observados na bacia com valores distintos dos obtidos para a evapotranspiração potencial (ETP) se devem às taxas de precipitação na área em estudo serem diferentes das taxas de evapotranspiração potencial, o que resulta em excesso (EXC) ou déficits hídricos (DEF).

De acordo com os resultados obtidos, sete meses do ano, junho a dezembro, apresentam valores de evapotranspiração real inferiores aos de evapotranspiração potencial. No restante do ano, janeiro a maio, estes dois parâmetros se igualam.

O déficit hídrico só é apresentado nos meses de junho a dezembro com um total acumulado de 564,9 mm, o que representa um déficit médio mensal de 47,1 mm. O excesso hídrico se apresenta com um valor total de 889,7 mm entre os meses de janeiro a julho. O trimestre com maior excesso hídrico é o de fevereiro a abril com média mensal de 233,7 mm e um total acumulado de 701,2 que representa aproximadamente 78,8% do excesso anual. A reposição de água no solo através da precipitação se dá nos meses de janeiro e fevereiro com valor total de 99,9 mm.

Tabela 3.112 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu segundo o Método de Thornthwaite.

Tempo (Meses)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Disponibilidade Hídrica
JAN	144,2	84,7	0,0	79,3	79,1	144,2	0,0	5,6	1,00
FEV	122,4	180,0	0,0	100,0	20,8	122,4	0,0	159,2	1,00
MAR	131,6	282,9	0,0	100,0	0,0	131,6	0,0	282,9	1,00
ABR	127,5	259,0	0,0	100,0	0,0	127,5	0,0	259,0	1,00
MAI	140,0	124,6	0,0	100,0	0,0	140,0	0,0	124,6	1,00
JUN	132,3	28,6	0,0	84,9	-15,1	128,9	3,4	47,1	0,97
JUL	135,9	-28,0	-28,0	67,8	-17,1	113,7	22,2	11,2	0,84
AGO	146,5	-109,1	-137,2	24,9	-42,9	80,2	66,2	0,0	0,55
SET	149,5	-131,7	-268,9	6,9	-18,1	35,9	113,6	0,0	0,24
OUT	163,4	-144,3	-413,3	1,6	-5,3	24,3	139,0	0,0	0,15
NOV	164,6	-139,5	-552,8	0,3	-1,2	26,3	138,3	0,0	0,16
DEZ	163,9	-82,3	-635,0	0,2	-0,2	81,8	82,1	0,0	0,50
Média	143,5	27,1	-	-	-	96,4	47,1	74,1	-
Total/Ano	1721,9	324,8	-2035,1	-	-	1157,0	564,9	889,7	-

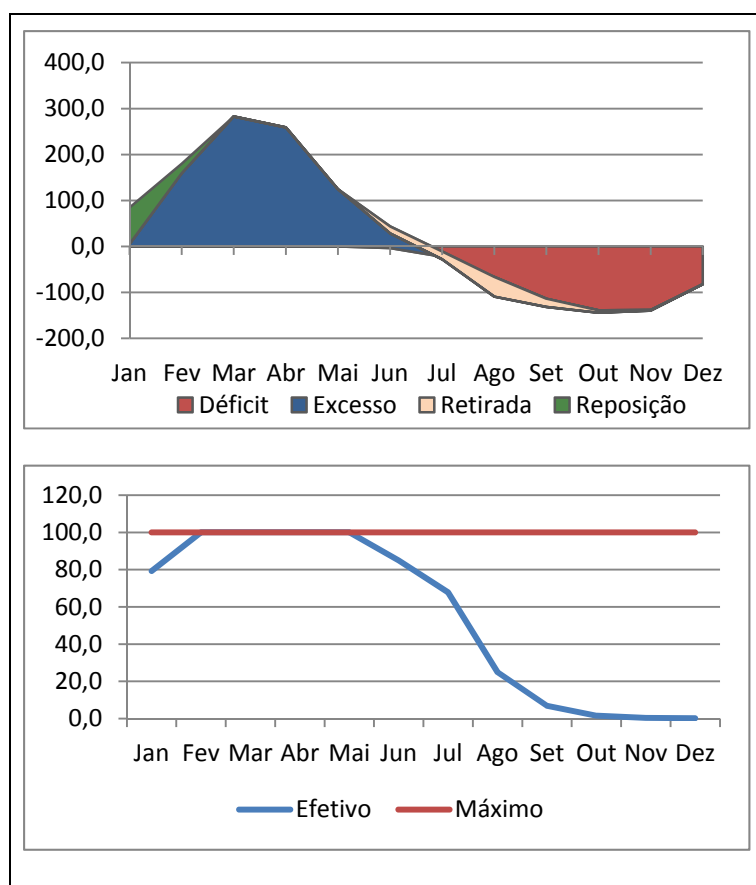


Figura 3.128 - Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu segundo o Método de Thornthwaite.

3.3.6. Classificação Climática

Os valores climáticos de temperatura e precipitação, tal como os índices gerados pelo balanço hídrico, permitem caracterizar o clima da área das bacias. Nesse estudo foram usados dois métodos: Classificação Segundo Wilhelm Köppen e Classificação Segundo Thornthwaite.

3.3.6.1. Classificação Segundo Wilhelm Köppen

Köppen define o clima segundo uma combinação de letras que indicam uma ou várias características climáticas da região, tais como: temperatura, precipitação e suas distribuições ao longo do ano.

A determinação das regiões climáticas foi realizada segundo os critérios definidos por Llamas (1993), considerando que o período chuvoso apresenta-se com maior intensidade no inverno. Estes critérios são os seguintes:

- $\overline{Pmes} < \overline{Tmes} + 14 \Rightarrow B$: Clima Seco
- $\overline{Tmes} + 14 < \overline{Pmes} \leq 2 \cdot (\overline{Tmes} + 14) \Rightarrow BS$: Clima Semiárido, Com Chuvas no Inverno,
- $\overline{Pmes} < 2 \cdot (\overline{Tmes} + 14) \Rightarrow Af$: Clima Tropical Úmido

onde: ($\overline{Pmes}$) Precipitação média mensal (cm), ($\overline{Tmes}$) Temperatura média mensal ($^{\circ}C$).

Com a finalidade de facilitar a classificação e o posterior mapeamento, foi criado um índice dividindo as três expressões anteriores pela precipitação média mensal. Deste modo, a comparação é feita sobre um número natural ao invés de uma magnitude variável. As equivalentes das expressões anteriores são as seguintes:

- $1 < Imes \Rightarrow B$: Clima Seco;
- $\frac{1}{2} < Imes \leq 1 \Rightarrow BS$: Clima Semiárido;
- $Imes < \frac{1}{2} \Rightarrow Af$: Clima Tropical Úmido, onde:

$$Imes = \frac{\overline{Tmes} + 14}{\overline{Pmes}}$$

A **Tabela 3.113** apresenta a classificação climática de Köppen mensal para o Estado do Maranhão, utilizando a precipitação e a temperatura média de cada bacia hidrográfica, calculadas a partir das áreas de influência de cada estação meteorológica definidas pelo método de Thiessen.

Dessa forma, é possível observar que, em todas as bacias hidrográficas, há predominância do Clima Seco, com ocorrências de Clima Semiárido, nos meses de março e abril, nos Sistemas Hidrográficos das Ilhas Maranhenses e do Litoral Ocidental e nas Bacias Hidrográficas de Maracaçumé, Peria e Turiaçu.

Tabela 3.113 - Classificação Climática de Köppen.

Meses	Gurupi		Ilhas Maranhenses		Itapecuru		Litoral Ocidental		Maracaçumé		Mearim	
	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe
Jan	1,7	Clima Seco	1,9	Clima Seco	1,9	Clima Seco	1,8	Clima Seco	1,9	Clima Seco	1,8	Clima Seco
Fev	1,5	Clima Seco	1,3	Clima Seco	1,8	Clima Seco	1,3	Clima Seco	1,3	Clima Seco	1,7	Clima Seco
Mar	1,1	Clima Seco	0,9	Clima Semiárido	1,2	Clima Seco	0,9	Clima Semiárido	0,9	Clima Semiárido	1,3	Clima Seco
Abr	1,3	Clima Seco	0,9	Clima Semiárido	1,5	Clima Seco	0,9	Clima Semiárido	1,0	Clima Semiárido	1,5	Clima Seco
Mai	2,2	Clima Seco	1,4	Clima Seco	3,3	Clima Seco	1,4	Clima Seco	1,4	Clima Seco	3,0	Clima Seco
Jun	4,7	Clima Seco	2,3	Clima Seco	11,6	Clima Seco	2,2	Clima Seco	2,0	Clima Seco	9,0	Clima Seco
Jul	7,9	Clima Seco	3,3	Clima Seco	23,6	Clima Seco	3,2	Clima Seco	2,8	Clima Seco	18,9	Clima Seco
Ago	18,5	Clima Seco	12,0	Clima Seco	35,9	Clima Seco	11,3	Clima Seco	8,9	Clima Seco	28,3	Clima Seco
Set	16,0	Clima Seco	42,7	Clima Seco	23,8	Clima Seco	35,3	Clima Seco	26,3	Clima Seco	20,6	Clima Seco
Out	10,2	Clima Seco	52,4	Clima Seco	9,2	Clima Seco	43,0	Clima Seco	38,4	Clima Seco	9,8	Clima Seco
Nov	6,5	Clima Seco	35,2	Clima Seco	6,0	Clima Seco	30,5	Clima Seco	39,4	Clima Seco	5,6	Clima Seco
Dez	3,1	Clima Seco	6,1	Clima Seco	3,1	Clima Seco	5,9	Clima Seco	7,2	Clima Seco	2,9	Clima Seco
Meses	Munim		Parnaíba		Perná		Preguiças		Tocantins		Turiacú	
	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe	Imes	Classe
Jan	1,9	Clima Seco	1,9	Clima Seco	1,8	Clima Seco	1,9	Clima Seco	1,6	Clima Seco	1,8	Clima Seco
Fev	1,4	Clima Seco	2,0	Clima Seco	1,3	Clima Seco	1,4	Clima Seco	1,7	Clima Seco	1,3	Clima Seco
Mar	1,0	Clima Seco	1,5	Clima Seco	0,9	Clima Semiárido	1,1	Clima Seco	1,4	Clima Seco	1,0	Clima Semiárido
Abr	1,1	Clima Seco	2,2	Clima Seco	0,9	Clima Semiárido	1,2	Clima Seco	2,1	Clima Seco	1,0	Clima Seco
Mai	1,8	Clima Seco	5,4	Clima Seco	1,4	Clima Seco	1,9	Clima Seco	4,8	Clima Seco	1,5	Clima Seco
Jun	4,6	Clima Seco	25,4	Clima Seco	2,4	Clima Seco	5,3	Clima Seco	36,0	Clima Seco	2,5	Clima Seco
Jul	8,9	Clima Seco	53,7	Clima Seco	3,7	Clima Seco	11,3	Clima Seco	66,7	Clima Seco	3,8	Clima Seco
Ago	30,5	Clima Seco	64,4	Clima Seco	15,1	Clima Seco	37,2	Clima Seco	50,2	Clima Seco	11,0	Clima Seco
Set	72,6	Clima Seco	19,5	Clima Seco	66,6	Clima Seco	75,5	Clima Seco	11,1	Clima Seco	23,2	Clima Seco
Out	30,4	Clima Seco	5,6	Clima Seco	69,0	Clima Seco	28,6	Clima Seco	4,1	Clima Seco	21,9	Clima Seco
Nov	16,8	Clima Seco	3,6	Clima Seco	33,2	Clima Seco	15,9	Clima Seco	3,1	Clima Seco	16,7	Clima Seco
Dez	4,5	Clima Seco	2,3	Clima Seco	5,6	Clima Seco	4,5	Clima Seco	1,9	Clima Seco	5,1	Clima Seco

3.4. Solos

3.4.1. Aspectos Gerais

A tipologia, uso e a ocupação dos solos exercem influência marcante no escoamento superficial e aporte de sedimentos no leito dos mananciais, podendo alterar a qualidade e a disponibilidade da água.

De acordo com Silva et al. (2005), o efeito da cobertura do solo sobre as perdas de água e solo, pode ser explicado pela ação que a cobertura do solo tem em dissipar a energia cinética do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação inicial das partículas de solo e, conseqüentemente, a concentração de sedimentos na enxurrada; além disso, a cobertura do solo representa um obstáculo mecânico ao livre escoamento superficial da água, ocasionando diminuição da velocidade e da capacidade de desagregação e transporte de sedimentos. Donadio et al. (2005), avaliando a influência da vegetação natural remanescente e de atividades agrícolas na qualidade da água de quatro nascentes, concluíram que os períodos de amostragem, assim como as características do solo e seus diferentes usos, influenciam na qualidade da água das sub-bacias.

As principais classes de solos encontradas no Estado do Maranhão são de Latossolo Amarelo (33,87%), Plintossolo Argilúvico (13,67%), Argissolo Vermelho-Amarelo (9,54%), Argissolo Vermelho-Amarelo petroplântico (9,22%), Neossolos Quartzarênicos (8,84%), Neossolos Litólicos (6,98%), e Luvisolo Crômico (6,70%); estas correspondem a 88,82% do Estado. Os Latossolos Amarelos é a classe mais comum de solo, ocupando cerca de 112.404,5 km² de extensão. A ocorrência deste se dá principalmente na região centro-sul do estado, onde há um constante avanço da monocultura da soja, além do cultivo de milho, feijão, mandioca e pastagem plantada.

O conhecimento dos diferentes tipos de solo de uma região, de seus atributos, potencialidades, fragilidades e sua distribuição geográfica constituem ferramenta primordial para a elaboração do diagnóstico de um Plano de Recursos Hídricos. Esse conhecimento pode ser determinante para o tipo e a intensidade de atividades antrópicas planejadas para uma determinada região.

Os solos do Estado do Maranhão foram estudados, descritos e mapeados em publicação de 1986, Levantamento Exploratório-reconhecimento dos Solos do Maranhão de Jacomine et al., resultado de levantamento pela Coordenadoria Regional do Nordeste do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS) da Embrapa. O estudo baseou-se em trabalhos de campo e escritório, planejados de modo a percorrer e amostrar solos de diferentes

zonas, individualizadas por condições do meio físico, principalmente clima, relevo, geologia e vegetação primária. Foram realizados perfis de solos que foram objeto de descrição, coleta de amostras. Tais amostras foram submetidas a análises físicas, químicas e mineralógicas.

De acordo com os levantamentos realizados, com base no estudo comparativo das características dos perfis, complementado por estudos de correlação com os fatores de formação dos solos, foram estabelecidas as unidades de mapeamento segundo as normas de classificação do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos - SNLCS.

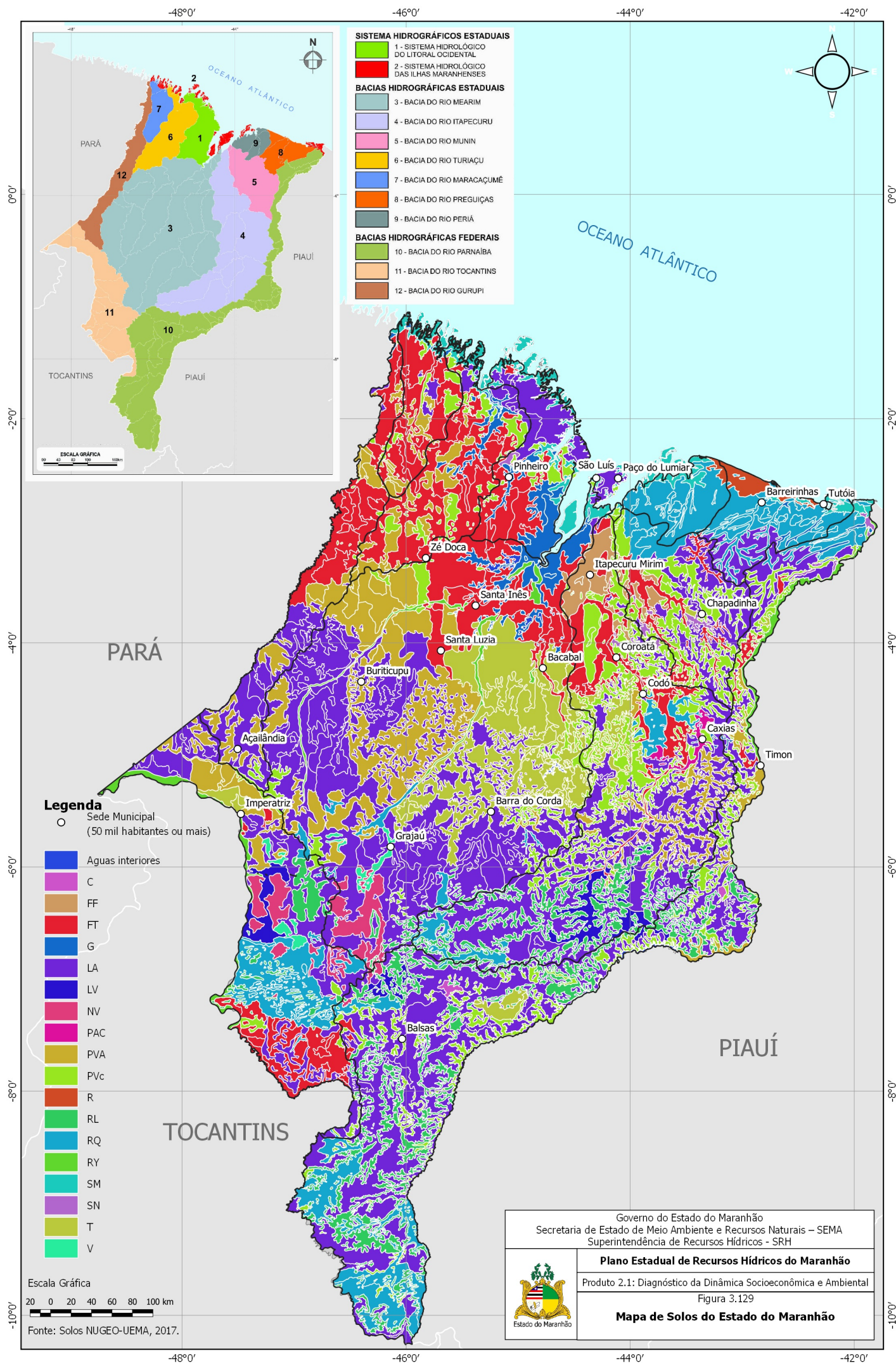
O mapeamento dos solos foi elaborado com base em cartas topográficas na escala 1:250.000 e imagens de radar na escala 1:250.000, ambos do projeto Radambrasil, e folhas planialtimétricas na escala 1:100.000 da DSG do Ministério do Exército. As unidades de mapeamento estabelecidas são, em sua maioria, constituídas por associações de solos, com citação da classe de solo predominante e das classes secundárias (JACOMINE et al., 1986).

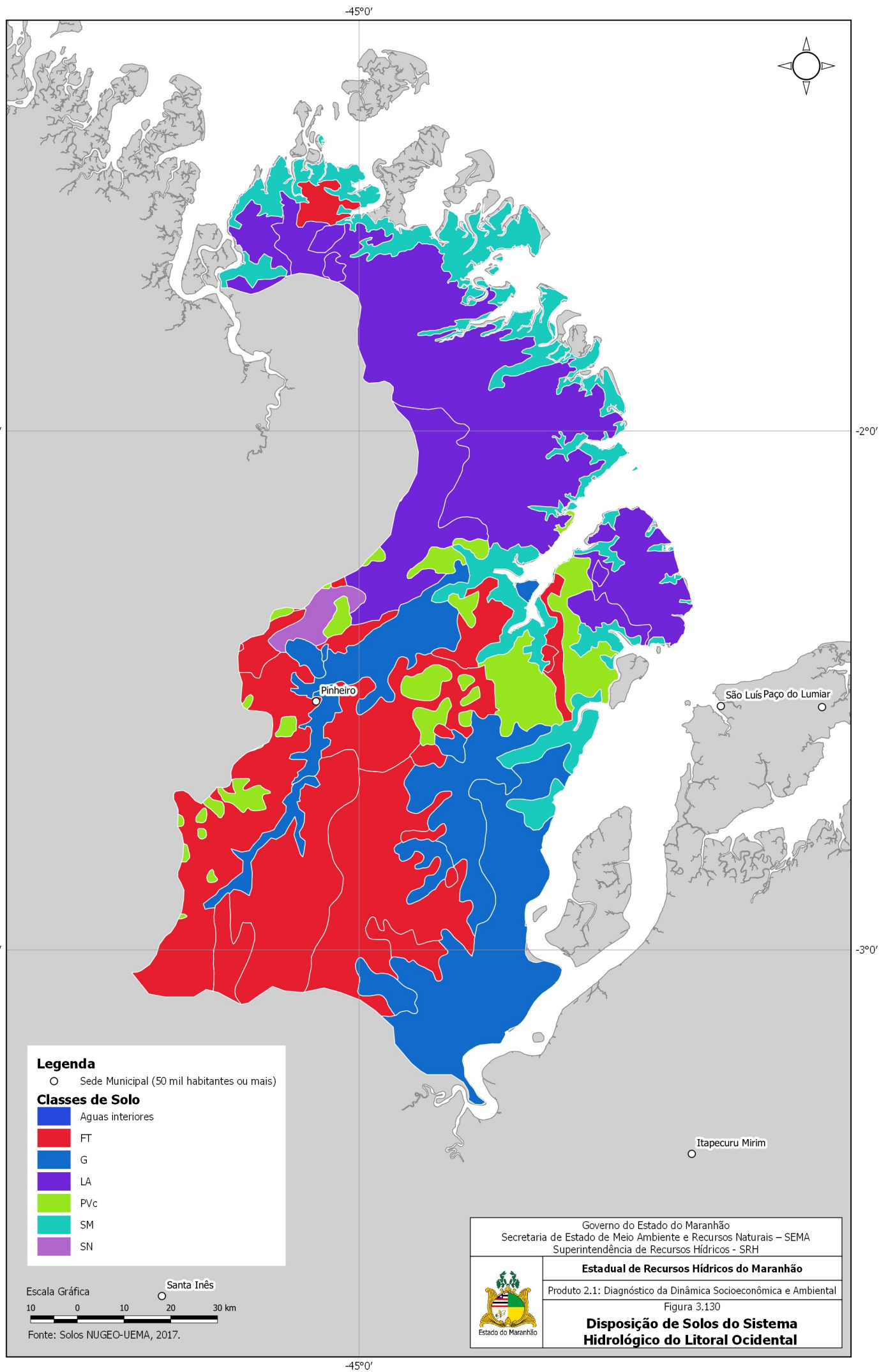
Conforme relatado no Zoneamento Econômico-Ambiental do Estado do Maranhão, os mapas decorrentes dos estudos de caráter generalizado e nível intermediário entre o de reconhecimento e o exploratório, o mapa pedológico resultante do levantamento executado pelo SNLCS é indicado para fins de planejamento e zoneamentos regionais e determinação da aptidão agrícola das terras (JACOMINE et al., 1986), como é o caso do Diagnóstico para o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão – PERH/MA.

No estudo de zoneamento o mapa original, impresso em escala 1:1.000.000, foi digitalizado e vetorizado para permitir sua inserção, análise e a realização de intersecções com outros mapas em um sistema de informação geográfica.

A **Figura 3.129** mostra de forma simplificada a disposição dos solos no Estado do Maranhão.

As **Figuras 3.130 a 3.141** mostram a disposição dos Solos em cada uma das bacias hidrográficas do Estado do Maranhão.

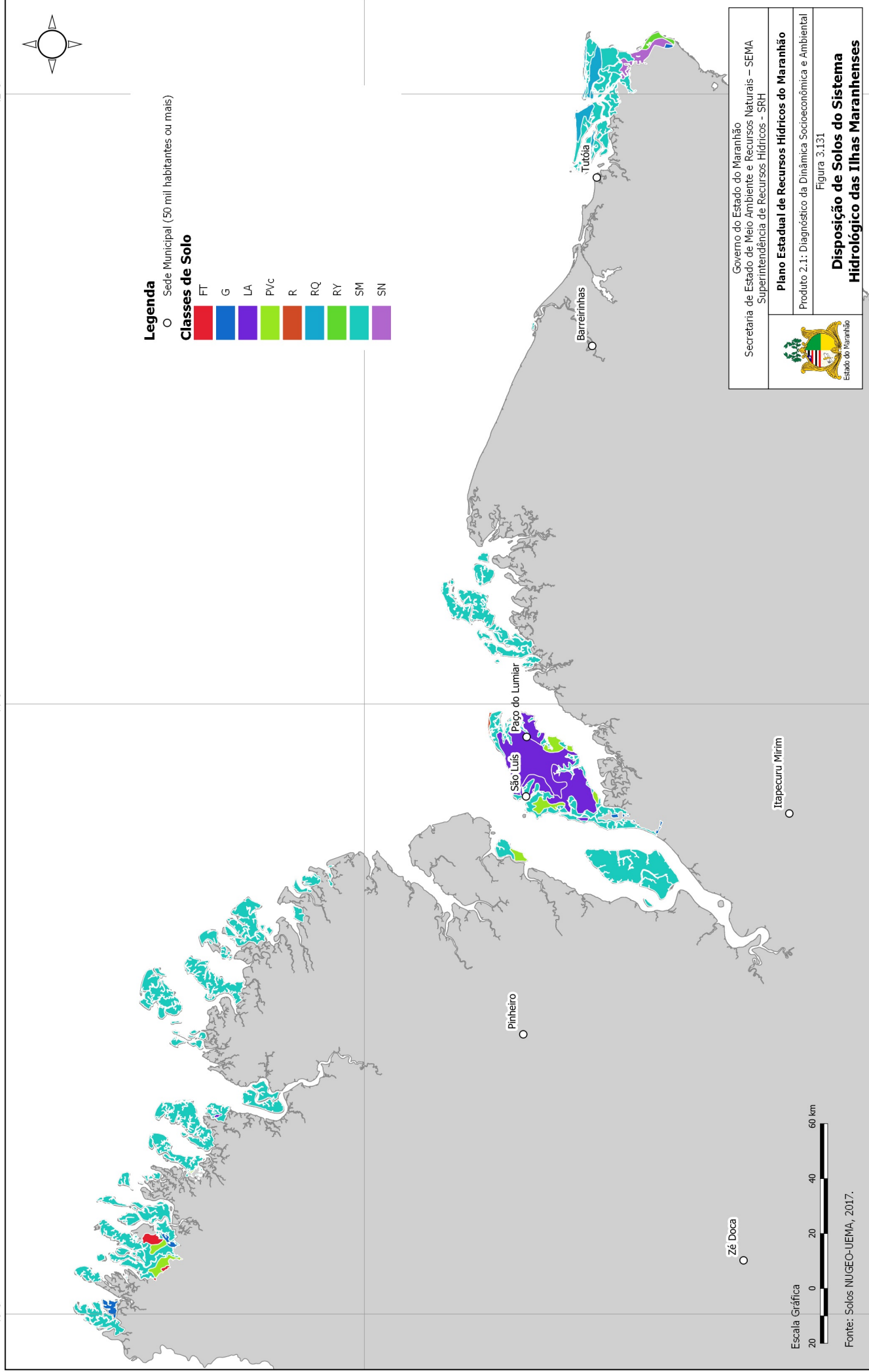




-46°0'

-44°0'

-42°0'



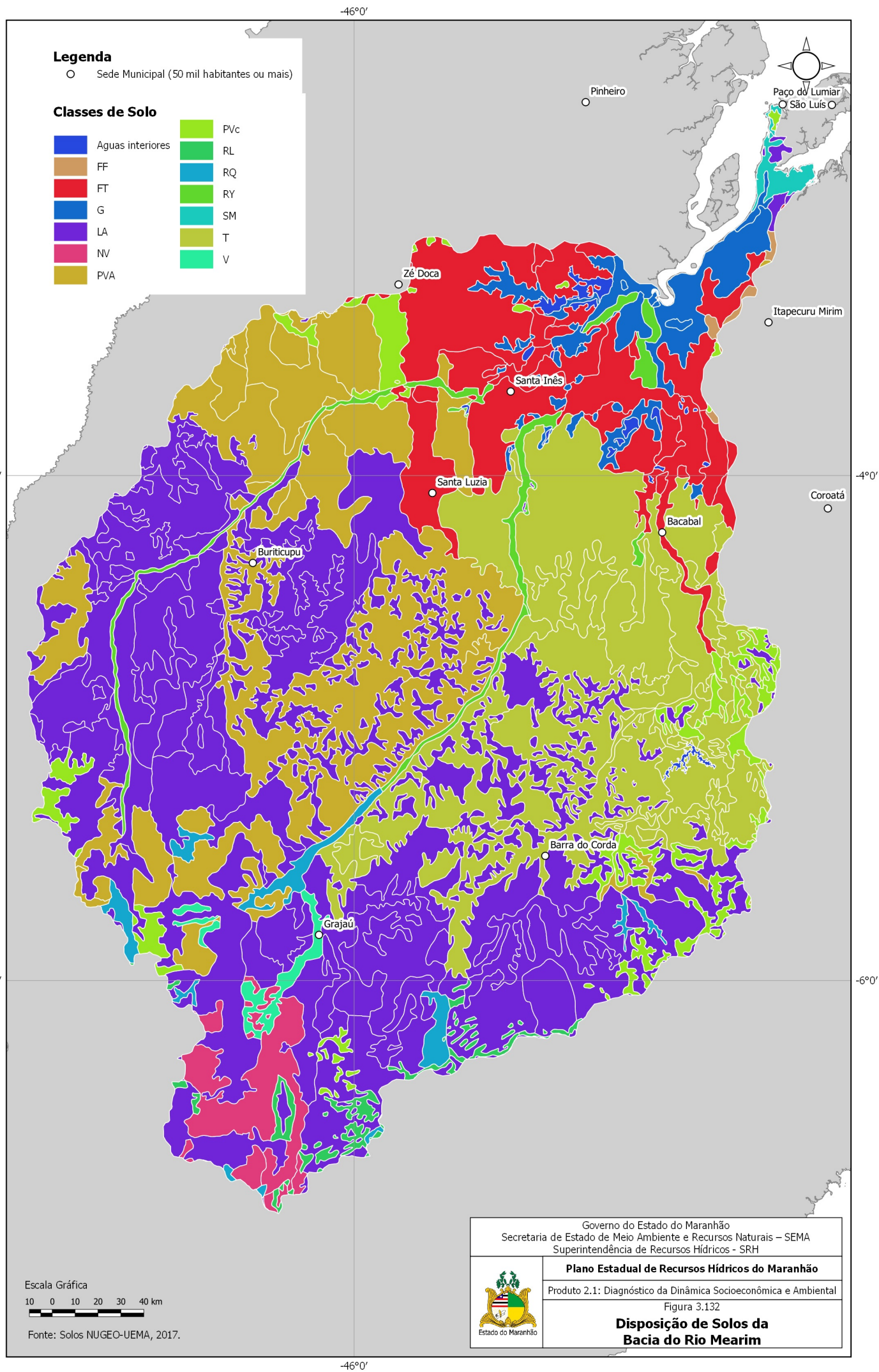
-2°0'

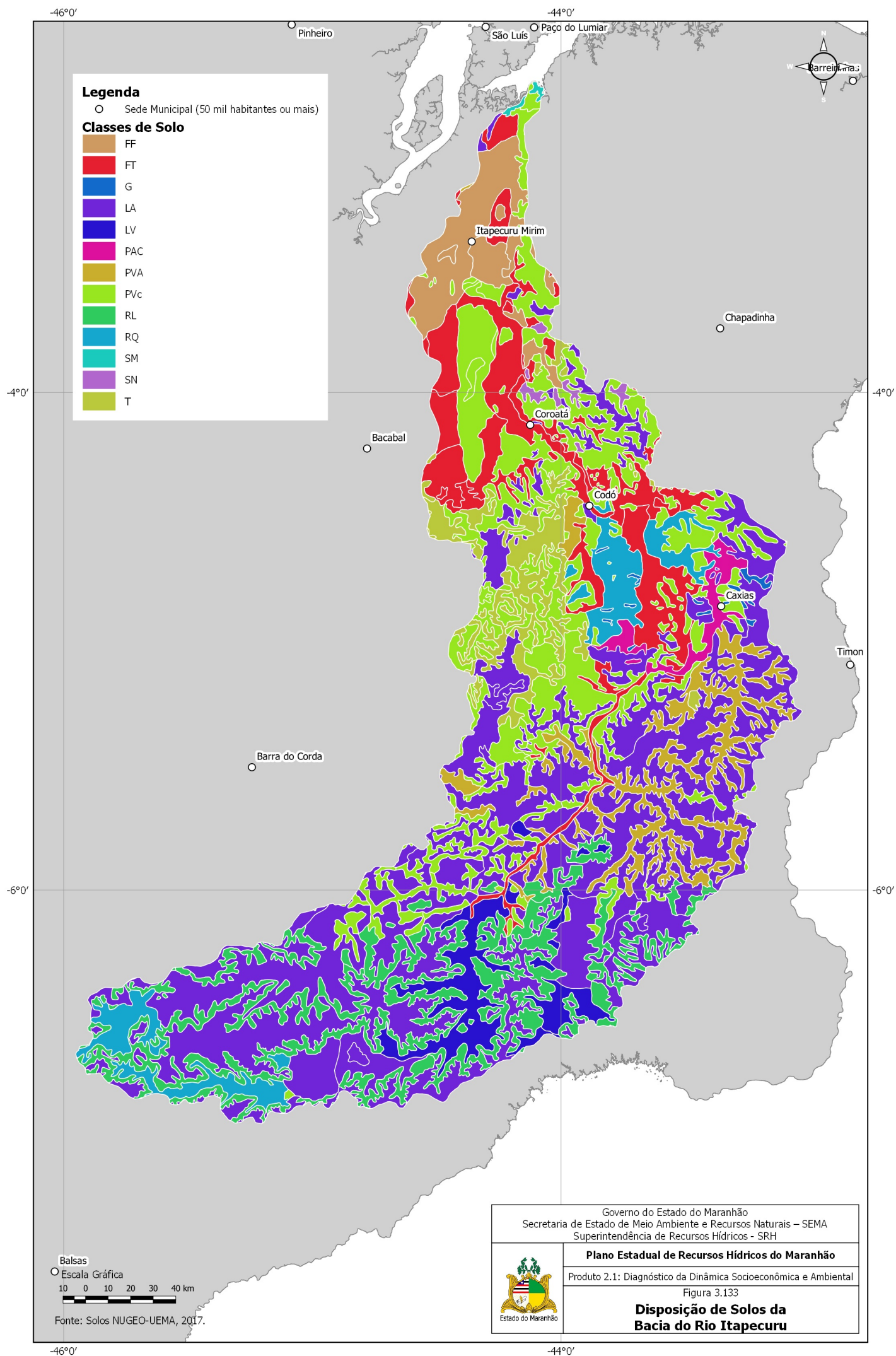
-2°0'

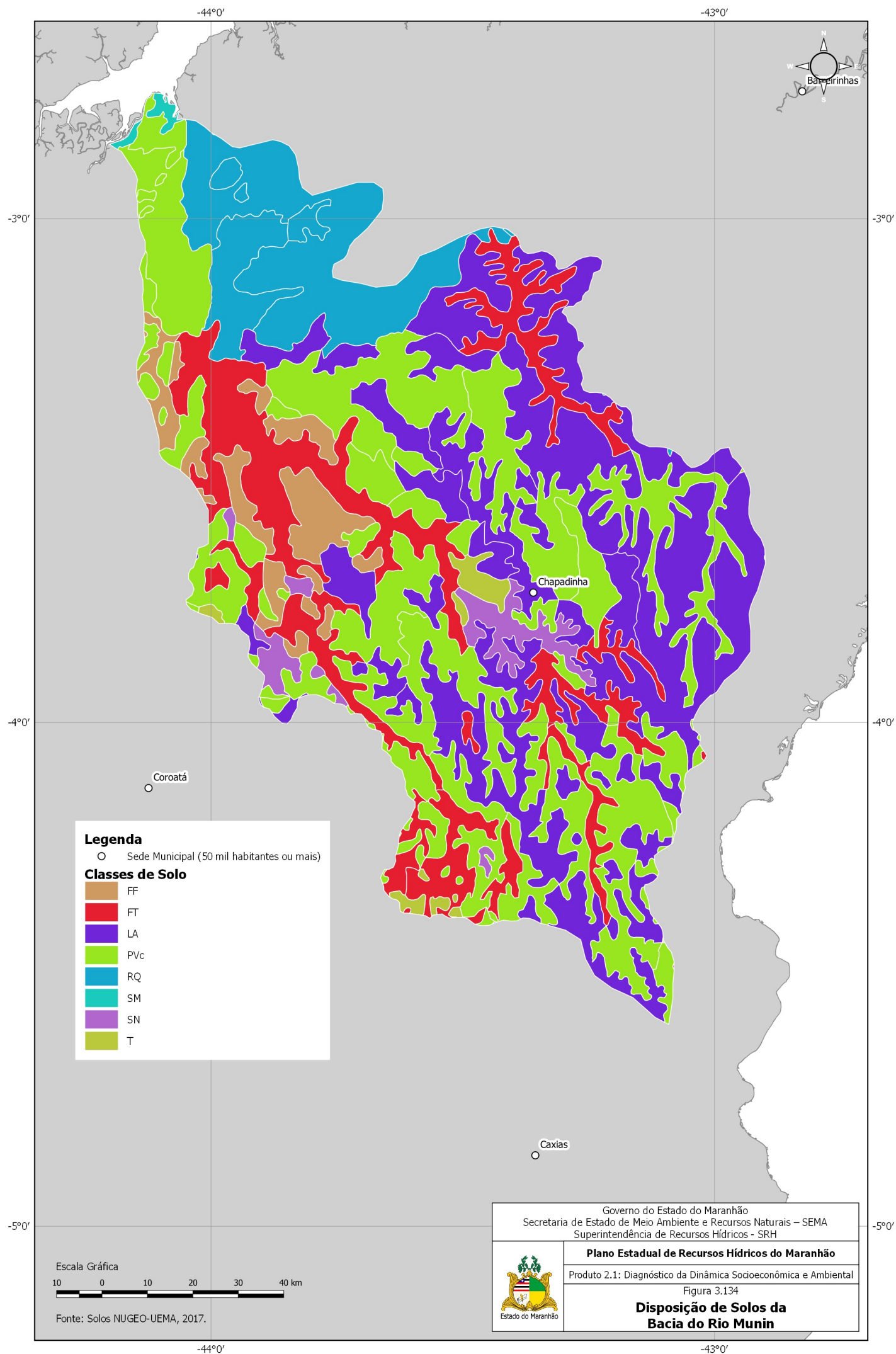
-46°0'

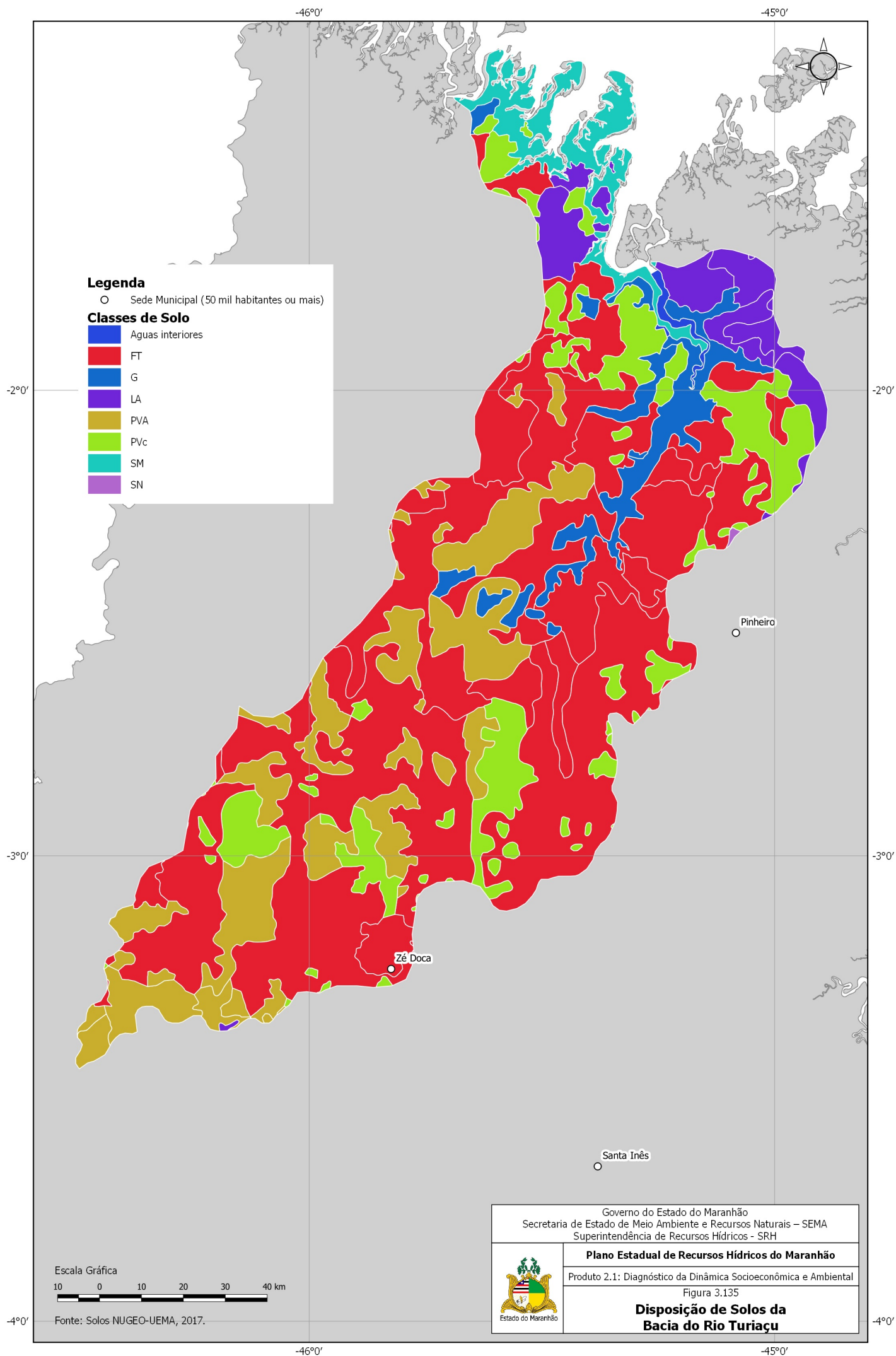
-44°0'

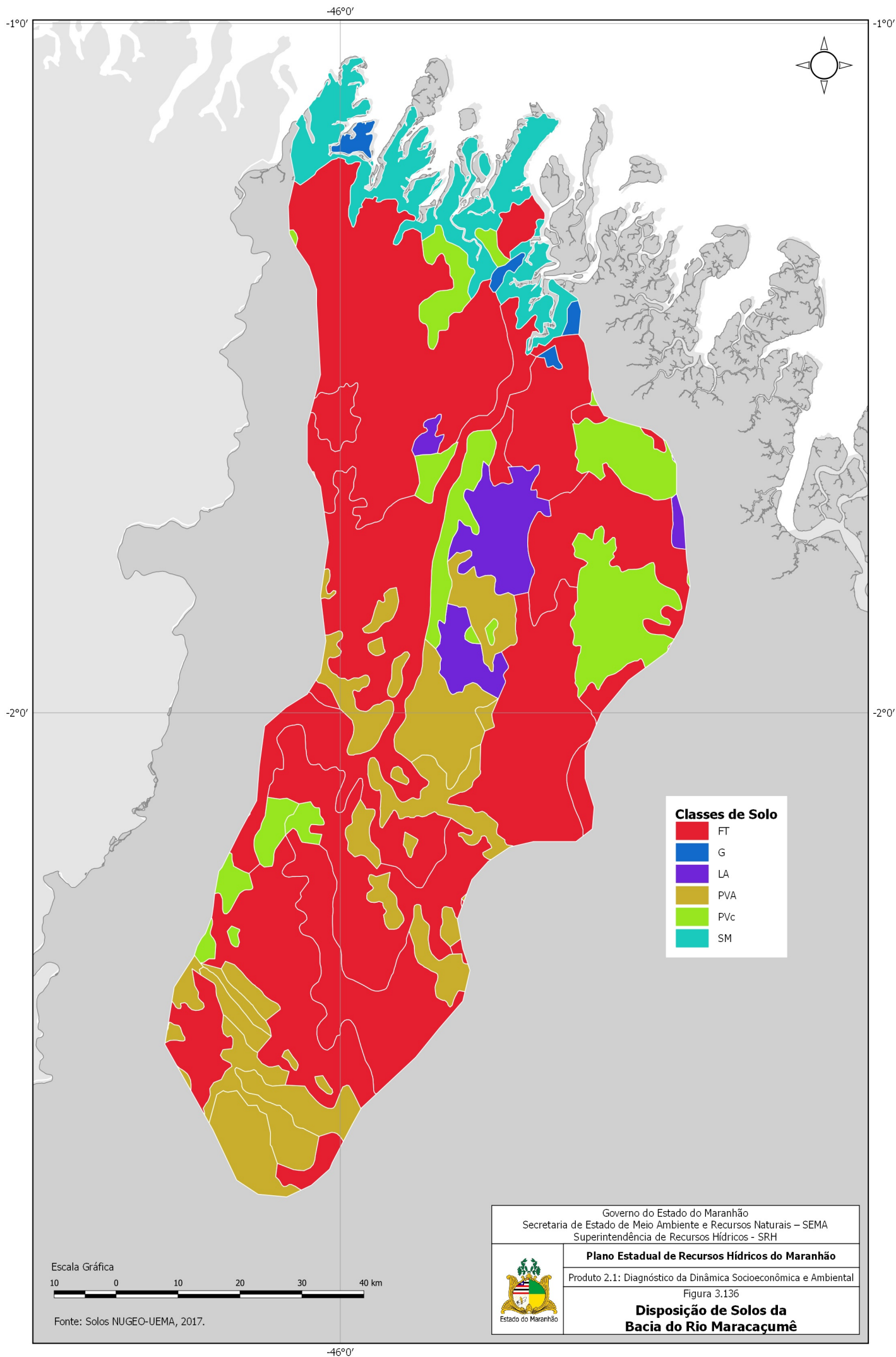
-42°0'





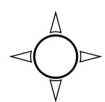






-42°0'

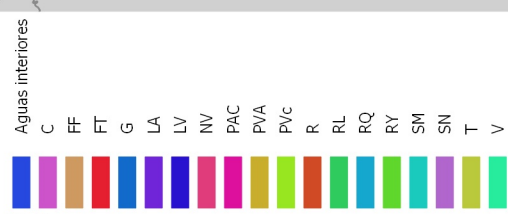
-43°0'



Legenda

○ Sede Municipal (50 mil habitantes ou mais)

Classes de Solo

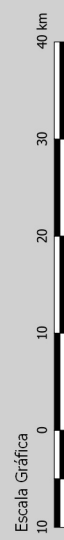


Tutóia

Barreirinhas

-3°0'

-3°0'



Fonte: Solos NUGEO-UEMA, 2017.



Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos - SRH

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

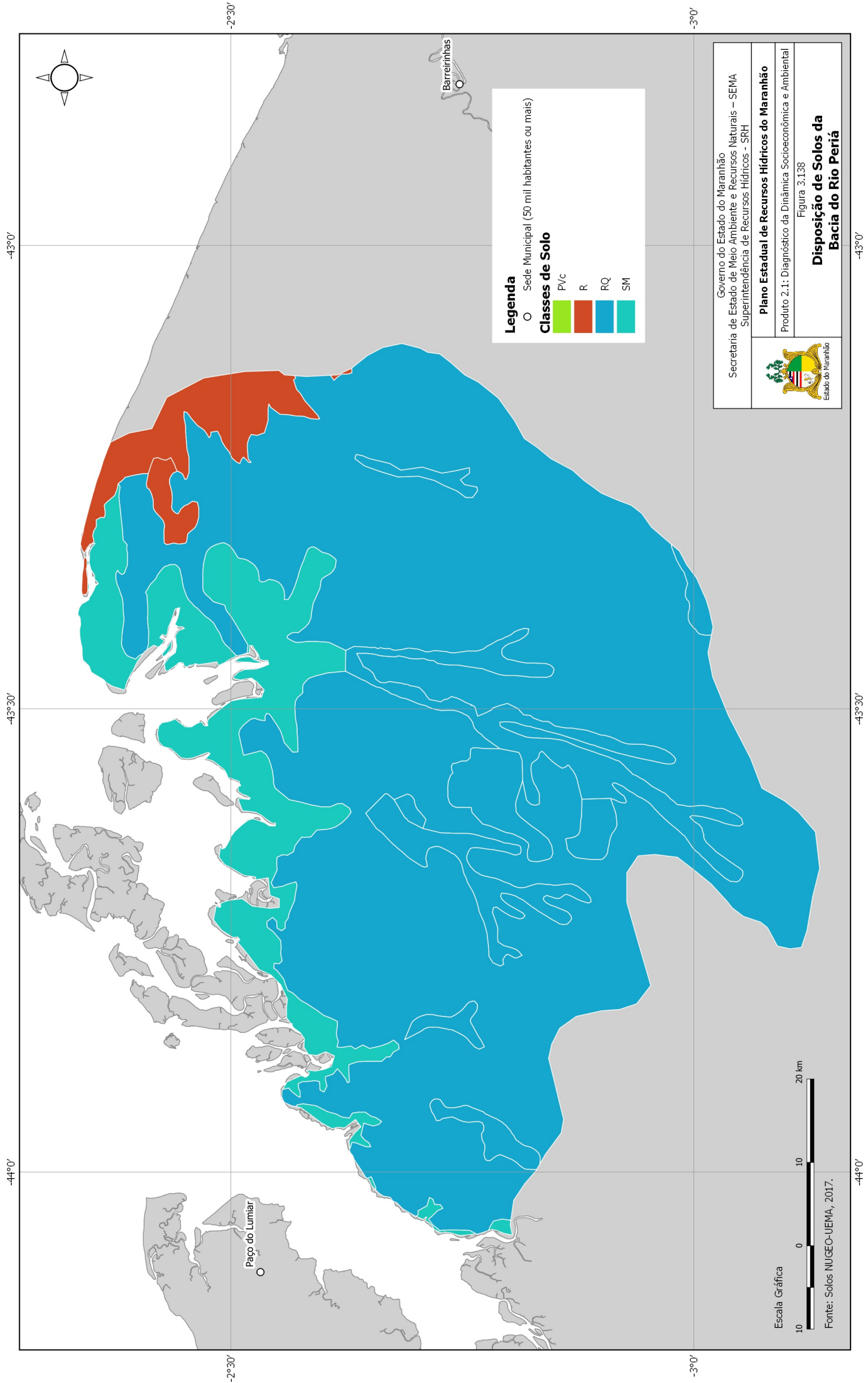
Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

Figura 3.137

**Disposição de Solos da
Bacia do Rio Preguiças**

-43°0'

-42°0'





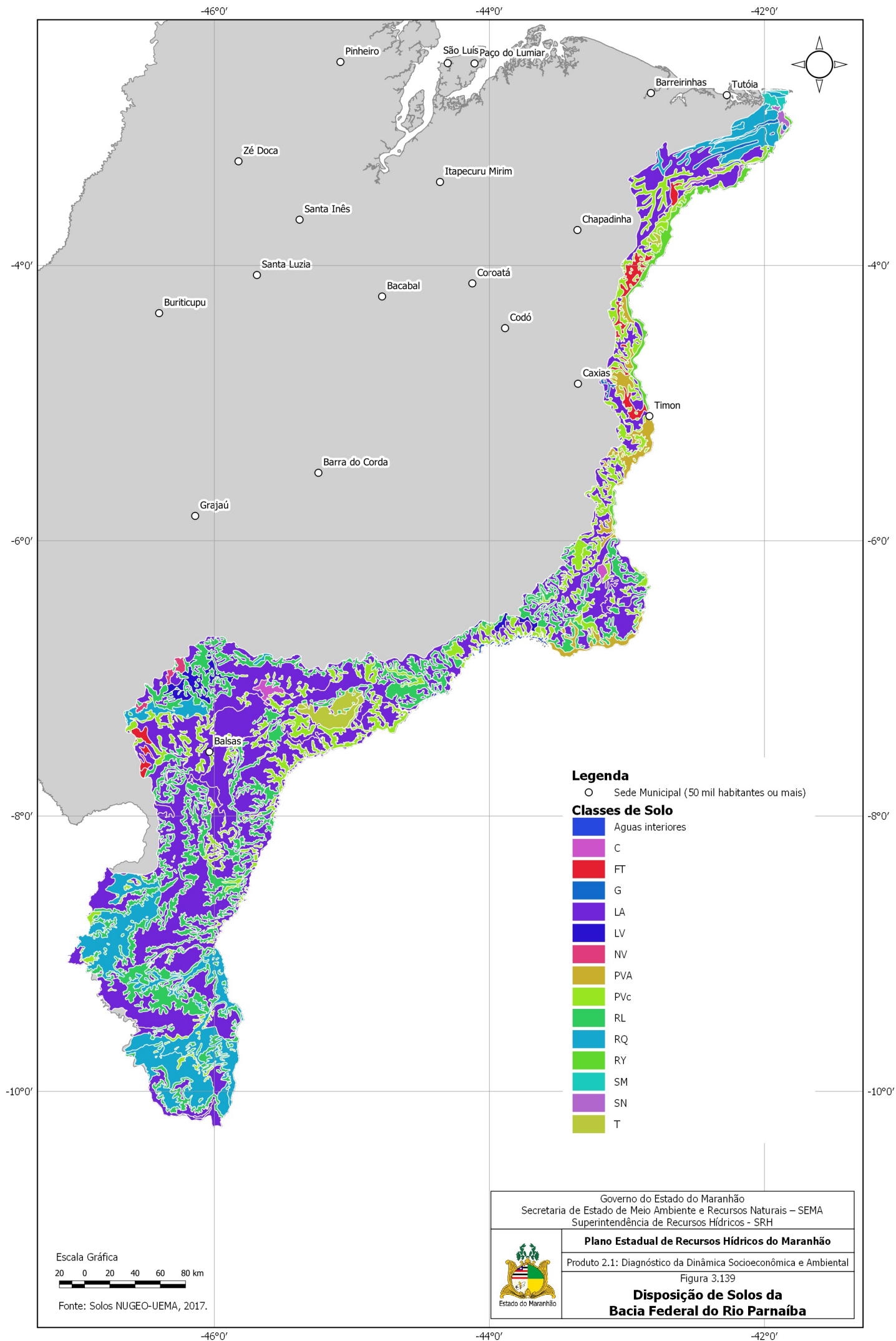
Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos – SRH

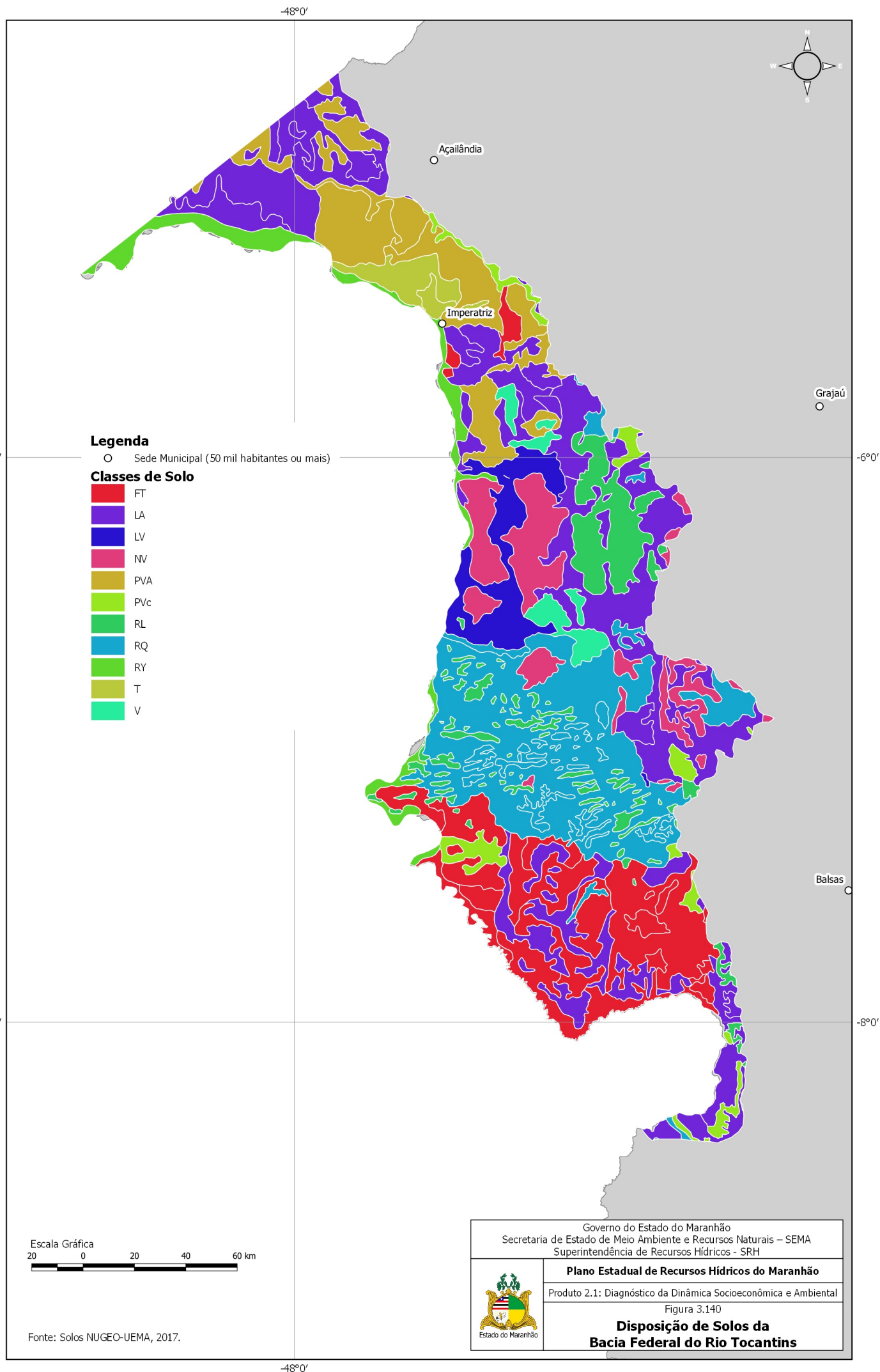
Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

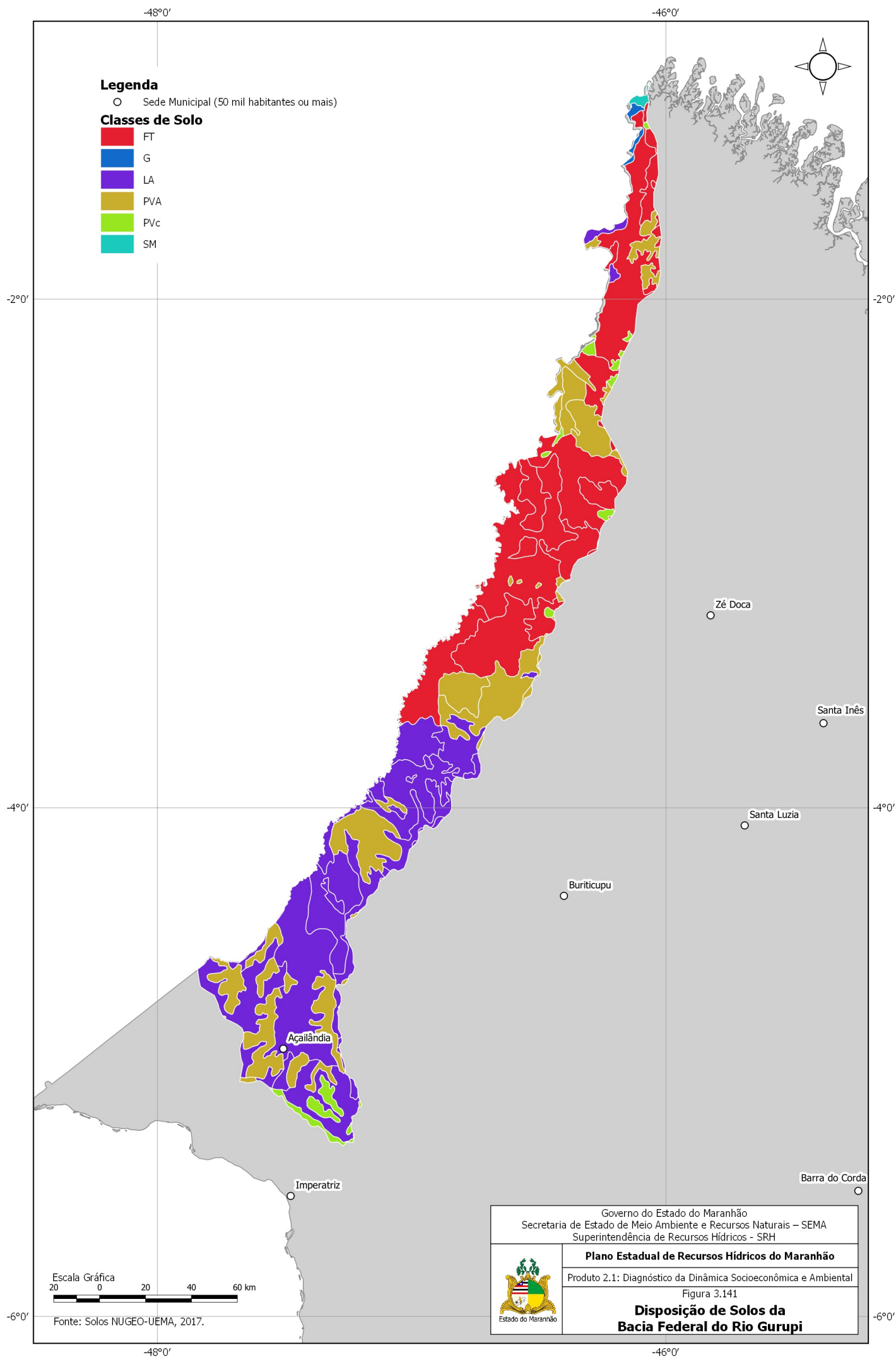
Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

Figura 3.138

Disposição de Solos da Bacia do Rio Peria







3.4.2. Descrição das principais classes de solo que ocorrem no Maranhão

✓ **Latossolo Amarelo (Latossolo Amarelo)**

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, baixos teores de Fe_2O_3 (menor que 7%) de coloração amarelada centradas nos matizes de 7,5YR a 2,5YR, com valores 5 e cromas iguais ou superiores a 4 (OLIVEIRA et al., 1992) e com transições graduais ou difusas entre seus horizontes (JACOMINE et al., 1986). O horizonte B apresenta predominância de minerais 1:1 (grupo da caulinita) na fração argila, ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis, atividade de argila (depois de descontada a contribuição da matéria orgânica) menor que 13 meq/100 g de argila, relação molecular Ki mais elevada em relação a grande parte de outros Latossolos tropicais (normalmente entre 1,8 e 2,2), relação molecular Kr maior ou igual a 1,40, porcentagem de Fe_2O_3 do ataque sulfúrico menor que 7%, relação entre a porcentagem de Fe_2O_3 e a soma dos óxidos do ataque sulfúrico menor que 0,20 e baixa relação silte/argila (JACOMINE et al., 1986).

São solos profundos, de bom a acentuadamente drenados, de textura variando de média a muito argilosa no horizonte B. Em sua maioria, apresentam-se coesos, duros ou muito duros quando secos, principalmente nos horizontes AB ou BA, ou mesmo no topo do Bw. Apresentam horizonte A predominantemente moderado, ocorrendo também A proeminente. No Maranhão, são predominantemente álicos, ocorrendo também distróficos (JACOMINE et al., 1986).

Ocorrem normalmente em relevo plano e suave ondulado e, com menos frequência, ondulado (OLIVEIRA et al., 1992). No Maranhão, distribuem-se em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, a poucos metros acima do nível das várzeas, ora altas e de extensões consideráveis, apresentam relevo plano, com pequenas e suaves ondulações, e têm como material de origem mais comum as coberturas de arenoargilosas a argilosas derivadas ou assentadas sobre materiais de várias formações geológicas, sobretudo sedimentares; em pequenas áreas, são originados de materiais afetos ao Grupo Barreiras. Ocorrem sob vários tipos de vegetação, tais como: cerrado subcaducifólio; florestas subperenifólia, subcaducifólia e caducifólia; transições entre florestas e entre floresta e cerrado; e, raramente, entre cerrado e caatinga (JACOMINE et al., 1986).

Apresentam fertilidade natural muito baixa, acidez elevada, comumente alta saturação por alumínio e valores muito baixos de soma e saturação por bases. As condições de relevo plano e suave ondulado, sobretudo quando os solos são de textura média, favorecem a utilização

agrícola, desde que sejam corrigidas as deficiências de nutrientes. Os solos de textura muito argilosa apresentam algumas limitações quanto aos aspectos físicos, sobretudo em decorrência da sua forte coesão quando secos (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Latossolo Vermelho-Escuro (Latossolo Vermelho)**

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico vermelho-escuro, vermelho ou bruno-avermelhado-escuro de matiz 4YR ou mais vermelho, valores de 3 a 5 e croma de 4 a 6. Os teores de Fe_2O_3 provenientes do ataque sulfúrico em terra fina seca ao ar (TFSA) são inferiores a 18% quando argilosos ou muito argilosos e usualmente inferiores a 8% quando de textura média, com atração magnética fraca ou inexistente (OLIVEIRA et al., 1992).

No Maranhão, esses solos apresentam textura variando de média a argilosa nos horizontes A e B. O horizonte A é predominantemente moderado ou proeminente, com estrutura fraca, pequena e média granularidade, consistência de macia a ligeiramente dura para o solo seco, de muito friável a friável para o solo úmido, de não plástica a ligeiramente plástica e de não pegajosa a ligeiramente pegajosa para o solo molhado. O horizonte B apresenta estrutura fraca com aspecto maciço poroso *in situ*, consistência macia ou ligeiramente dura para o solo seco, muito friável para o solo úmido, de ligeiramente plástica a plástica e de ligeiramente pegajosa a pegajosa para o solo molhado. O horizonte A apresenta transição gradual ou difusa e plana para o horizonte B. Apresentam-se álicos ou distróficos, bem fortemente drenados, situados em topos de relevo plano e suave ondulado. São originados de coberturas provenientes predominantemente da alteração de arenitos vermelhos em mesclagem com basaltos da Formação Mosquito ou apenas de coberturas de materiais arenoargilosos e argilo-arenosos derivados de sedimentos da Formação Sambaíba. A vegetação é de floresta subcaducifólia/cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio, raramente com ocorrência de babaçu (JACOMINE et al., 1986).

São solos heterogêneos quanto à textura e à fertilidade. Aqueles com grande contribuição de areia normalmente apresentam menor capacidade de retenção de água e de nutrientes, e também menor resistência à erosão. Respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos. Situam-se em relevo plano e suave ondulado, o que favorece a mecanização (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Latossolo Roxo (Latossolo Vermelho)**

São solos minerais não hidromórficos, vermelho-escuros de tonalidade arroxeada (matizes de 2,5YR a 10R), derivados de rochas básicas e tufitos, com horizonte B latossólico e teores consideravelmente elevados de Fe_2O_3 no horizonte B ($> 18\%$ e $< 40\%$), MnO e, usualmente, TiO_2 , com atração magnética forte e predominantemente de textura argilosa ou muito argilosa (OLIVEIRA et al., 1992).

No Maranhão, os Latossolos Roxos apresentam perfis profundos e bem drenados, com horizonte A moderado, transições difusas ou graduais entre os horizontes e textura muito argilosa no horizonte B. São álicos e distróficos, com saturação por alumínio de 50% a 68% e saturação por bases de 10% a 18%. Ocorrem em relevo de plano a suave ondulado de superfície aplainada; são originados de basaltos em áreas originalmente ocupadas pela floresta subcaducifólia (JACOMINE et al., 1986).

Os Latossolos Roxos situam-se em relevo favorável à mecanização e apresentam boas condições físicas. São profundos, porosos, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo. A presença de camada adensada abaixo do piso do arado é comum em áreas intensamente cultivadas com máquinas pesadas, o que reduz a porosidade e permeabilidade do solo e aumenta a sua resistência à penetração do sistema radicular. Apresentam limitações decorrentes da elevada acidez e baixa fertilidade natural, mas respondem bem às aplicações adequadas de fertilizantes e corretivos, com boas produções. A grande quantidade de óxidos de ferro, ou de ferro e alumínio, e a textura argilosa favorecem a adsorção do fósforo, requerendo doses relativamente maiores desse elemento em comparação com solos com mineralogia e textura diferentes. Apresentam boa resistência à erosão, contudo, requerem tratos conservacionistas adequados conforme o declive do terreno e o uso (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Podzólico Vermelho-Amarelo (Argissolo ou Nitossolo)**

São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte A ou E seguidos de horizonte B textural não plântico, argila de atividade alta ou baixa, cores de vermelhas a amarelas e teores de $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 11\%$. Os horizontes são bem diferenciados, com transições claras ou graduais, por vezes abruptas do A para o E. O horizonte B pode ou não apresentar cerosidade (JACOMINE et al., 1986).

Entre os Podzólicos Vermelho-Amarelos (PV) examinados pelo SNLCS no Maranhão, são mais frequentes solos com horizonte A moderado. Solos com horizonte A proeminente e fraco

são pouco frequentes e com A chernozêmico são raros. A textura do horizonte A é normalmente de média ou arenosa, com estrutura fraca ou moderada em blocos subangulares e/ou granulares. A ocorrência de estrutura maciça ou em grãos simples é pequena. A textura do horizonte Bt é média ou argilosa e poucas vezes muito argilosa, com estrutura de fraca a moderada, pequena e média, de blocos subangulares e/ou angulares, ocasionalmente apresentando cerosidade de fraca a moderada nas superfícies dos agregados estruturais; consistência de ligeiramente dura a muito dura para o solo seco, de friável a firme para o solo úmido, plástica e pegajosa para o solo molhado. No Maranhão, foram encontrados tanto PVs álicos e distróficos quanto PVs eutróficos. Ocorrem em grandes extensões no estado, situando-se principalmente em encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e de topos de chapadas com relevo que varia de plano até forte ondulado. São originados de materiais de várias formações geológicas, principalmente de sedimentos da Formação Itapecuru, mas também podem ter origem em materiais da Formação Pedra de Fogo, sedimentos do Grupo Barreira ou de coberturas argilo-arenosas sobre outras formações geológicas. As formações vegetais predominantes nos PV são as florestas, algumas vezes de transição para o Cerrado, mas também ocorrem cerrados em menores áreas. As áreas mapeadas com PV constituem um dos principais suportes dos babaquais nativos da região. O coco-babaçu alcança sua maior produtividade em áreas de PVs eutróficos (JACOMINE et al., 1986).

A grande diversidade de atributos de interesse agrônômico dos PVs – profundidade, textura, saturação por bases, saturação por alumínio, atividade de argila, pedregosidade, plintitas e relevos variados – torna difícil generalizar as suas qualidades (OLIVEIRA et al., 1992).

Em relação aos Latossolos, os PVs apresentam maior susceptibilidade à erosão. Essa susceptibilidade é mais acentuada em PVs abruptos e tende a ser maior quanto maior for a declividade do terreno. Os solos distróficos e os álicos apresentam restrições quanto à fertilidade. Os álicos e com argila de atividade alta requerem quantidades de corretivos relativamente grandes para eliminar a toxicidade pelo alumínio e suprir as plantas com cálcio e magnésio. Os eutróficos, desde que não abruptos, usualmente apresentam como principal restrição as condições de relevo – em geral ocorrem em relevo ondulado ou mais acidentado (OLIVEIRA et al., 1992).

Áreas de relevo de plano a suave ondulado podem ser aproveitadas racionalmente para a agricultura, com utilização de corretivos e adubos e controle da erosão. No Maranhão, áreas com PV são normalmente utilizadas para o extrativismo do babaçu, para a prática da

agricultura de subsistência e pecuária extensiva e subextensiva de bovinos (JACOMINE et al., 1986).

✓ **Podzólico Vermelho-Amarelo Concrecionário (Plintossolo)**

Esta classe compreende solos com horizonte B textural e tem, nos seus perfis, grande quantidade de calhaus e cascalhos constituídos de concreções de ferro que foram originariamente formadas in situ pelo endurecimento irreversível de plintita, ou mesmo transportadas. Diferem dos solos da classe Plintossolo Concrecionário primordialmente por terem, entre o horizonte A e o horizonte plântico subjacente, um horizonte B sem plintita e contendo concreções de ferro de permeio com o material terroso de cores vivas (vermelhas, amarelo-avermelhadas e vermelho-amareladas) (JACOMINE et al. 1986).

No Maranhão, esses solos são Álicos, Distróficos ou Eutróficos, com argila de atividade baixa e com textura média ou média-argilosa. São normalmente plânticos, de fortemente ácidos a moderadamente ácidos, com saturação de bases de baixa a alta (entre 20% e 85%) e saturação por alumínio de 55% a 75% nos solos álicos. Ocorrem em áreas com relevo variando de plano a forte ondulado; o material de origem é constituído principalmente de arenitos e siltitos da Formação Pedra-de-Fogo e do Grupo Itapecuru (JACOMINE et al., 1986).

Apresentam limitações muito fortes ao manejo e à mecanização, decorrentes da grande quantidade de calhaus e cascalhos na superfície e dentro dos perfis. Por outro lado, são relativamente bem drenados, retêm umidade e matéria orgânica de maneira razoável e são bem resistentes à erosão (JACOMINE et al., 1986).

✓ **Podzólico Acinzentado (Argissolo acinzentado)**

Compreende solos minerais não hidromórficos com horizonte B textural de cores acinzentadas, com baixa atividade de argila, álicos e distróficos, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural. O horizonte Bt é bastante influenciado pela flutuação do lençol d'água, fato que lhe confere cores de redução, com ou sem mosqueados. Podem apresentar fragipã (JACOMINE et al, 1986). O acréscimo de argila do horizonte A para o Bt é significativo, e resulta em valores de relação textural B/A iguais ou superiores a 1,7 (OLIVEIRA et al., 1992).

No Maranhão, os Podzólicos Acinzentados são profundos, bem diferenciados, normalmente com horizonte A de textura predominantemente arenosa ou média, espessura variável, com transição clara ou abrupta para o horizonte Bt. Ocorrem em pequenas extensões, em relevo

plano e suave ondulado, em áreas de florestas, em grande parte com babaquais, e em veredas com vegetação de buritis e juçaras.

As principais limitações ao uso agrícola decorrem da baixa fertilidade natural e forte acidez. Requerem o uso de fertilizantes químicos e corretivos para alcançar alguma produtividade agrícola (JACOMINE et al., 1986). A drenagem interna algo restrita é outra limitação ao uso agrícola; por outro lado, o relevo plano e suave ondulado normalmente não oferece limitação ao uso de máquinas (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Plintossolo e Plintossolo Concrecionário (Plintossolo e Plintossolo Pétrico)**

Esta classe compreende solos minerais hidromórficos sob condições de restrição à percolação d'água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade, via de regra imperfeitamente drenados, que se caracterizam sobretudo por apresentarem horizonte plíntico, o qual pode situar-se imediatamente abaixo de um horizonte A ou de outro(s) horizonte(s) de cores pálidas ou pouco cromadas que indiquem restrição de drenagem do solo (JACOMINE et al., 1986). O horizonte plíntico ocorre dentro dos 40 cm superficiais, ou em maiores profundidades quando subsequente ao horizonte E, ou subsequente a horizonte(s) muito mosqueados de redução, ou subsequente a horizonte(s) essencialmente petroplínticos (OLIVEIRA et al., 1992).

Quando os solos apresentam petroplintita (nódulos e concreções lateríticas, são denominados Plintossolos Concrecionários (Pétricos). A petroplintita pode estar presente em quantidades, formas e intensidades de cimentação variáveis; pode ocorrer desde a superfície, ou ter início em diversas profundidades abaixo dela. Em profundidade, a petroplintita precede o horizonte plíntico e a cimentação é tipicamente de intensidade decrescente em relação à gradação para o horizonte plíntico subjacente (OLIVEIRA et al., 1992).

Estes solos podem ser álicos, distróficos e eutróficos, com atividade de argila baixa ou alta. Os Plintossolos ocupam enormes extensões no Maranhão, sobretudo na Baixada Maranhense. Ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suave ondulado e poucas vezes ondulado. São originados de materiais de diversas formações geológicas, destacando-se os sedimentos da Formação Itapecuru do Cretáceo. São originados também de materiais das Formações Sambaíba do Triássico e Pedra de Fogo do Permiano, ou mesmo de sedimentos do Grupo Barreiras e de sedimentos do Holoceno. A vegetação sobre esses solos é também bastante variada. Ocorrem sobretudo as florestas (subcaducifólia e subperenifólia), bem como os cerrados, e também, muito frequentemente, as formações de transição, sobretudo entre

floresta e cerrado. É nas áreas de florestas que os babaquais ocorrem com maior frequência (JACOMINE et al., 1986).

No Maranhão, as áreas de Plintossolos Eutróficos são as que propiciam maior produtividade, tanto com o coco-babaçu como com as diversas culturas e pastagens implantadas. Os Plintossolos álicos e distróficos, principalmente os arenosos, são solos de baixa fertilidade natural e acidez elevada, embora se prestem para suporte dos babaquais já existentes. Precisam de adubações e de corretivos, principalmente para atenuar os efeitos tóxicos do alumínio extraível que é de alto a muito alto nesses solos. De modo geral, são solos que, em grande parte, ocorrem em relevo plano e suave ondulado, que favorece o uso de máquinas agrícolas, mas que requerem os necessários cuidados conservacionistas a fim de se evitar os efeitos da erosão, sobretudo quando se cultivam espécies de ciclo curto. A drenagem também é necessária em muitas áreas destes solos (JACOMINE et al., 1986).

Em perfis com petroplintita pouco profunda e formando uma camada contínua e espessa, as limitações para a utilização agrícola do solo tornam-se mais sérias, pois a permeabilidade, a restrição ao enraizamento das plantas e o entrave ao uso de equipamentos agrícolas podem tornar-se críticos. A classe compreende solos de drenagem variável. Portanto, há ocorrência de solos nos quais há excesso d'água temporário e outros com excesso prolongado durante o ano, condições que constituem limitação importante ao seu aproveitamento (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Areias Quartzosas (Neossolo Quartzarênico)**

Compreende solos minerais, casualmente orgânicos na superfície, hidromórficos ou não, geralmente profundos, essencialmente quartzosos, com textura de areia ou areia franca até, no mínimo, a profundidade de 2 m da superfície. As frações areia grossa e areia fina desses solos são constituídas essencialmente de quartzo e, por conseguinte, virtualmente ausentes de minerais primários facilmente intemperizáveis. Os solos apresentam horizonte A moderado ou fraco, raramente proeminente ou turfoso, este mais frequente nas areias quartzosas hidromórficas. Do horizonte A, segue um horizonte C solto ou muito friável, pouco diferenciado (OLIVEIRA et al., 1992). A estrutura é muito fraca, pequeno granular, com aspecto maciço e grãos simples (ADÂMOLI et al., 1985).

As areias quartzosas não hidromórficas do interior apresentam cores amarelas, vermelhas, de gamas intermediários, ou mesmo de coloração desbotada (OLIVEIRA et al., 1992). São solos extremamente permeáveis, praticamente sem estrutura e com capacidade de retenção de

umidade muito baixa. As areias quartzosas marinhas, não hidromórficas, usualmente são brancas ou acinzentadas, formadas em depósitos arenosos costeiros (OLIVEIRA et al., 1992). Compreende as dunas fixas, com horizonte A incipiente, ligeiramente escurecido por matéria orgânica, e as dunas móveis, sem desenvolvimento de horizontes (ARAÚJO et al., 1973).

As areias quartzosas hidromórficas apresentam lençol freático elevado durante grande parte do ano, mas não chegam a apresentar horizonte glei em decorrência dos baixos teores de argila. São solos álicos, distróficos ou sódicos, com horizonte A moderado ou proeminente, ocasionalmente turfoso, o que torna o solo de constituição superficialmente orgânica (OLIVEIRA et al., 1992).

As areias quartzosas são solos pobres em nutrientes para as plantas, tanto macro como micronutrientes, além de não disporem de reservas nutricionais que possam ser liberadas gradativamente. As variedades bem drenadas desses solos são usualmente álicas ou distróficas e apresentam sérias limitações quanto à capacidade de armazenamento de água disponível (OLIVEIRA et al., 1992). As areias quartzosas hidromórficas, apesar da permeabilidade muito grande, apresentam limitações pela restrição de drenagem, decorrente da presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano (OLIVEIRA et al., 1992).

As areias quartzosas marinhas, quando desprovidas de cobertura vegetal, podem ter problemas de erosão eólica, em decorrência da ação dos ventos dominantes na orla marítima (OLIVEIRA et al., 1992). Essas limitações restringem o uso das areias quartzosas para agricultura, pois elas prestam-se mais ao reflorestamento. As areias quartzosas marinhas são mais aproveitadas para as culturas do coco-da-bahia e do cajueiro (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ Solos Litólicos (Neossolo Litólico)

São solos minerais não hidromórficos, rudimentares, pouco evoluídos, rasos (< 50 cm até o substrato rochoso). O horizonte A pode estar assentado sobre um horizonte C pouco espesso, sobre um exíguo horizonte Bi, ou diretamente sobre a rocha coerente e dura, ou cascalheira espessa. Apresentam grande diversidade morfológica e são também bastante heterogêneos quanto à fertilidade e aos atributos químicos, físicos e mineralógicos. Esses atributos têm estreita relação com o material de origem, exceto aqueles decorrentes da matéria orgânica. Podem ser eutróficos, distróficos ou álicos; com argila de atividade alta ou baixa. É frequente a presença de relevantes quantidades de materiais primários facilmente intemperizáveis (OLIVEIRA et al., 1992).

Em decorrência de sua pequena espessura, o fluxo d'água dentro dos solos litólicos é precocemente interrompido, facilitando o escoamento em superfície, gerado pela rápida saturação do solo, e em subsuperfície, na zona de contato solo-rocha. Tal situação pode responder pela ocorrência de processos erosivos e, mais especificamente, de deslizamentos, e agrava-se nas encostas mais íngremes e desprovidas de vegetação (GUERRA e BOTELHO, 1998).

Além da suscetibilidade à erosão, os solos litólicos apresentam outras limitações ao uso agrícola. O substrato rochoso duro dificulta ou impede a penetração do sistema radicular das plantas. A rocha dura a pouca profundidade e a presença frequente de cascalhos, pedras e matacões, aliada ao relevo normalmente acidentado das áreas de sua ocorrência, impede ou restringe o uso de implementos agrícolas no preparo da terra (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Terra Roxa Estruturada (Nitossolo Vermelho)**

Compreende solos minerais, não hidromórficos, profundos, argilosos e muito argilosos, com horizonte B textural e estrutura em blocos bem desenvolvida, cores vermelho-escuras ou bruno-avermelhadas (JACOMINE et al., 1986), cerosidade de moderada a forte, alta estabilidade dos microagregados, pouca diferenciação nas cores dos horizontes e presença de minerais magnéticos em grande quantidade (GUERRA e BOTELHO, 1998). Apresentam baixo gradiente textural, horizonte B com argila de atividade baixa, teores relativamente elevados de Fe_2O_3 e TiO_2 (maiores que 15% e 1,5%, respectivamente) (OLIVEIRA et al., 1992). São solos bem porosos, e percentuais de porosidade superiores a 50% são comuns.

A capacidade de troca de cátions do horizonte B, por definição, é inferior a 24 meq/100 g de argila, após desconto da matéria orgânica (OLIVEIRA et al., 1992).

As Terras Roxas Estruturadas (TR) podem ser eutróficas, distróficas ou álicas. São desenvolvidas a partir de rochas básicas ou ultrabásicas (basalto, gabro, piroxenitos ou anfibólitos) (GUERRA e BOTELHO, 1998). Ocorrem em relevo de suave ondulado a ondulado, e têm como vegetação predominante a floresta subcaducifólia e a transição floresta/cerrado (JACOMINE et al., 1986). As TR eutróficas são de elevado potencial nutricional, as distróficas, e mesmo as álicas, respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos (OLIVEIRA et al., 1992). Quando ocorrem em relevo suave ondulado, oferecem condições muito favoráveis ao uso de mecanização (JACOMINE et al., 1986). O baixo gradiente textural entre os horizontes A e B e a alta porosidade possibilitam, na maioria dos casos, apesar da textura pesada (argilosa), boa permeabilidade (GUERRA e BOTELHO,

1998). Em casos de drenagem moderada ou imperfeita e terrenos muito declivosos, a suscetibilidade à erosão desse solos aumenta (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Cambissolo (Cambissolo)**

Os Cambissolos são solos minerais não hidromórficos, com horizonte A seguido por horizonte B incipiente (Bi), não plântico, de textura franco-arenosa ou mais fina. O horizonte Bi é caracterizado pela presença de minerais primários de fácil intemperização ou, então, pela presença de outras características que indiquem um estágio pouco avançado de evolução, como a presença de fragmentos de rochas de permeio com a massa de solo e/ou a alta relação silte/argila e/ou atividade de argila mais alta que a requerida para distingui-los dos Latossolos ($> 13 \text{ meq}/100 \text{ g}$ de argila após correção para carbono). O Bi apresenta normalmente estrutura em blocos, fraca ou moderadamente desenvolvida ou maciça, com casos raros de estrutura forte. Cambissolos normalmente não contêm cerosidade, porém, se presente, é fraca e pouca (OLIVEIRA et al., 1992).

Por serem derivados dos mais diversos materiais de origem e encontrados sob condições climáticas variadas, podem apresentar textura de média até muito argilosa; podem ser rasos, pouco profundos ou profundos; álicos, distróficos ou eutróficos; com carbonatos ou carbonáticos; com atividade de argila desde muito baixa até muito alta (OLIVEIRA et al., 1992). A drenagem varia de acentuada a imperfeita (GUERRA e BOTELHO, 1998).

O grau de suscetibilidade desses solos à erosão é variável, depende da sua profundidade, da declividade do terreno, do teor de silte e do gradiente textural. Os Cambissolos mais rasos tendem a ser mais suscetíveis, pela presença de camada impermeável, representada pelo substrato rochoso, mais próxima da superfície (GUERRA e BOTELHO, 1998). Os Cambissolos podem ter bom potencial agrícola quando apresentam espessura no mínimo mediana, sem restrição de drenagem, em relevo pouco movimentado (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Vertissolo (Vertissolo)**

Compreende solos minerais de textura argilosa, com mais de 35% de argila de retículo expansível, normalmente escuros, que se contraem durante a estação seca e se expandem por ocasião da época chuvosa. Dessa maneira, aparecem fendas, muitas vezes largas e profundas, que se abrem desde o topo do perfil nos períodos secos e se fecham quando o solo se expande por ocasião da estação chuvosa (VIEIRA, 1988). Outras feições morfológicas presentes nesses solos são as superfícies de fricção (*slickensides*) em seções mais internas do perfil, a

inclinação das unidades estruturais em relação ao prumo do perfil e, ocasionalmente, a presença de microrrelevo “gilgai” na superfície dos terrenos (OLIVEIRA et al., 1992). O teor relativamente alto de argila e sua grande atividade conferem ao material desses solos elevada plasticidade e pegajosidade quando molhado, e consistência extremamente dura quando seco, fato que tem sérias implicações em sua utilização. São solos quase invariavelmente eutróficos, com elevados teores de soma de bases. É comum a presença de quantidades significativas de CO_3Ca equivalente, a ponto de se caracterizarem como Vertissolos com carbonatos ou carbonáticos e até cálcicos. Alguns são solódicos (OLIVEIRA et al., 1992).

Apresentam sequência A-Cv-Cvg, com insignificante diferenciação de horizontes. O horizonte Cv é de moderadamente a pouco espesso, raramente atingindo espessura superior a 80 cm, com estrutura em blocos, prismática ou mesmo paralelepipedica grande. A porosidade total, especialmente do horizonte C, é baixa, resultando em drenagem interna lenta e deficiente (OLIVEIRA et al., 1992). Os Vertissolos apresentam elevado potencial nutricional, representado por altos valores de soma de bases e de capacidade de troca de cátions, associados à presença de apreciáveis quantidades de minerais facilmente intemperizáveis. Apresentam sérias limitações relacionadas aos seus aspectos físicos. A elevada pegajosidade quando molhados e a extrema dureza quando secos demandam um esforço de tração muito grande, limitando a utilização mais extensiva desses solos. Às vezes, a camada superficial encontra-se em estado de umidade adequado para o seu preparo, contudo, as inferiores estão bem úmidas, ficando sujeitas a adensamentos. A erodibilidade, em razão da baixa permeabilidade, é relativamente alta, mesmo em terrenos pouco inclinados. Métodos de conservação do solo clássicos, como os terraços, podem ser inoperantes, devido aos processos naturais de fendilamentos e movimentação de massas de terras pelo molhamento e secagem (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ **Gleissolo (Gleissolo)**

São solos minerais, hidromórficos, com horizontes A ou H seguidos de horizonte glei começando a menos de 40 cm da superfície quando precedido pelo horizonte H (OLIVEIRA et al., 1992). São solos mal ou muito mal drenados, com forte gleização, desenvolvidos em várzeas, áreas deprimidas, planícies aluvionares, locais de terras baixas, vinculadas ao excesso de água, ou mesmo em bordas de chapadas em áreas de surgência de água subterrânea. Por terem origem em aportes de coluviação ou aluvionamento, esses solos não apresentam padrão de distribuição uniforme das características morfológicas e analíticas, nem horizontalmente, nem ao longo do perfil (OLIVEIRA et al., 1992). A textura pode ser bastante desuniforme ao

longo do perfil, com apreciáveis variações horizontais a curta distância, porém de classe franco-arenosa ou mais fina (OLIVEIRA et al., 1992). São solos pouco profundos, com ou sem mosqueado, distróficos, álicos ou eutróficos, dependendo da natureza do material sobre o qual se desenvolvem. Os eutróficos estão normalmente relacionados a solos férteis localizados nas encostas circunvizinhas que fornecem o material transportado e posteriormente depositado pelos agentes fluviais. Quando distróficos, são fortemente ácidos (GUERRA e BOTELHO, 1998).

Esses solos apresentam limitações ao uso agrícola pela presença de lençol freático elevado e o risco de inundação ou alagamentos frequentes. A drenagem é imprescindível para torná-los aptos para um maior número de culturas, pois, nas suas condições naturais, são utilizados, quando possível, apenas para o plantio de arroz, algumas pastagens e olericultura. A drenagem, quando o nível de base é elevado, pode ser de difícil execução (OLIVEIRA et al., 1992). Nos Gleissolos tiomórficos, a limitação ao uso agrícola-pastoril-florestal é maior. O lençol freático permanentemente elevado ou, quando drenados, a forte acidez que apresentam aliada à toxicidade pelo sulfato de alumínio e pelo ácido sulfúrico constituem graves limitações (OLIVEIRA et al., 1992). Quanto à suscetibilidade à erosão, os Gleissolos, por situarem-se em áreas planas, que não favorecem o escoamento, não apresentam limitações relevantes (GUERRA e BOTELHO, 1998).

✓ **Planossolo (Planossolo)**

Compreende solos minerais, hidromórficos ou não, com mudança textural abrupta entre os horizontes A e B ou entre os horizontes E e B. O horizonte B textural, de densidade aparentemente elevada, apresenta cores de redução e/ou mosqueamento resultantes de drenagem imperfeita ou má e com estrutura em blocos subangulares e/ou angulares médios ou grandes ou, ainda, prismática. A mudança textural abrupta entre os horizontes A ou E álbico e Bt é marcante ao ponto de se formar, no solo seco, uma superfície dita de faturamento entre o horizonte Bt e o suprajacente (OLIVEIRA et al., 1992).

São solos que, na sua maioria, apresentam altos valores de soma e saturação por bases, além de apreciáveis quantidades de minerais primários facilmente intemperizáveis, o que lhes confere importante capacidade nutricional para as plantas. O relevo aplainado ou suave ondulado não oferece empecilho à mecanização. As limitações mais sérias e comuns devem-se às propriedades físicas. O horizonte Bt ou Btg, quando pouco profundo, por ser extremamente duro, muito firme e, conforme o caso, muito plástico e muito pegajoso, dificulta o preparo do terreno e requer máquinas com boa capacidade de tração. O

adensamento desse horizonte pode ser tão intenso que limita a drenagem interna da água e determina vigência de condições redutoras. Nessas condições, a falta de oxigênio pode ser bastante prejudicial às plantas não adaptadas e favorecer a proliferação de certas doenças. O adensamento também pode limitar o aprofundamento das raízes das plantas (OLIVEIRA et al., 1992). A transição abrupta entre os horizontes A ou E e B, em função dos contrastes texturais e estruturais, responde pela alta suscetibilidade dos Planossolos à erosão (GUERRA e BOTELHO, 1998).

✓ Solos Aluviais (Neossolo Flúvico)

São solos minerais rudimentares, pouco evoluídos, não hidromórficos, formados em depósitos aluviais recentes, de tal ordem que apresentam como horizonte diagnóstico apenas o A, seguido de uma sucessão de camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si (OLIVEIRA et al., 1992). A natureza dessas camadas está estreitamente relacionada com o tipo dos sedimentos depositados, e elas podem apresentar composição e granulometria bastante heterogêneas (SOMMER et al., 1973). Além das grandes variações dentro do perfil, os solos aluviais apresentam variações de local para local (MARANHÃO, 2002). Podem ter horizonte A fraco, moderado, proeminente ou chernozêmico e as mais variadas texturas ao longo do perfil. Quimicamente, não apresentam também nenhuma especificidade, podendo ser tanto eutróficos como distróficos ou álicos. Os eutróficos podem ser vérticos, solódicos, sódicos ou com carbonatos. A atividade de argila pode ser alta ou baixa (OLIVEIRA et al., 1992). São encontrados não somente marginando rios e lagos, mas também, por vezes, constituindo calhas de drenagem em áreas de topografia movimentada (ARAÚJO et al., 1973).

Os solos aluviais são considerados de grande potencialidade agrícola, mesmo aqueles com baixa saturação por bases, pela posição que ocupam na paisagem, ou seja, áreas de várzeas, pouco ou não sujeitas à erosão; porém, pela sua própria origem, são muito heterogêneos quanto à textura e outras propriedades físicas e químicas, o que influencia o seu uso. Os solos eutróficos, bem drenados, com textura média ou siltosa são os mais produtivos; os mais pesados, de textura argilosa, podem apresentar limitações ao uso agrícola, por restrição de drenagem. Há de se considerar também que os terrenos ocupados por esses solos correm risco de inundação (OLIVEIRA et al., 1992).

✓ Solos Indiscriminados de Mangues

São constituídos por sedimentos não consolidados, recentes, geralmente gleizados, formados por material muito fino misturado a materiais orgânicos provenientes principalmente da deposição dos detritos do mangue e da atividade biológica provocada por caranguejos (ARAÚJO et al., 1973). São solos muito mal drenados, com conteúdo alto em sais minerais provenientes da água do mar e em compostos de enxofre, com textura variando desde argilosa até arenosa (MARANHÃO, 2002). Ocorrem em baixadas litorâneas, nas proximidades de desembocadura dos rios, margens de lagoas e partes baixas da orla marítima (MARANHÃO, 2002), onde o relevo é plano, às vezes côncavo, aspecto este que, acrescido da oscilação diária das marés, lhes proporciona a condição de má drenagem (ARAÚJO, 1973). A vegetação encontrada sobre esses solos é conhecida pelo nome de mangue, cobertura vegetal que se apresenta dominante e, por vezes, uniforme (ARAÚJO et al., 1973).

Entre os solos de mangue, merecem destaque os solos Gley Tiomórficos, que se apresentam mosqueados de coloração intensa (ocre), denominados de “*cat clay*”. Esse material tem origem nos sedimentos depositados pela água salobra, é pobre em carbonato de cálcio e rico em sulfeto de ferro. Quando artificialmente drenados, além de muito ácidos, tornam-se muito compactos e de difícil recuperação para a agricultura (ARAÚJO et al., 1973). Os solos indiscriminados de mangues não são utilizados para a agricultura devido às grandes limitações que apresentam, como excesso de água e sais, e aos investimentos que requerem para sua recuperação (ARAÚJO et al., 1973).

3.5. Cobertura Vegetal

3.5.1. Considerações Gerais e Uso e Cobertura Atual da Terra

A vegetação em um Plano Estadual de Recursos Hídricos é um dos fatores determinantes na estimativa dos escoamentos das águas precipitadas no espaço físico.

A vegetação que recobre as bacias hidrográficas interfere diretamente no ciclo de chuvas e influi na recarga de aquíferos subterrâneos. O desmatamento reduz os recursos hídricos disponíveis para o abastecimento humano e tem forte impacto sobre a qualidade da água, encarecendo o tratamento necessário para torná-la potável.

Em termos ambientais mais amplos trata-se de um dos componentes mais importantes da biota, na medida em que seu estado de conservação e de continuidade definem a existência ou não de habitats para as espécies, a manutenção de serviços ambientais ou mesmo o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas (PROBIO, 2007).

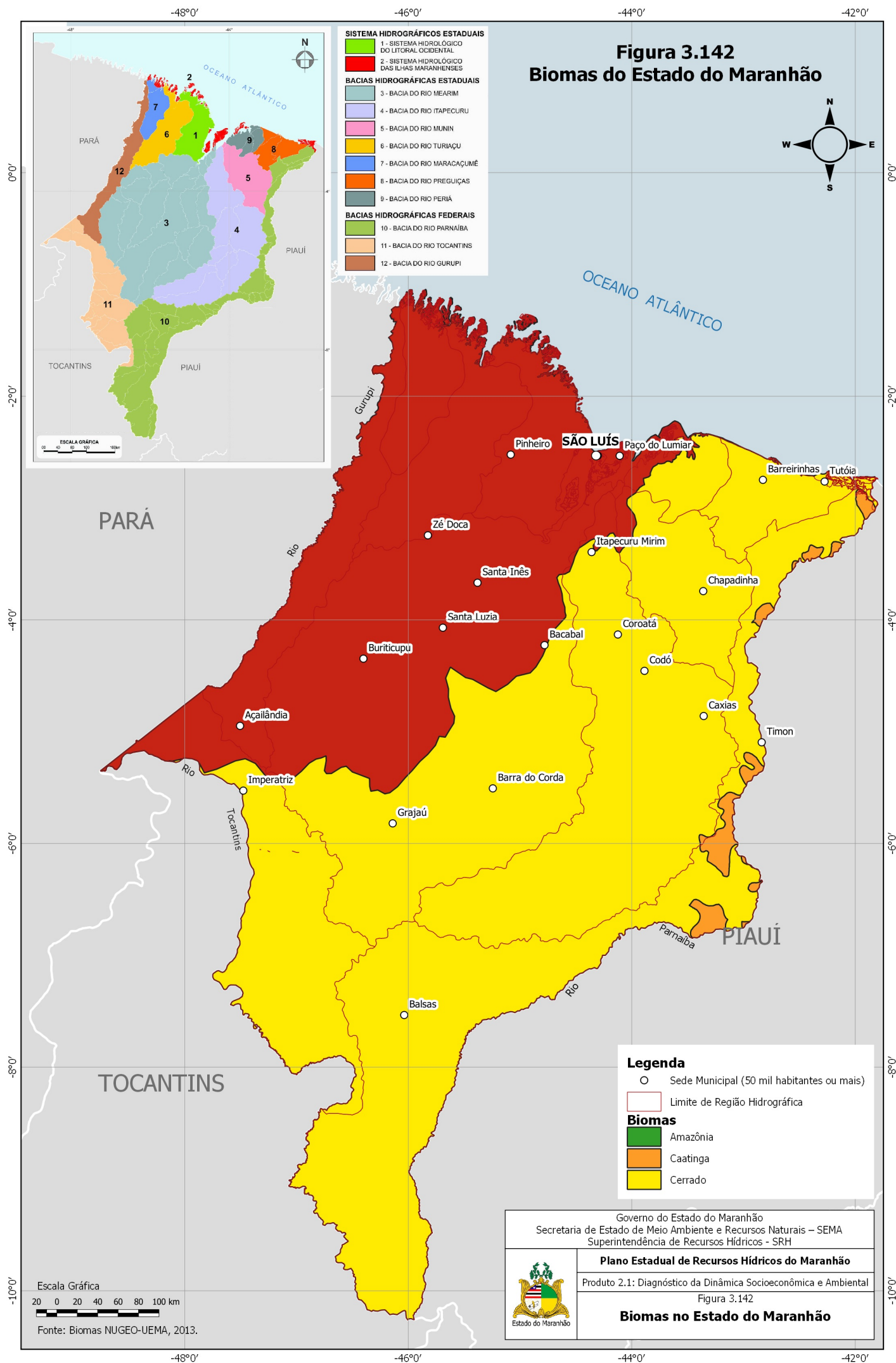
De acordo com a documentação do Macrozoneamento Econômico-ambiental do Estado do Maranhão, utilizada como fonte de informações para o presente diagnóstico do Plano Estadual de Recursos Hídricos, a análise da vegetação considera sua diversidade de ambientes, em três diferentes biomas: Amazônia (34,8%), Caatinga (1,1%) e Cerrado (64,1%) (**Ver Figura 3.142**).

A Amazônia é o maior bioma do Brasil, ocupando quase metade do território nacional.

Dominado pelo clima quente e úmido e com chuvas bem distribuídas durante o ano, esse bioma tem a vegetação característica de árvores altas, matas de várzeas nas planícies periodicamente inundadas e matas de igapó permanentemente inundadas, entre outras fitofisionomias.

O Cerrado que é predominante no estado é considerado um *hotspot* mundial de biodiversidade, reconhecido como a savana mais rica do mundo (BRASIL, 2013a). Com grande diversidade de habitats entre diferentes fitofisionomias, desde as mais abertas (campos) até matas fechadas (cerradão ou florestas semidecíduais) e incluindo, ainda, outras formações peculiares de ambientes específicos, como veredas e vegetações adaptadas a solos rochosos (STELLA, 2011). O Cerrado tem sofrido uma excepcional perda desses ambientes, apesar do reconhecimento de sua importância biológica (BRASIL, 2013a).

Também sendo desmatada de forma acelerada, a Caatinga tem sua conservação associada ao combate dos processos de desertificação que atingem zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas (BRASIL, 2013a). Ocupando 11% do território nacional, é considerada a região semiárida mais biodiversa do mundo (BRASIL, 2013a), caracterizada pela presença de arbustos com galhos retorcidos e com raízes profundas e de cactos e bromélias.



Conforme relato do Zoneamento Econômico-ambiental, a cobertura da vegetação do Estado do Maranhão no contexto de uso da terra, foi estudada em diversos trabalhos em diferentes escalas temporais e espaciais. Em 2011, o IBGE lançou o Mapa de Vegetação do Maranhão (IBGE, 2011), realizado com imagens TM/Landsat na escala 1:250.000. Outros trabalhos também contemplam a paisagem da região, mas de forma pontual, sem recobrimento do estado (BARRETO et al., 2013; ESPIG et al., 2013; KUX; SOUZA, 2012; RANGEL et al., 2000).

No presente Diagnóstico para o Plano Estadual de Recursos Hídricos, adotou-se o MacroZEE do Maranhão como base. Nele, a vegetação foi mapeada de acordo com o projeto Probio (PROBIO, 2007), que embasa o monitoramento nos biomas Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (IBAMA, 2013).

Esse projeto adota, para a legenda das regiões fitoecológicas dos diferentes biomas, o “Manual Técnico da Vegetação Brasileira” do IBGE (IBGE, 2012). Para o Estado do Maranhão, o diagnóstico de áreas com cobertura florestal foi realizado empregando o mapa base do Probio, ano de 2002, escala 1:250.000, atualizado em relação ao desmatamento para a data de 2010.

O mapa resultante de uso e cobertura da terra do Maranhão, com destaque das áreas de vegetação, possibilitou a identificação das fisionomias vegetais e regiões fitoecológicas (**Figura 3.143 e Tabela 3.114**) e respectivas descrições a seguir, de acordo com IBGE (2012).

As **Figuras 3.144 a 3.155** mostram a cobertura vegetal e uso atual de terra em cada uma das bacias hidrográficas do Estado do Maranhão.

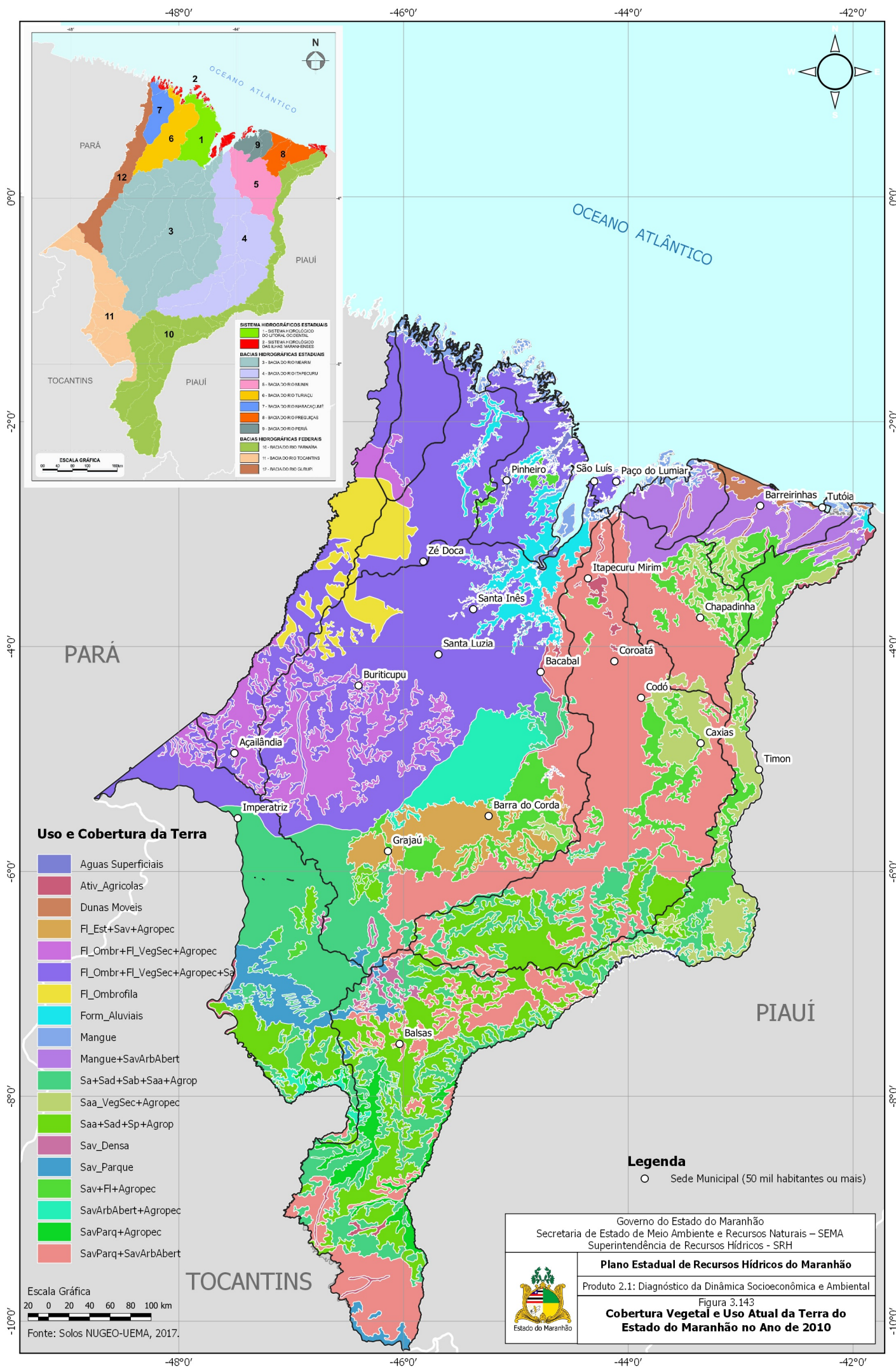
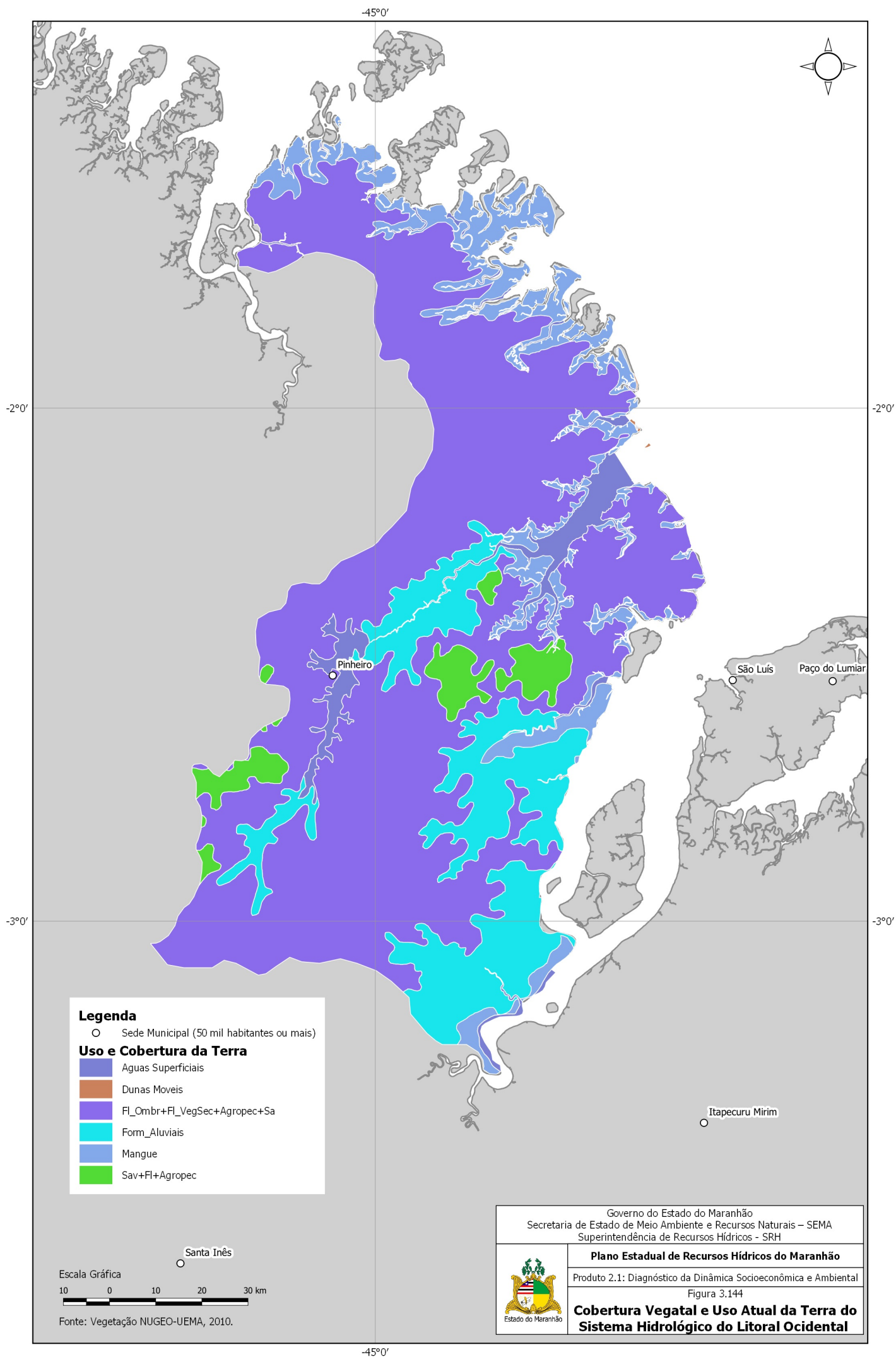


Tabela 3.114 - Código da legenda e área das unidades da cobertura vegetal.

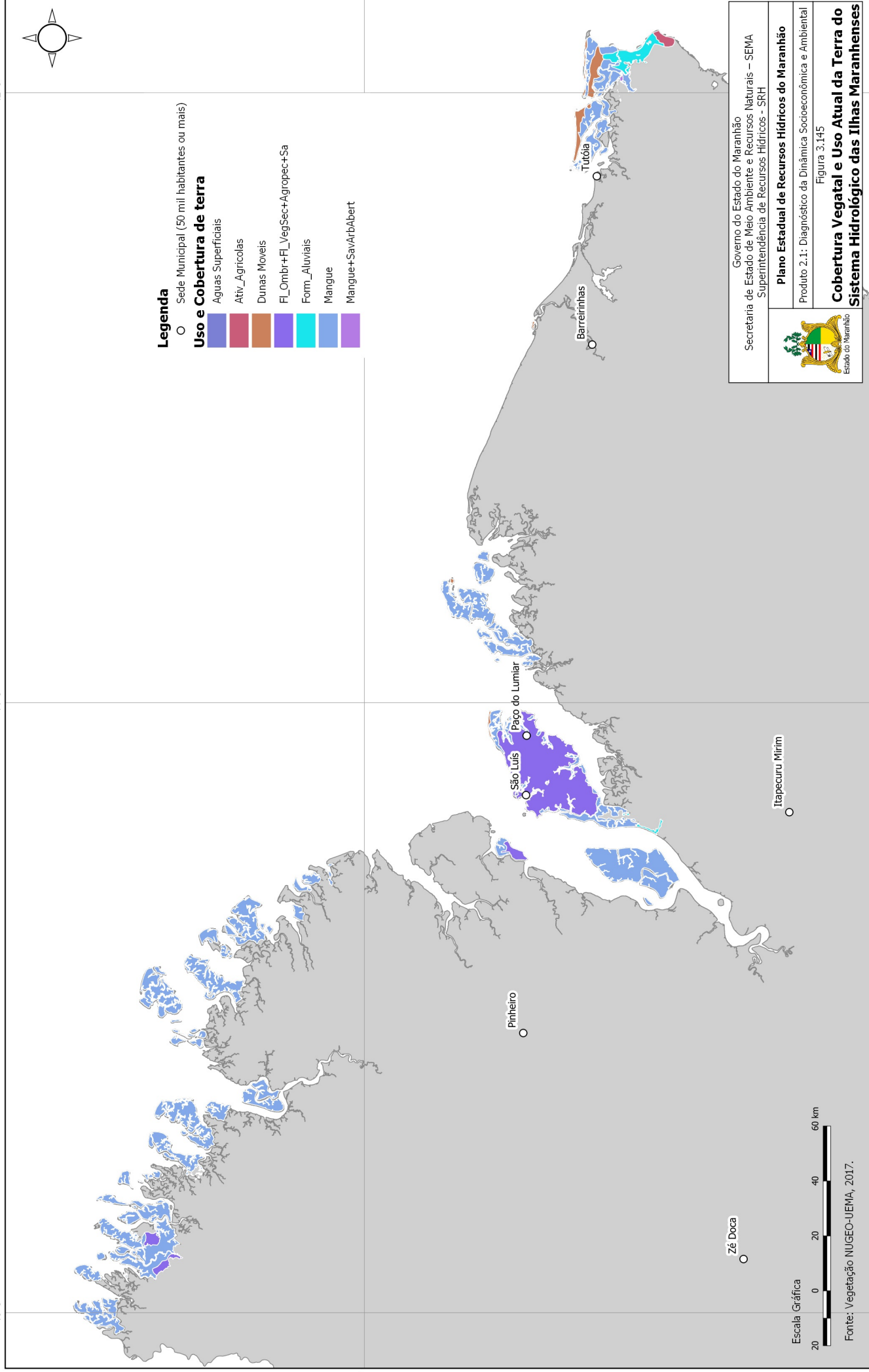
Legenda	Fisionomia	Região fitoecológica	Área (km²)	Área (% do Maranhão)
Da	Floresta ombrófila densa aluvial	Floresta Ombrófila Densa	21.425,79	6,45
Db		Floresta ombrófila densa terras baixas		
Ds		Floresta ombrófila densa submontana		
Ab	Floresta ombrófila aberta de terras baixas	Floresta Ombrófila Aberta	605,73	0,18
As		Floresta ombrófila aberta submontana		
Fa	Floresta estacional semidecidual aluvial	Floresta Estacional Semidecidual	40.824,22	12,30
Fb		Floresta estacional semidecidual terras baixas		
Fs		Floresta estacional semidecidual submontana		
Sd	Savana florestada	Savana / Cerrado	76.341,54	23,00
Sa		Savana arborizada		
Sp		Savana parque		
Sg		Savana gramíneo-lenhosa		
Ta		Savana estépica arborizada		
SN	Contato savana / floresta estacional	Sistema de Transição ou Tensão Ecológica	1.759,19	0,53
SO		Contato savana / floresta ombrófila		
ST		Contato savana / savana estépica		
STN		Contato savana / savana estépica / floresta estacional		
r	Refúgios vegetacionais	715,67	0,22	
Pm	Vegetação com influência marinha (Restinga)	Formações Pioneiras	19.516,72	5,88
Pf		Vegetação com influência fluviomarinha		
Pa		Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre		
Vs	Vegetação secundária	87.278,61	26,29	



-46°0'

-44°0'

-42°0'



-2°0'

-2°0'

-46°0'

-44°0'

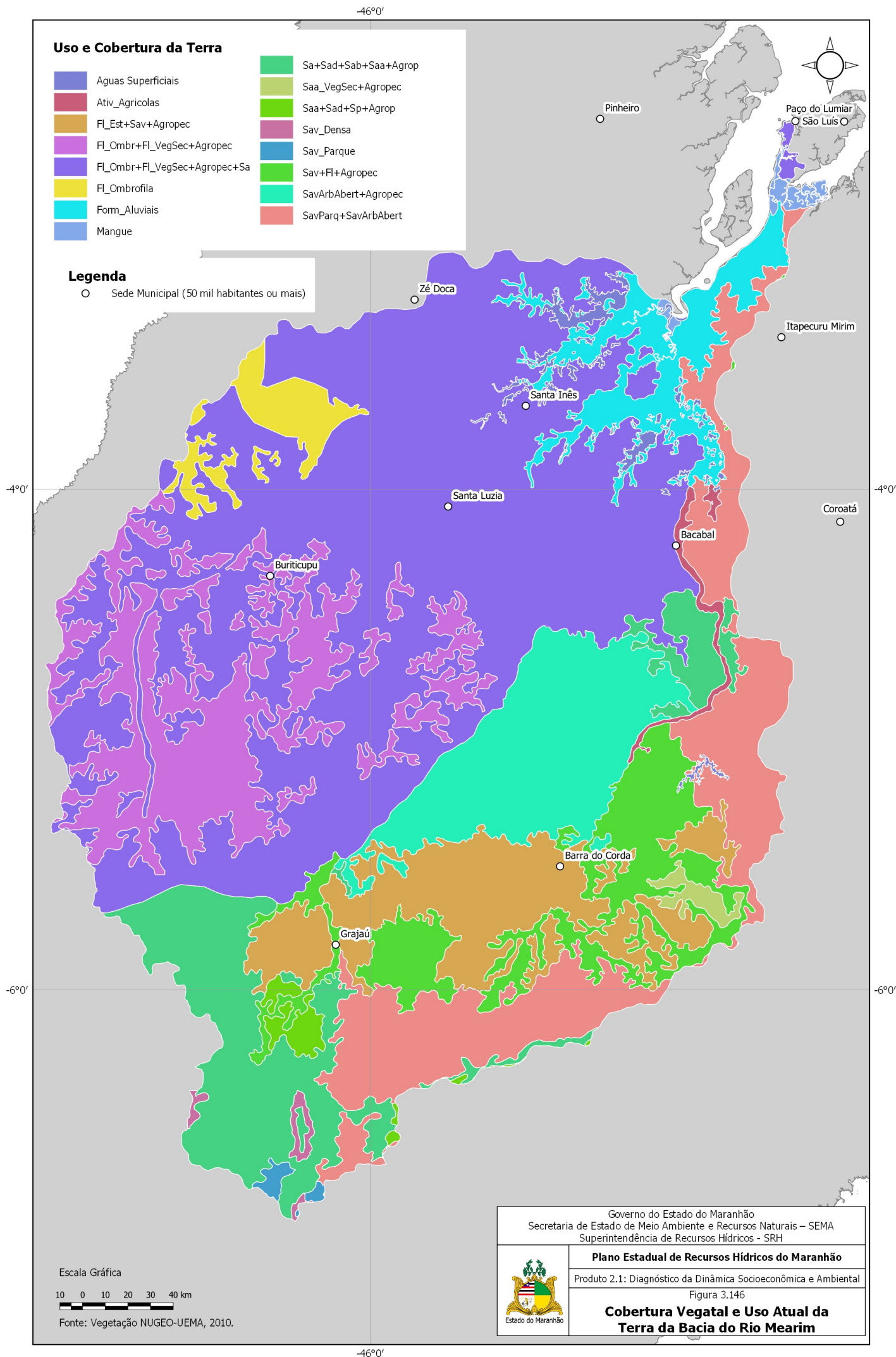
-42°0'

Uso e Cobertura da Terra

	Aguas Superficiais		Sa+Sad+Sab+Saa+Agrop
	Ativ_Agrícolas		Saa_VegSec+Agropec
	Fl_Est+Sav+Agropec		Saa+Sad+Sp+Agrop
	Fl_Ombr+Fl_VegSec+Agropec		Sav_Densa
	Fl_Ombr+Fl_VegSec+Agropec+Sa		Sav_Parque
	Fl_Ombrofila		Sav+Fl+Agropec
	Form_Aluviais		SavArbAbert+Agropec
	Mangue		SavParq+SavArbAbert

Legenda

- Sede Municipal (50 mil habitantes ou mais)



Escala Gráfica

10 0 10 20 30 40 km

Fonte: Vegetação NUGEO-UEMA, 2010.

Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos - SRH

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

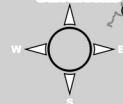
Figura 3.146

**Cobertura Vegetal e Uso Atual da
Terra da Bacia do Rio Mearim**

-46°0'

-44°0'

Barreirinhas



Legenda

○ Sede Municipal (50 mil habitantes ou mais)

Uso e Cobertura da Terra

- Aguas Superficiais
- Ativ_Agrícolas
- Form_Aluviais
- Mangue
- Mangue+SavArbAbert
- Sa+Sad+Sab+Saa+Agrop
- Saa_VegSec+Agropec
- Saa+Sad+Sp+Agrop
- Sav+Fl+Agropec
- SavParq+SavArbAbert

-4°0'

-4°0'

-6°0'

-6°0'

Balsas

Escala Gráfica

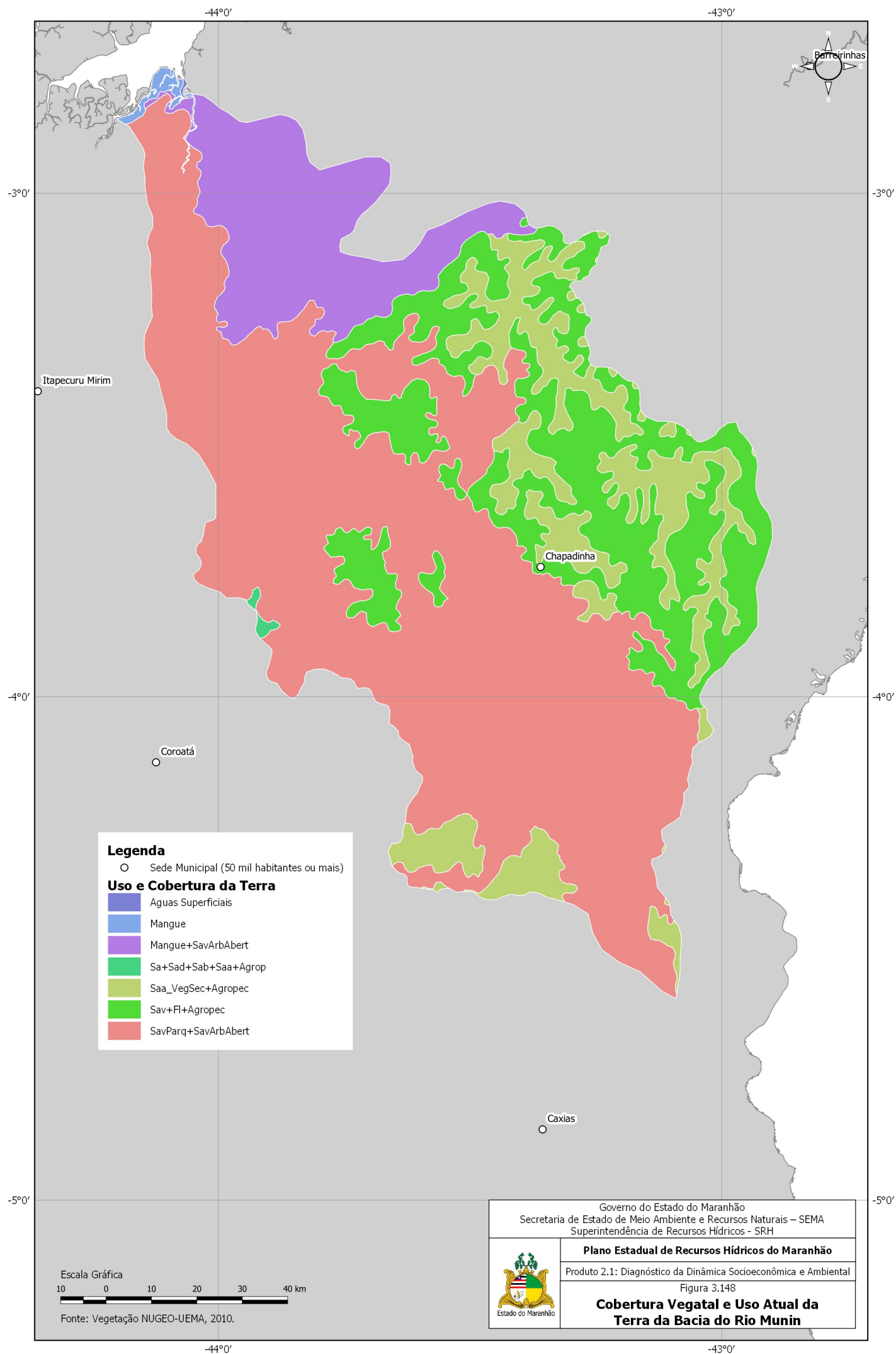
10 0 10 20 30 40 km

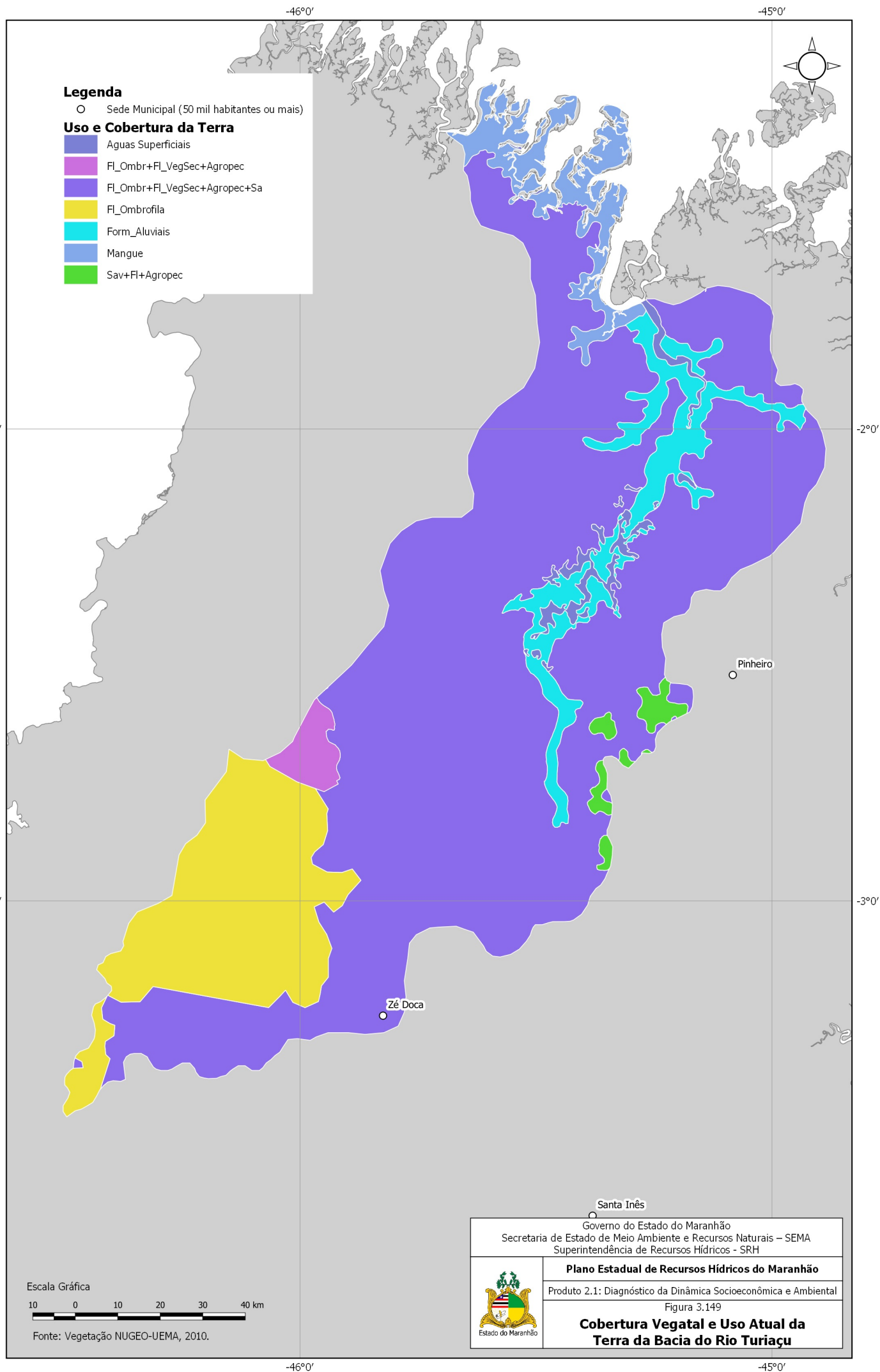
Fonte: Vegetação NUGEO-UEMA, 2010.

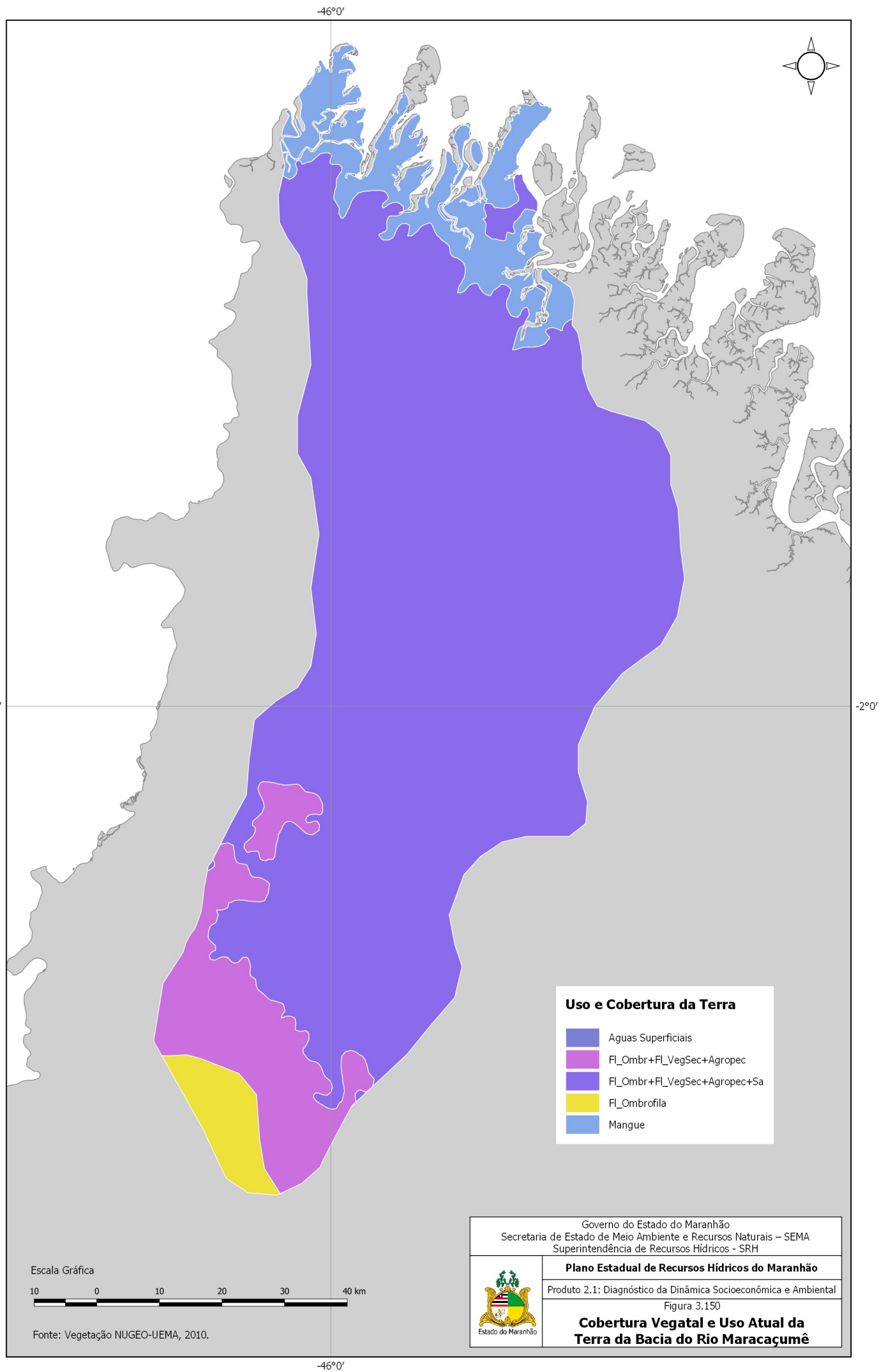
Governo do Estado do Maranhão Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA Superintendência de Recursos Hídricos - SRH	
 Estado do Maranhão	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão
	Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental
	Figura 3.147 Cobertura Vegetal e Uso Atual da Terra da Bacia do Rio Itapecuru

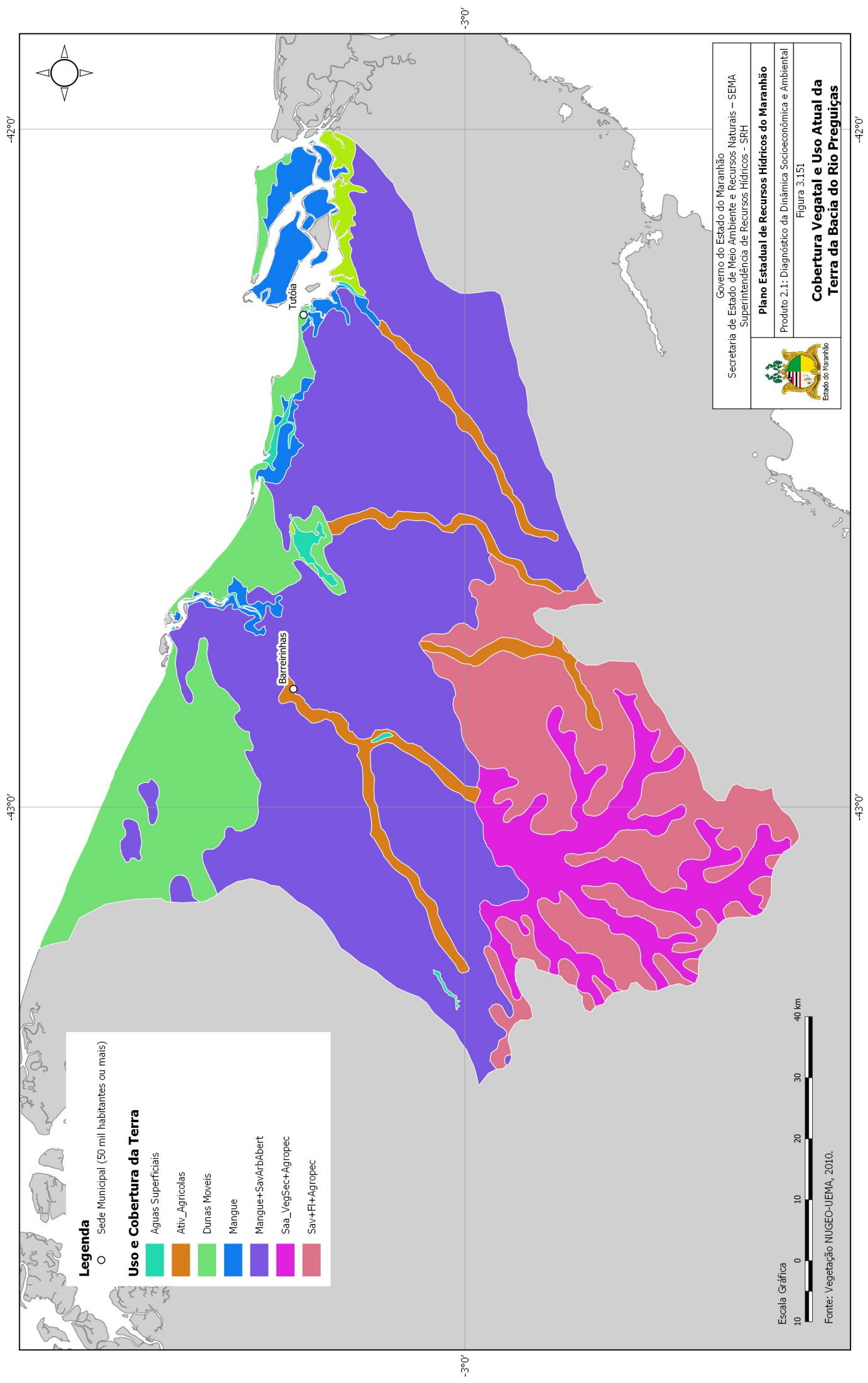
-46°0'

-44°0'









Legenda

○ Sede Municipal (50 mil habitantes ou mais)

Uso e Cobertura da Terra

- Aguas Superficiais
- Ativ_Agrícolas
- Dunas Movelis
- Mangue
- Mangue+Sav+ArbAbert
- Saa_VegSec+Agropec
- Sav+Fl+Agropec

Escala Gráfica



Fonte: Vegetação NUGEO-UEMA, 2010.



Estado do Maranhão

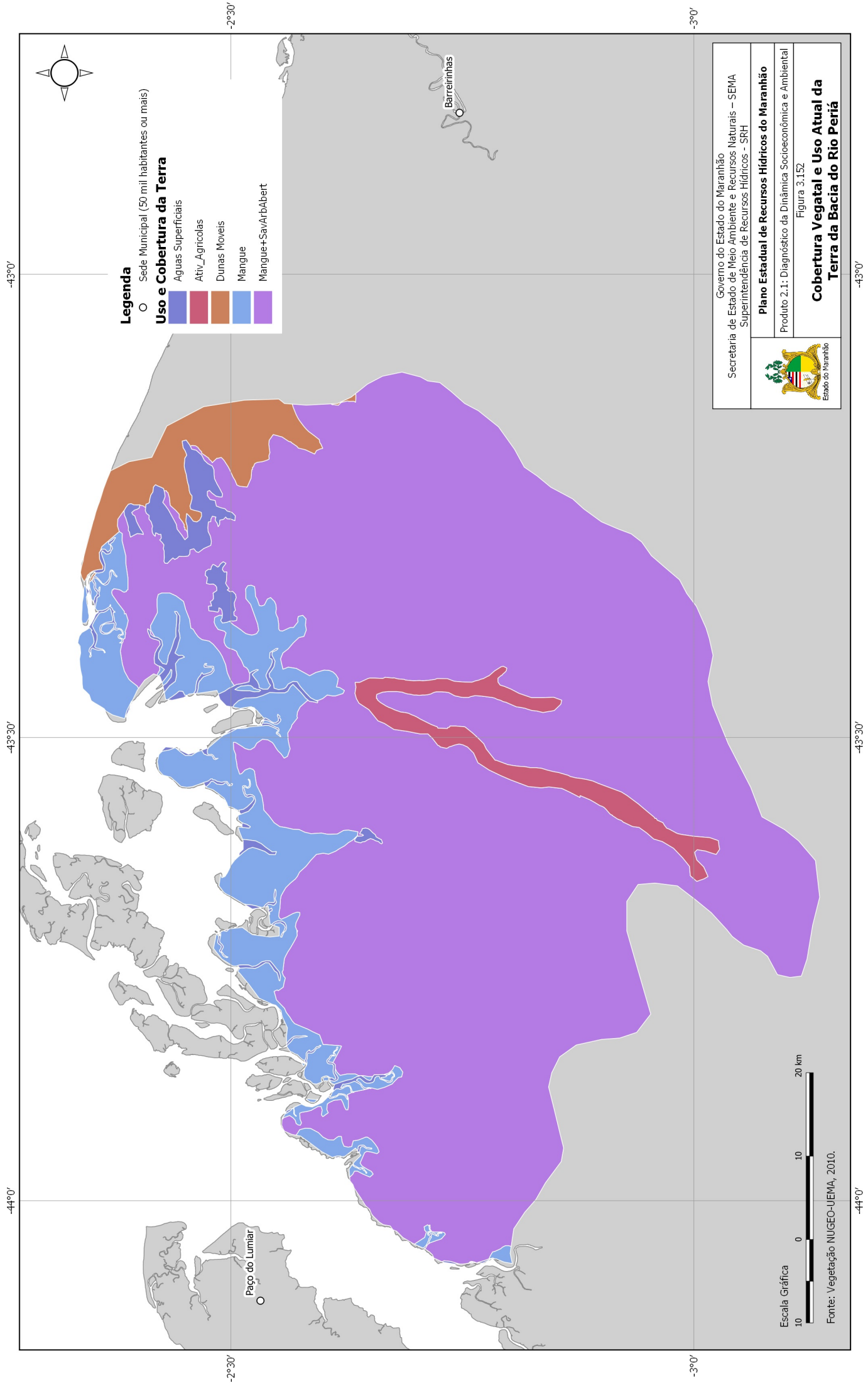
Governo do Estado do Maranhão
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA
Superintendência de Recursos Hídricos - SRH

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão

Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

Figura 3.151

Cobertura Vegetal e Uso Atual da Terra da Bacia do Rio Preguiças



Legenda

○ Sede Municipal (50 mil habitantes ou mais)

Uso e Cobertura da Terra

- Aguas Superficiais
- Ativ_Agricolas
- Dunas Moveis
- Mangue
- Mangue+SavArbAbert

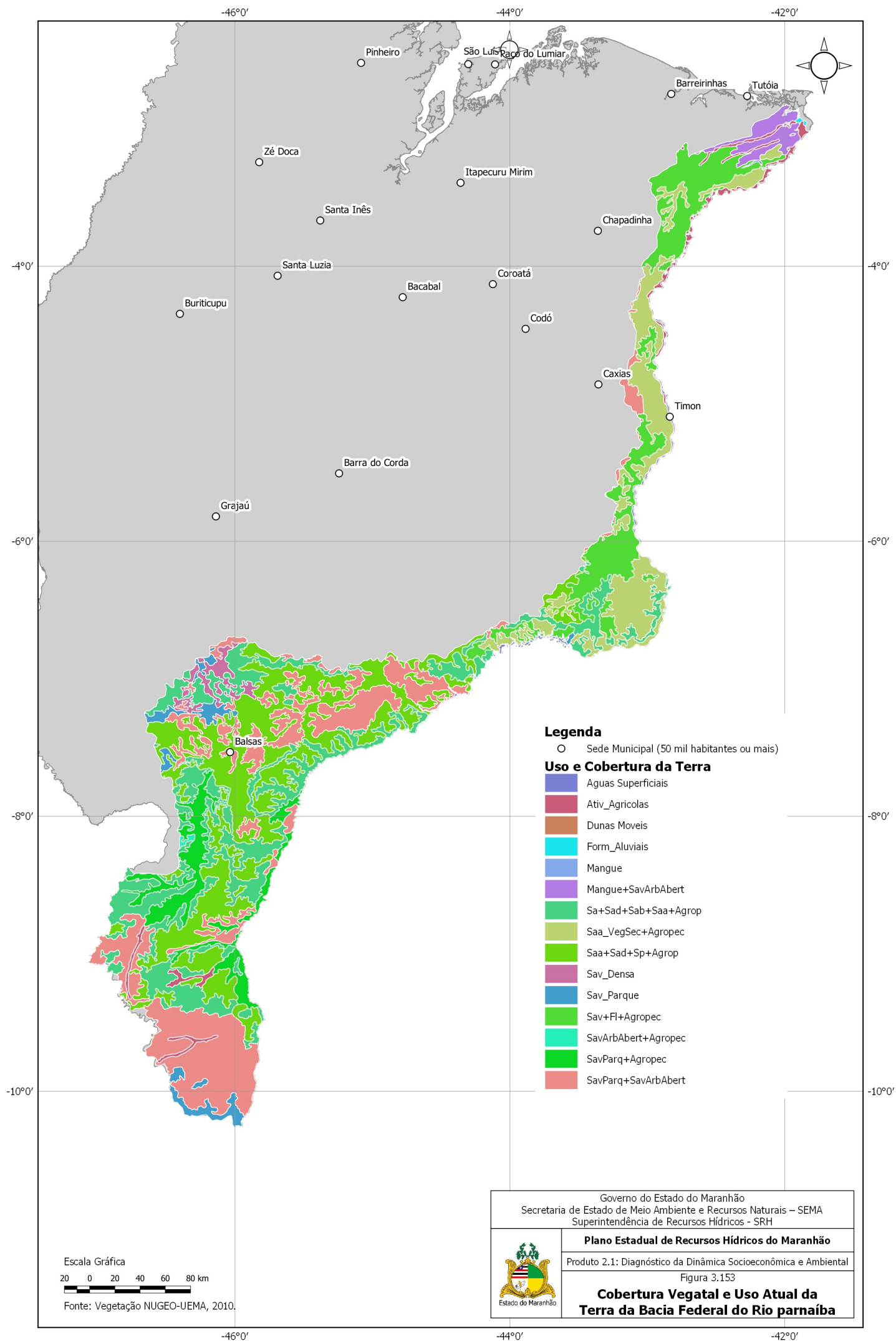
 Estado do Maranhão	Governo do Estado do Maranhão Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA Superintendência de Recursos Hídricos - SRH
	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão
	Produto 2.1: Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental

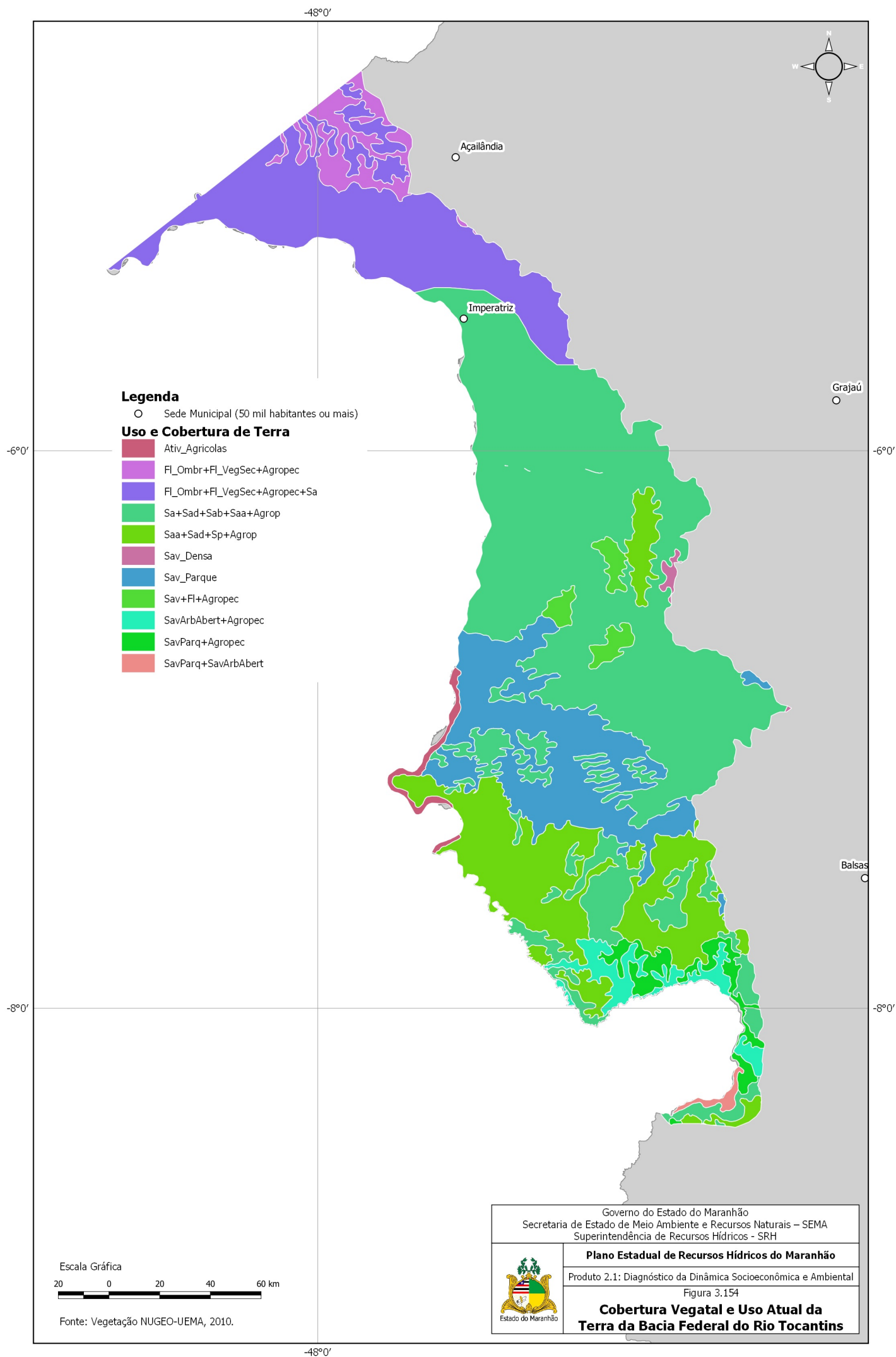
Figura 3.152

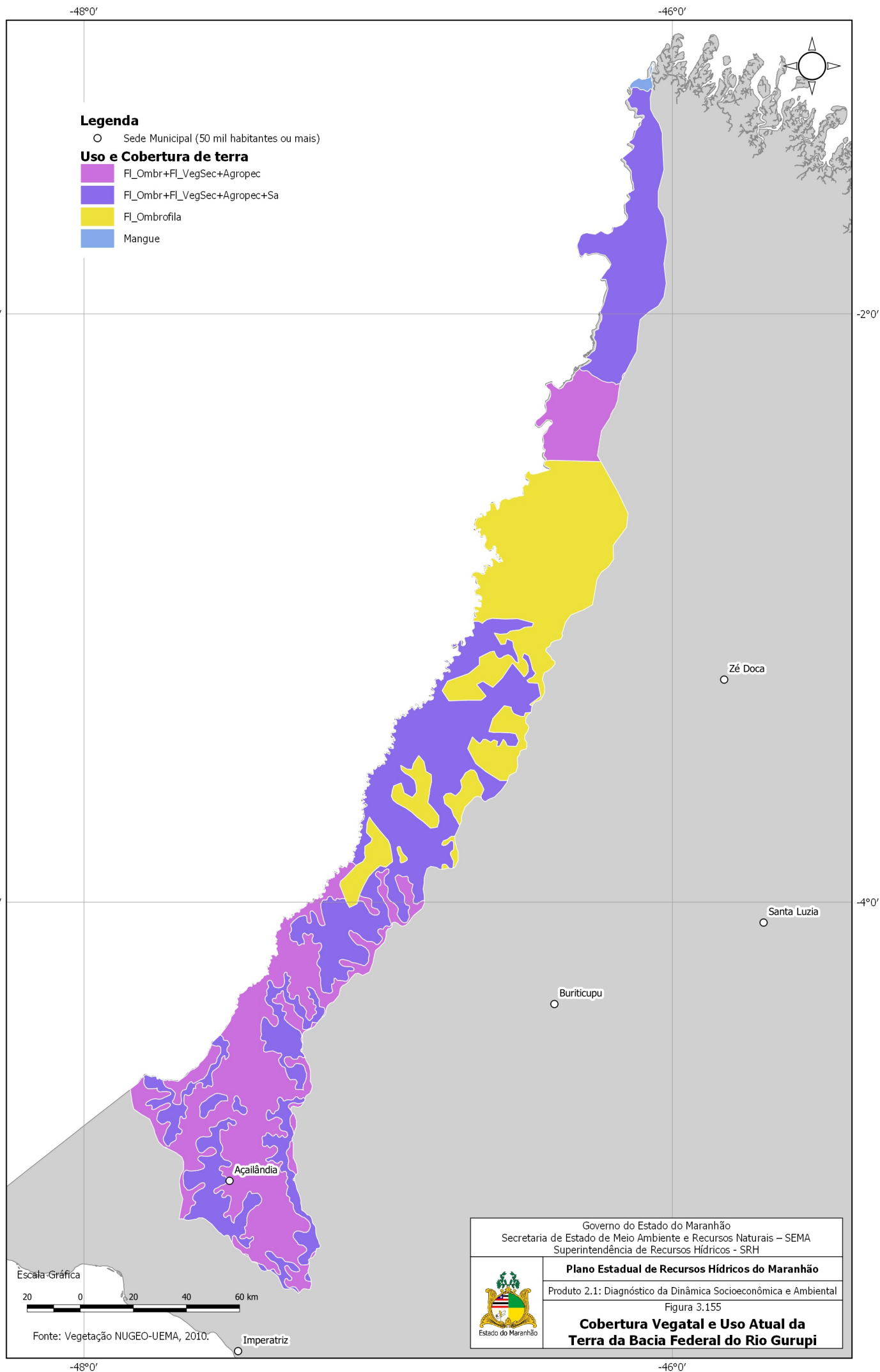
Cobertura Vegetal e Uso Atual da Terra da Bacia do Rio Peria



Fonte: Vegetação NUGEO-UEMA, 2010.







3.5.2. Descrição da Vegetação

3.5.2.1. Floresta Ombrófila Densa / Floresta Tropical Pluvial

A característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está associada a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25 °C) e de alta precipitação, bem distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos), o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período biologicamente seco. No Maranhão, essa região fitoecológica ocorre em 6,45% do estado, situada principalmente na porção oeste, confrontando com o Estado do Pará, e engloba as formações Floresta Ombrófila Densa Aluvial, de Terras Baixas e Submontana, associadas a faixas altimétricas variáveis, conforme as latitudes e a posição no terreno.

✓ Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Da)

A formação Aluvial não é condicionada topograficamente e apresenta sempre os ambientes repetitivos, dentro de terraços aluviais dos flúvios. A Floresta Ombrófila Densa Aluvial é a formação ribeirinha ou “floresta ciliar” que ocorre ao longo dos cursos d'água, ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias. É constituída por macro, meso e microfanerófitos de rápido crescimento, em geral de casca lisa, tronco cônico, por vezes com a forma característica de botija e raízes tabulares. Apresenta com frequência um dossel emergente uniforme, porém, em decorrência da exploração madeireira, a sua fisionomia torna-se bastante aberta. É uma formação com muitas palmeiras no estrato dominado e na submata e, nesta, ocorrem nanofanerófitos e alguns caméfitos no meio de plântulas da densa reconstituição natural do estrato dominante.

Em contrapartida, a formação apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número de epífitas e poucos parasitas. As principais *ochlopecies* que ocorrem são *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. *Tapirira guianensis* Aubl., *Mauritia flexuosa*, *Mauritia Vinifera*, *Euterpe oleracea* Mart., *Euterpe edulis* Mart. *Calophyllum brasiliense* Cambes.

1 *Ochlopecie*: essa espécie, significa espécie vegetal de ampla distribuição geográfica, exibindo, ao longo da área de ocorrência, variações morfológicas que espelham um isolamento ambiental pretérito, em pequenas populações, ocorrido em períodos desfavoráveis.

✓ *Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Db)*

A Formação das Terras Baixas situa-se em áreas de terrenos sedimentares do terciário/quaternário – terraços, planícies e depressões aplanadas não susceptíveis a inundações – entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, a partir dos 5 m até em torno de 100 m acima do mar, de 16° de latitude Sul a 24° de latitude Sul, de 5 m até em torno de 50 m, e de 24° de latitude Sul a 32° de latitude Sul, de 5 m até em torno de 30 m.

A Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas ocupa, em geral, as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros pliopleistocênicos do Grupo Barreiras. Ocorre desde a Amazônia, estendendo-se por toda a região Nordeste até proximidades do Rio São João, no Estado do Rio de Janeiro. Tais tabuleiros apresentam uma florística bastante típica, caracterizada por ecótipos dos gêneros *Ficus*, *Alchornea*, *Handroanthus* e pela *ochlospécie* *Tapirira guianensis* Aubl.

✓ *Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds)*

A Formação Submontana está situada nas encostas dos planaltos e/ou serras – entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, a partir de 100 m até em torno dos 600 m, de 16° de latitude Sul a 24° de latitude Sul, de 50 m até em torno de 500 m, e de 24° de latitude Sul a 32° de latitude Sul, de 30 m até em torno de 400 m.

Na Floresta Ombrófila Densa Submontana, que ocupa as áreas dissecadas do relevo montanhoso e dos planaltos com solos medianamente profundos, os fanerófitos apresentam altura aproximadamente uniforme, de alto porte, alguns ultrapassando 50 m na Amazônia e raramente 30 m nas outras partes do País. A submata é integrada por plântulas de regeneração natural, poucos nanofanerófitos e caméfitos, além da presença de palmeiras de pequeno porte e lianas herbáceas em maior quantidade. Esta formação é caracterizada por espécies que variam de acordo com a latitude, como *Hieronyma alchorneoides* Allemão e *Schefflera morototoni* (Aubl.).

3.5.2.2. Floresta Ombrófila Aberta – Faciações da Floresta Ombrófila Densa

Este tipo de vegetação, considerado durante anos como um tipo de transição entre a Floresta Amazônica e as áreas extra-amazônicas, foi denominado pelo projeto Radambrasil (VELOSO et al., 1975) de Floresta Ombrófila Aberta. Apresenta quatro faciações florísticas que alteram a fisionomia ecológica da Floresta Ombrófila Densa, imprimindo-lhe claros, daí advindo o nome adotado, além dos gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano, assinalados na curva ombrotérmica. Esta região fitoecológica engloba 0,18% do Maranhão, onde é

representada pelas formações Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas e Floresta Ombrófila Aberta Submontana.

✓ *Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas (Ab)*

A Formação das Terras Baixas está compreendida entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, em altitudes que variam de 5 m até 100 m, sendo que a Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas apresenta predominância da faciação com palmeiras.

No Maranhão pode ser considerada como uma “floresta-de-babaçu”, revestindo terrenos areníticos do Cretáceo, na Bacia do Maranhão-Piauí, onde esta formação foi submetida a intensa devastação florestal, causada pela expansão das fronteiras agrícolas, sendo substituída pelo adensamento da *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. (babaçu), originando o “babaçual”, que domina inteiramente a paisagem e faz parte da vegetação secundária.

É também encontrada em estado natural, em associação com outras Angiospermae, em comunidades isoladas do Estado, sempre situadas abaixo de 100 m de altitude.

✓ *Floresta Ombrófila Aberta Submontana (As)*

A Formação Submontana, como foi descrito anteriormente, está situada nas encostas dos planaltos e/ou serras – entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, a partir de 100 m até em torno dos 600 m, de 16° de latitude Sul a 24° de latitude Sul, de 50 m até em torno de 500 m, e de 24° de latitude Sul a 32° de latitude Sul, de 30 m até em torno de 400 m.

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana pode ser observada distribuída por toda a Amazônia e mesmo fora dela, principalmente com a faciação floresta com palmeiras. Na Amazônia, ocorre com as quatro faciações florísticas (com palmeiras, com cipó, com sororoca e com bambu) entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, situadas acima de 100 m de altitude e não raras vezes chegando a cerca de 600 m.

3.5.2.3. *Floresta Estacional Semidecidual / Floresta Tropical Subcaducifolia*

O conceito ecológico deste tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional, que determina semidecuidade da folhagem da cobertura florestal. Na zona tropical, associa-se à região marcada por acentuada seca hiberna (próprias do inverno) e por intensas chuvas de verão; na zona subtropical, correlaciona-se a clima sem período seco, porém com inverno bastante frio (temperaturas médias mensais inferiores a 15°C), que determina repouso fisiológico e queda parcial da folhagem.

No Maranhão, essa região fitoecológica abrange 12,30% do estado, principalmente na porção leste, fazendo limite com o Piauí, englobando as formações Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, das Terras Baixas e Submontana, associadas a faixas altimétricas, critério utilizado também nas formações vegetacionais precedentes.

✓ *Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa)*

A Floresta Estacional Semidecidual Aluvial é encontrada com maior frequência na grande depressão pantaneira mato-grossense-do-sul, sempre margeando os rios da Bacia do Rio Paraguai. Nesta formação, existem, em grande abundância, várias espécies do gênero *Handroanthus*, além dos ecótipos *Calophyllum brasiliense* Cambess., *Tapirira guianensis* Aubl., *Inga* sp., *Podocarpus sellowii* Klotzsch ex Endl., *Cedrela lilloi* C. DC., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, entre outros.

✓ *Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas (Fb)*

A Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas é encontrada frequentemente revestindo tabuleiros do Pliopleistoceno do Grupo Barreiras, desde o sul da cidade de Natal (RN) até o norte do Estado do Rio de Janeiro, nas cercanias do Município de Campos dos Goytacazes, bem como até as proximidades do Município de Cabo Frio, aí então já em terreno quaternário. Disjunções importantes também ocorrem nas depressões interioranas, como as do Pantanal Mato-Grossense, do Araguaia e do Guaporé. Esse tipo florestal é caracterizado pelo gênero *Caesalpinia*, *Lecythis*, *Cariniana*, *Eschweilera* e o gênero monotípico *Paratecoma peroba* (Record) Kuhlmann. Apesar de não haver descrições específicas sobre a ocorrência dessa formação no Maranhão, ela foi identificada em uma pequena área do estado.

✓ *Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Fs)*

Esta formação ocorre frequentemente nas encostas interioranas das Serras da Mantiqueira e dos Órgãos e nos planaltos centrais capeados pelos arenitos Botucatu, Bauru e Caiuá, dos períodos geológicos Jurássico e Cretáceo. Ocorre também na borda sul amazônica, no contato da Floresta Ombrófila com a Savana (Cerrado), revestindo, inclusive, terrenos terciários. Com gêneros dominantes similares aos que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), as espécies decíduais que caracterizam esta formação pertencem aos gêneros *Hymenaea*, *Copaifera*, *Peltophorum*, *Astronium*, *Handroanthus*, *Balfourodendron*, entre outros, incluindo *Aspidosperma*, ecótipo *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.

3.5.2.4. Savana/Cerrado

O Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) adota o termo Savana como prioritário, por apresentar uma fitofisionomia ecológica homóloga à da África e Ásia, e Cerrado como sinônimo regionalista. Tem como nomes regionais “Tabuleiro”, “Agreste” e “Chapada” na região Nordeste, “Campina” ou “Gerais” no norte dos estados de Minas Gerais, Tocantins e Bahia, e “Lavrado” no Estado de Roraima, entre outras denominações.

A Savana, ou Cerrado, é conceituada como uma vegetação xeromorfa, que ocorre sob distintos tipos de clima, revestindo solos lixiviados aluminizados. No Maranhão, recobre 23% do estado, concentrada na porção centro-sul, com os subgrupos de formação Savana Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo-Lenhosa, e o binômio Savana-Estépica, subgrupo Savana-Estépica Arborizada.

✓ *Savana Florestada ou Cerradão (Sd)*

Savana Florestada ou Cerradão tem a fisionomia típica e característica restrita a áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrendo em um clima tropical eminentemente estacional. Apresenta sinúsias lenhosas de micro e nanofanerófitos, tortuosos com ramificação irregular, providos de macrófitos esclerófitos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódios, cujas alturas variam de 6 m a 8 m. Em alguns locais, apresenta sinúsias lenhosas de meso e microfanerófitos com altura média superior aos 10 m, sendo muito semelhante, fisionomicamente, a Florestas Estacionais, diferindo destas apenas na sua composição florística. Não apresenta sinúsia nítida de caméfitos, mas sim relvado hemicriptofítico, de permeio com plantas lenhosas raquíticas e palmeiras anãs. Esse subgrupo tem a sua composição florística extremamente repetitiva, com domínio de *Caryocar brasiliense* Cambess., *Salvertia convallariodora* A. St. Hil., *Bowdichia virgilioides* Kunth, *Dimorphandra mollis* Benth., *Qualea grandiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart., *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. e *Kielmeyera coriacea* Mart. e Zucc.

✓ *Savana Arborizada ou Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso (Sa)*

A Savana Arborizada, sinônimo de Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso, é um subgrupo de formação natural ou antropizado, que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofítica graminoide contínua, sujeita ao fogo anual. As sinúsias dominantes formam fisionomias ora mais abertas (Campo Cerrado),

ora com a presença de um *scrub* (vegetação arbustiva) adensado, Cerrado propriamente dito . A composição florística, semelhante à da Savana Florestada, contempla algumas espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado, no caso do Maranhão, a *Parkia platycephala* Benth.

✓ *Savana Parque ou Campo-Sujo-de-Cerrado, Cerrado-de-Pantanal, Campo-de-Murundus ou Covoal e Campo Rupestre (Sp)*

Savana Parque, ou Campo-Sujo-de-Cerrado, Cerrado-de-Pantanal, Campo-de-Murundus, Covoal e Campo Rupestre, é o subgrupo de formação constituído essencialmente por um estrato graminoide, integrado por hemicriptófitos e geófitos de florística natural ou antropizada, entremeado por nanofanerófitos isolados, com conotação típica de um “parque inglês” (*Parkland*). A Savana Parque de natureza antrópica é encontrada em todo o País, enquanto a natural ocorre algumas vezes com feição de campos litossólicos e/ou rupestres.

✓ *Savana Gramíneo-Lenhosa ou Campo-Limpo-de-Cerrado (Sg)*

Na Savana Gramíneo-Lenhosa, ou Campo-Limpo-de-Cerrado, prevalecem, quando natural, os gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas, que ocupam extensas áreas dominadas por hemicriptófitos e que, aos poucos, quando manejados usando fogo (ou pastoreio), vão sendo substituídos por geófitos que se distinguem por apresentar colmos subterrâneos, portanto mais resistentes ao pisoteio do gado e ao fogo. A composição florística é bastante diversificada, com as espécies representativas lenhosas *Andira humilis* Mart. ex Benth., *Chamaecrista* spp., *Byrsonima* spp., *Bauhinia* spp., *Attalea* spp., *Allagoptera campestris* (Mart.) Kuntze e *Orbignya eichleri*, e gramínoides *Axonopus* spp., *Andropogon* spp., *Aristida pallens* Cav., *Echinolaena inflexa* (Poir) Chase, *Paspalum* spp., *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze, *Schizachyrium* spp. e *Tristachya* spp.

✓ *Savana-Estépica Arborizada (Ta)*

O binômio Savana-Estépica é empregado para denominar tipologias vegetais campestres, em geral com estrato lenhoso decidual e espinhoso, distribuídas em diferentes quadrantes do território nacional. A Savana-Estépica Arborizada é o subgrupo de formação estruturado em dois nítidos estratos – o arbustivo-arbóreo superior, esparsos, geralmente de características idênticas às da Savana-Estépica Florestada, com predominância de nanofanerófitas periodicamente decíduas e mais ou menos adensadas por grossos troncos em geral, profusamente esgalhados e espinhosos ou aculeados; e o inferior gramíneo-lenhoso, também de relevante importância fitofisionômica. Na sua composição florística, destacam-se as

espécies endêmicas *Spondias tuberosa* Arruda, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett, *Cnidoscolus quercifolius* Pohl, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., além de várias espécies do gênero *Mimosa*.

3.5.2.5. Sistema de Transição ou Tensão Ecológica

Neste diagnóstico da vegetação entre regiões fitoecológicas vizinhas, foram identificadas, ainda, áreas que se interpenetram, constituindo transições florísticas ou contatos edáficos. Nessa classe, estão inclusos os ecótonos, mistura florística entre tipos de vegetação, e os enclaves, áreas disjuntas que se contatam. No Maranhão, os contatos Savana/Floresta Ombrófila (SO), Savana/Floresta Estacional (SN), Savana/Savana Estépica (ST) e Savana/Savana Estépica/Floresta Estacional (STN) abrangem 0,53% do território.

3.5.2.6. Refúgios Vegetacionais ou Comunidades Relíquias (R)

É considerada como Refúgio Vegetacional, ou Comunidade Relíquia, toda e qualquer vegetação diferenciada nos aspectos florístico e fisionômico-ecológico da flora dominante na região fitoecológica, constituindo, muitas vezes, uma “vegetação relíquia”, com espécies endêmicas, que persiste em situações especialíssimas, como é o caso de comunidades localizadas em altitudes acima de 1.800 m. Os refúgios ecológicos, condicionados por parâmetros ambientais muito específicos, apresentam, via de regra, alta sensibilidade a qualquer tipo de intervenção. Os refúgios foram identificados em apenas 0,22% do Maranhão.

3.5.2.7. Formações Pioneiras

Ao longo do litoral, bem como nas planícies fluviais e mesmo ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagoas e lagoas), há frequentemente terrenos instáveis cobertos por uma vegetação, em constante sucessão, de terófitos, criptófitos (geófitos e/ou hidrófitos), hemicriptófitos, caméfitos e nanofanerófitos. Essa vegetação, pertencente ao “complexo vegetacional edáfico de primeira ocupação”, ou Formações Pioneiras, ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias marinhas nas praias e restingas, aluviões fluviomarinhas nas embocaduras dos rios e solos ribeirinhos aluviais e lacustres.

Nesse diagnóstico do Maranhão, foram identificadas as comunidades pioneiras vegetação com influência marinha (restinga), vegetação com influência fluviomarinha e vegetação com influência fluvial, perfazendo 5,88% do Estado.

✓ Vegetação com Influência Marinha ou Restingas (Pm)

A vegetação com influência marinha, ou Restinga, apresenta como gêneros característicos das praias *Remirea* e *Salicornia*; em áreas mais altas, afetadas pelas marés equinociais, as conhecidas *Ipomoea pescaprae* (L.) R. Br e *Canavalia rosea* (Sw) DC., além dos gêneros *Paspalum* e *Hidrocotyle*; nos planos mais altos das praias, as *Acicarpa*, *Achyrocline*, *Polygala*, *Spartina* e *Vigna*; nas dunas propriamente ditas, *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Lythrea brasiliensis* Marchand, *Erythroxylum*, *Myrcia*, *Eugenia*; no “pontal rochoso”, *Clusia criuva* Cambess., associada às *Cactaceae* dos gêneros *Cereus* e *Opuntia*, além das muitas *Bromeliaceae*, dos gêneros *Vriesea*, *Bromelia*, *Canistrum*, *Aechmea* e outros.

✓ *Vegetação com Influência Fluviomarinha ou Manguezal e Campos Salinos (Pf)*

O Manguezal é a comunidade microfanerófitica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas, sendo *Rhizophora mangle* L., *Avicennia* sp., cujas espécies variam conforme a latitude, e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn., que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar. No Estado do Maranhão, são frequentes os manguezais só de *Rhizophora*, pois a *Laguncularia* só aparece quando existe terreno firme nos terraços e nas planícies salobras do fundo das baías e dos rios. Em algumas dessas planícies, justamente quando a água do mar fica represada pelos terraços dos rios, a área salobra é densamente povoada por *Spartina alterniflora* Loisel. e *Blutaparon portulacoides* (A. St. – Hil.) Mears. (Amaranthaceae), que imprimem ao “campo salino” o caráter de um “manguezal camefítico”.

✓ *Vegetação com Influência Fluvial ou Comunidades Aluviais (Pa)*

A vegetação com influência fluvial integra as comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou, então, das depressões alagáveis todos os anos. Nesses terrenos aluviais, conforme a quantidade de água empoçada e o tempo que ela permanece na área, as comunidades vegetais vão desde a pantanosa criptofítica (hidrófitos) até os terraços alagáveis temporariamente de terófitos, geófitos e caméfitos, onde, em muitas áreas, as *Arecaceae* dos gêneros *Euterpe* e *Mauritia* agregam-se, constituindo o açailal e o buritizal da região Norte do Brasil. Nos pântanos, o gênero cosmopolita *Typha* fica confinado a um ambiente especializado, diferente dos gêneros *Cyperus* e *Juncus*, que são exclusivos das áreas pantanosas dos trópicos, e esses três gêneros dominam as depressões brejosas em todo o País; nas planícies alagáveis mais bem drenadas, ocorrem comunidades campestres e os gêneros *Panicum* e *Paspalum* dominam em meio ao caméfito do gênero *Thalia*; nos terraços mais enxutos, dominam nanofanerófitos dos gêneros

Acacia e *Mimosa*, juntamente com várias famílias pioneiras, como *Solanaceae*, *Asteraceae*, *Myrtaceae* e outras de menor importância sociológica.

3.5.2.8. *Vegetação Secundária (Vs)*

A Vegetação Secundária inclui os diversos estágios da sucessão natural em áreas onde houve intervenção humana para o uso da terra, seja com finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária, abrangendo 26,29% do Estado do Maranhão.

3.6. Situação dos Recursos Naturais

3.6.1. Condições Gerais

Já nos referimos, ao longo deste Diagnóstico, que o Estado do Maranhão conta com um Macrozoneamento Ecológico-Econômico (Macro-ZEE), coordenado pela Embrapa e publicado em 2014. Este conjunto de documentos, por definição, consiste em um instrumento para planejar e ordenar o território, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais; portanto, contém subsídios que podem nortear e serão incorporados ao Diagnóstico do PERH-MA.

No Macro-ZEE do Estado foi realizada uma análise da situação dos recursos naturais do Maranhão com avaliação das vulnerabilidades dos recursos naturais, baseada no diagnóstico, abrangendo a perda do solo de acordo com a geomorfologia, condições dos solos, vegetação-uso do solo, e, clima.

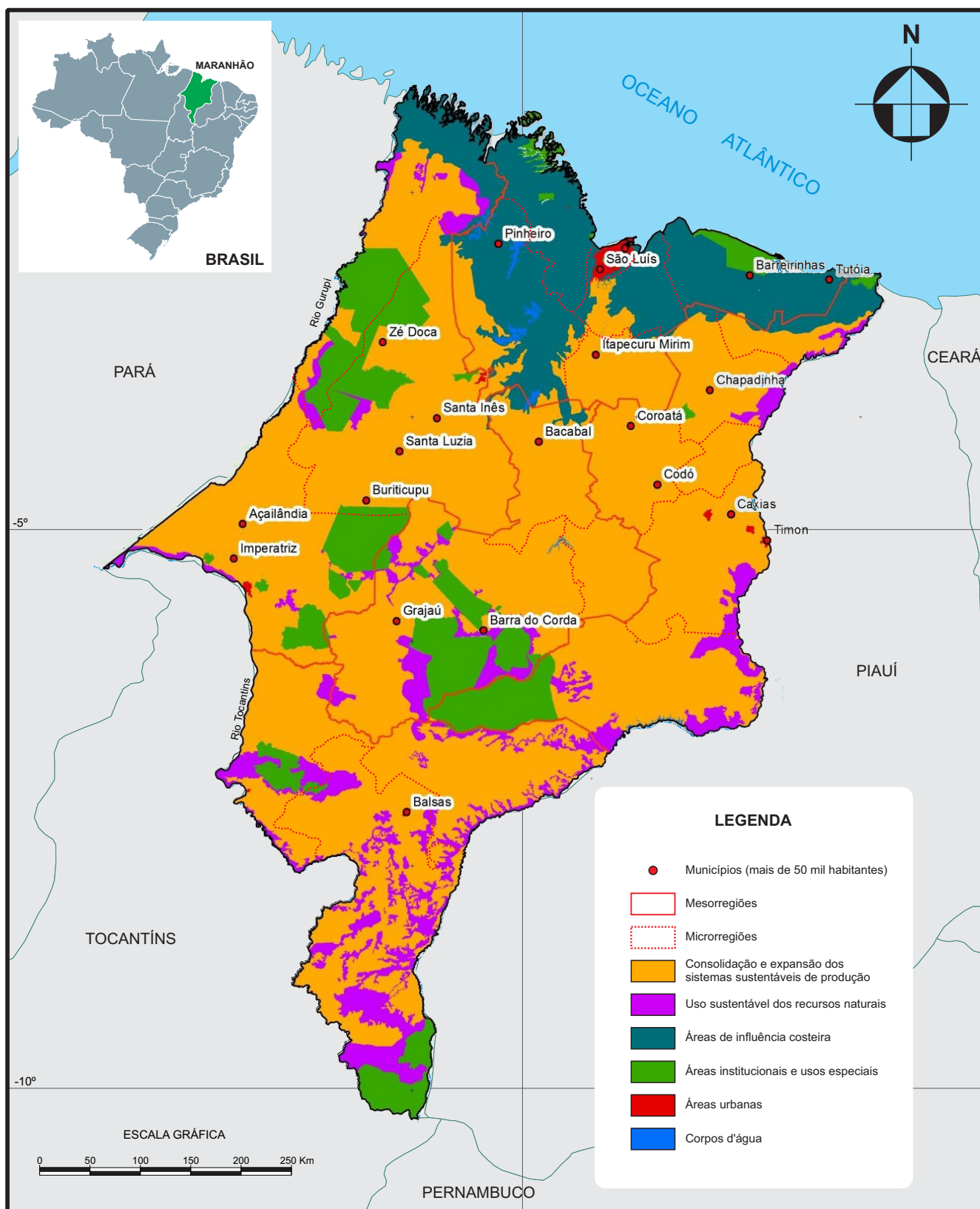
O Macro-ZEE dividiu o estado em quatro zonas, além das regiões de “Áreas Urbanas” e “Corpos d’Água”. As zonas têm suas características descritas na **Tabela 3.115** e sua distribuição espacial na **Figura 3.156**. Tais zonas foram determinadas em regiões de planejamento ecológico-econômico homogêneas a partir da análise do diagnóstico da situação atual de uso e cobertura da terra, do meio físico-biótico, socioeconômico e jurídico-institucional; e da cenarização de alternativas de planejamento estratégico do Estado.

Tabela 3.115 - Descrição das Zonas Ecológico-Econômicas do Estado do Maranhão

ZONA	DESCRIÇÃO
Zona 1 Consolidação e expansão dos sistemas sustentáveis de produção	Maior potencialidade social e menor vulnerabilidade ambiental. Áreas de uso agropecuário, industrial, mineração, agroflorestal e florestal, com graus variáveis de ocupação e potencialidade social e de vulnerabilidade ambiental que caracterizam suas subzonas. Em geral, são áreas associadas, em diferentes níveis, às frentes de consolidação/expansão e conversão das áreas naturais para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, industriais, florestais e minerárias.
Zona 2 Uso sustentável dos recursos naturais	Menor potencialidade social e maior vulnerabilidade ambiental. Áreas com alto potencial dos recursos naturais, em muitos casos consideradas relevantes na conservação e preservação ambiental dada a sua vulnerabilidade natural, beleza cênica ou localização.
Zona 3 Áreas de influência costeira	Áreas caracterizadas por baixada litorânea, planície de deflação, áreas de dunas e áreas tabulares costeiras do Estado do Maranhão, complexos estuarinos, restingas, manguezais, praias, baías, ilhas, enseadas, dunas fixas e móveis, sistemas deltaicos, estuarinos e bacias lacustres. São áreas com potencial social predominantemente baixo, caracterizadas por processos centenários de ocupação e uso por populações tradicionais (pescadores artesanais, quilombolas e comunidades indígenas). Várias dessas áreas são objeto de projetos e planos de desenvolvimento em andamento para o aproveitamento dos recursos naturais.
Zona 4 Áreas institucionais e usos especiais	Áreas institucionais, constituídas pelas áreas protegidas de uso restrito e controlado, previstas em lei e instituídas pela União, pelo estado ou municípios. Uso e restrições definidos por legislação específica

Fonte: Embrapa (2014)

A Zona 1 (Consolidação e expansão dos sistemas sustentáveis de produção) ocupa a maior área do estado com 65,3%, é predominante em todas as regiões do estado com exceção da Mesorregião do Norte Maranhense, que é quase que totalmente ocupada pela Zona 3 (Áreas de influência costeira). A Zona 3 perfaz 13,7% do estado do Maranhão.



Fonte: Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão - EMBRAPA, 2014. -45

A Zona 4 (Áreas institucionais e usos especiais), constituídas pelas áreas protegidas de uso restrito e controlado por lei, soma uma área equivalente a 11,7% do Estado e se concentra basicamente na porção sudeste da microrregião Imperatriz, na região central da microrregião Grajaú, leste da microrregião Chapadas do Alto Itapecuru, sul da microrregião Gurupi, noroeste da microrregião Pindaré e extremo sul do Estado do Maranhão. A Zona 2 (Uso sustentável dos recursos naturais) perfaz um total de 8,6% da área do Estado e está concentrada basicamente próximo às regiões classificadas como Zona 4 e distribuída na microrregião Gerais de Balsas e nas regiões próximas ao curso do rio Parnaíba.

A seguir será apresentado os resultados dos estudos das condições dos recursos naturais do Maranhão de acordo com os estudos de vulnerabilidade elaborados no diagnóstico do Macrozoneamento Econômico-ambiental realizado em 2014.

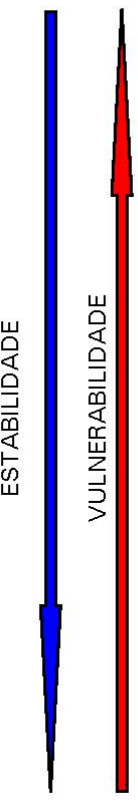
3.6.2. Vulnerabilidade natural à perda de solo

A carta de vulnerabilidade natural à perda de solos do Estado do Maranhão foi elaborada com base na metodologia de Crepani et al. (1996, 2001), originalmente desenvolvida para o Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal. De acordo com esta metodologia, as paisagens naturais são enquadradas em três categorias morfodinâmicas, cada uma com um valor atribuído:

- 1) Meios estáveis: caracterizados por cobertura vegetal densa, dissecação moderada e ausência de manifestações vulcânicas com valor 1,0;
- 2) Meios intermediários: caracterizados pelo balanço entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas e valor 2,0;
- 3) Meios fortemente instáveis: caracterizados por condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas; relevo com vigorosa dissecação; presença de solos rasos; inexistência de cobertura vegetal densa; planícies e fundos de vales sujeitos a inundações; e geodinâmica interna intensa. Valor atribuído 3,0.

Crepani et al. (1996, 2001) expandiram a escala de estabilidade/vulnerabilidade para 21 valores, conforme a **Tabela 3.116**.

Tabela 3.116 - Escala de vulnerabilidade natural e sua representação cartográfica segundo Crepani et al. (1996, 2001).

	Vulnerabilidade		Representação cartográfica			
	Valores	Classes	vermelho	verde	azul	cores
	3,0	Vulnerável	255	0	0	
	2,9		255	51	0	
	2,8		255	102	0	
	2,7		255	153	0	
	2,6	Moderadamente vulnerável	255	204	0	
	2,5		255	255	0	
	2,4		204	255	0	
	2,3		153	255	0	
	2,2	Medianamente estável/vulnerável	102	255	0	
	2,1		51	255	0	
	2,0		0	255	0	
	1,9		0	255	51	
	1,8	Moderadamente estável	0	255	102	
	1,7		0	255	153	
	1,6		0	255	204	
	1,5		0	255	255	
	1,4	Estável	0	204	255	
	1,3		0	153	255	
	1,2		0	102	255	
	1,1		0	51	255	
	1,0		0	0	255	

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

Para o Estado do Maranhão, a vulnerabilidade dos elementos do meio físico-biótico foi avaliada no Macro - ZEE pela interpretação de mapas temáticos digitais dos cinco temas propostos por Crepani et al. (1996, 2001): Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação/Uso da Terra e Clima. Às unidades de mapeamento de cada tema foram atribuídos valores de vulnerabilidade considerando os parâmetros indicadores da categoria morfodinâmica de cada unidade, como a espessura e maturidade do solo; ou parâmetros capazes de influir decisivamente no desenvolvimento dos processos morfodinâmicos, como o grau de coesão das rochas, a densidade de cobertura vegetal, os índices morfométricos do terreno e a intensidade pluviométrica (CREPANI et al., 2001).

Seguindo os critérios explicitados no parágrafo anterior, foram elaborados as cinco cartas de vulnerabilidade natural temáticas, referentes a Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação/Uso da terra e Clima.

Posteriormente, foi realizada à intersecção geométrica entre as cartas de vulnerabilidade de cada tema em um sistema de informação geográfica (SIG). Aos arquivos com as feições gráficas vetoriais georreferenciadas de cada tema, foi associada tabela de atributos com registro do valor de vulnerabilidade atribuído a cada feição. Da intersecção das cartas surgiram novas feições, que herdaram, em seu registro, os valores de vulnerabilidade das feições originais. Uma operação aritmética entre esses atributos permitiu associar um valor a essas novas feições, de acordo com a Equação:

$$V = (G + R + S + Vg + C)/5 \text{ (Equação)}$$

onde:

V = vulnerabilidade natural à perda de solo;

G = vulnerabilidade para o tema Geologia;

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia;

S = vulnerabilidade para o tema Solos;

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação e uso da terra;

C = vulnerabilidade para o tema Clima.

Os valores resultantes dessa operação, também dentro do intervalo entre 1,0 e 3,0, representam a vulnerabilidade natural à perda de solo (V) das unidades territoriais resultantes do cruzamento das cartas de vulnerabilidade de cada tema.

As cores utilizadas nas cartas foram as da **Tabela 3.116**, somadas às obtidas a partir da combinação das três cores primárias (azul, verde e vermelho), de modo que fosse associada a cada classe de vulnerabilidade sempre a mesma cor. Ao valor de maior estabilidade (1,0) foi associada a cor azul, ao valor de estabilidade intermediária (2,0), a cor verde, e ao valor de maior vulnerabilidade (3,0), a cor vermelha. Aos valores situados de 1,1 a 1,9 na escala de vulnerabilidade, foram associadas cores resultantes da combinação entre o azul e o verde, crescendo a participação do segundo à medida que se aproximava de 2,0. Aos valores de 2,1 a 2,9 foram associadas cores resultantes da combinação entre o verde e o vermelho, crescendo a participação do segundo à medida que o valor da vulnerabilidade se aproximava de 3,0.

Para uma representação simplificada das classes de vulnerabilidade, as 21 classes iniciais foram agrupadas em apenas cinco classes: estável, moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável, também segundo proposta de Crepani et al. (2001). O critério usado para esse agrupamento também está representado na **Tabela 3.116**.

3.6.3. Cartas de Vulnerabilidade Temáticas

3.6.3.1. Geologia

A contribuição da Geologia para a análise e definição da categoria morfodinâmica da unidade de paisagem natural compreende as informações relativas à história da evolução geológica do ambiente onde a unidade se encontra e as informações relativas ao grau de coesão das rochas que a compõem.

O grau de coesão das rochas é a informação básica da Geologia a ser integrada a partir da Ecodinâmica, uma vez que, em rochas pouco coesas, podem prevalecer os processos erosivos, modificadores das formas de relevo (morfogênese), enquanto que, nas rochas bastante coesas, devem prevalecer os processos de intemperismo e formação de solos (pedogênese) (CREPANI et al., 2001).

O acesso do agente intemperizador (água) e a remoção do produto intemperizado são aspectos importantes a serem considerados com relação ao intemperismo das rochas, pois quanto mais o agente intemperizador fica em contato com o mineral, mais ele será intemperizado. Portanto, quanto mais porosa a rocha, ou mais fraturada, mais a água pode atacar seus grãos constituintes e mais rapidamente também são retirados os produtos do intemperismo para que novas superfícies do cristal sejam expostas e intemperizadas (CREPANI et al., 2001).

A atribuição de valores de denudação (intemperismo + erosão) aos litótipos encontrados nas diversas unidades geológico-ambientais do Estado do Maranhão foi feita de forma relativa e empírica, considerando o grau de coesão das rochas, sua suscetibilidade ao intemperismo físico e químico e os valores sugeridos por Crepani et al. (2001) (**Tabela 3.117**). As unidades geológico-ambientais consideradas e seus respectivos litótipos são aquelas que constam do Mapa de Geodiversidade do Estado do Maranhão (CPRM, 2013).

Tabela 3.117 - Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns

Quartzitos ou metaquartzitos	10	Filito, metassiltito	21
Riólito, granito, dacito	11	Ardósia, metargilito	22
Granodiorito, quartzo diorito, granulitos, tonalitos	12	mármore	23
Migmatitos, gnaisses	13	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	24
Fonólito, nefelina sienito, traquito, sienito	14	Conglomerados, subgrauvacas	25
Andesito, diorito, basalto	15	Grauvacas, arcózios	26
Anortosito, gabro, peridotito	16	Siltitos, argilitos	27
Milonitos, quartzo-muscovita-biotita-clorita-xisto	17	Folhelhos	28
Piroxenito, anfíbolito, kimberlito, dunito	18	Calcários, dolomitos, margas, evaporitos	29
Hornblenda, Tremolina, Actinolita xisto	19	Sedimentos inconsolidados, aluviões, colúvios	30
Estaurolita xisto, xistos granatíferos	20		

Fonte: Adaptada de Crepani et al. (2001).

Os valores atribuídos às unidades geológico-ambientais são apresentados na **Tabela 3.118**. Unidades que apresentavam áreas com litótipos diferentes foram subdivididas e cada subdivisão recebeu um valor diferente de vulnerabilidade. A carta de vulnerabilidade associada ao tema Geologia obtida é apresentada na **Figura 3.157**.

Tabela 3.118 - Caracterização e valores de vulnerabilidade atribuídos às unidades geológico-ambientais.

Sigla da unidade	Caracterização da unidade geológico-ambiental segundo CPRM (2013)	Vulnerabilidade
DCa	Ambiente de planícies aluvionares recentes – Material inconsolidado e de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila.	30
DCDL	Depósitos detrito-lateríticos – Provenientes de processos de laterização em rochas de composições diversas, sem a presença de crosta.	30
DCDLi	Horizonte laterítico in situ – Proveniente de processos de laterização em rochas de composições diversas, formando crosta. Exemplo: Crostas ferruginosas.	30
DCEf	Dunas fixas – Material arenoso fixado pela vegetação.	30
DCEm	Dunas móveis – Material arenoso inconsolidado.	30
DCfl	Ambiente fluviolacustre – Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa.	30
DCGMGLaf	Anfibolitos.	18
DCGMGLgnp	Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas.	12
DCGMGLmgi	Migmatitos indiferenciados	13
DCGR1salc	Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto K) e toleíticas. Exemplo: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos, tonalitos, dioritos, quartzomonzonitos, monzonitos, etc.	1,1 a 1,2
DCGR2salc	Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto K) e toleíticas. Exemplo: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos, tonalitos, dioritos, quartzomonzonitos, monzonitos, etc.	12
DCm	Ambiente misto (marinho/continental) – Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (mangues).	30
DCMa	Predomínio de sedimentos arenosos, de deposição continental, lacustre, fluvial ou eólica – arenitos. Exemplo: Formação Urucuia.	24
DCmc	Ambiente marinho costeiro – Predomínio de sedimentos arenosos.	30
DCSR	Relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas – Coberturas arenoconglomeráticas e/ou siltico-argilosas associadas a superfícies de aplainamento.	30
DCT	Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho).	29
DCta	Ambiente de terraços aluvionares – Material de inconsolidado a semiconsolidado, de espessura variável. Da base para o topo, é formado por cascalho, areia e argila.	30
DSP1acgsa	Predomínio de sedimentos arenosos e conglomeráticos, com intercalações subordinadas de sedimentos siltico-argilosos.	26
DSP2mqmtc	Metarenitos, quartzitos e metaconglomerados.	24
DSP2x	Predomínio de metassedimentos siltico-argilosos, representados por xistos.	1,3 a 1,7

Sigla da unidade	Caracterização da unidade geológico-ambiental segundo CPRM (2013)	Vulnerabilidade
DSVMPacg	Predomínio de arenitos e conglomerados.	26
DSVMPae	Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição eólica.	24
DSVMPaef	Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição mista (eólica e fluvial)	2,4 a 2,7
DSVMPasac	Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e calcários.	27
DSVMPasaf	Intercalações de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e folhelhos.	2,5 a 2,6
DSVMPsaa	Predomínio de sedimentos siltico-argilosos com intercalações arenosas.	2,6 a 2,7
DSVMPsabc	Predomínio de sedimentos siltico-argilosos intercalados de folhelhos betuminosos e calcários	28
DSVMPsaca	Predomínio de sedimentos siltico-argilosos e calcários com intercalações arenosas subordinadas.	26
DSVP1va	Predomínio de vulcanismo de ácido a intermediário.	1,1 a 1,3
DSVP2gratv	Metarenitos feldspáticos, metarenitos, tufos e metavulcânicas de básicas a intermediárias.	14
DSVP2mqsafmg	Predomínio de metarenitos e quartzitos com intercalações irregulares de metassedimentos siltico-argilosos e formações ferríferas ou manganêsíferas.	10
DSVP2pbu	Predomínio de metapelitos com intercalações de rochas metabásicas e/ou metaultramáficas.	1,1 a 1,9
DVMba	Predomínio de basalto com <i>intertraps</i> subordinados de arenito	15
DVMgd	Predomínio de rochas básicas intrusivas.	15

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

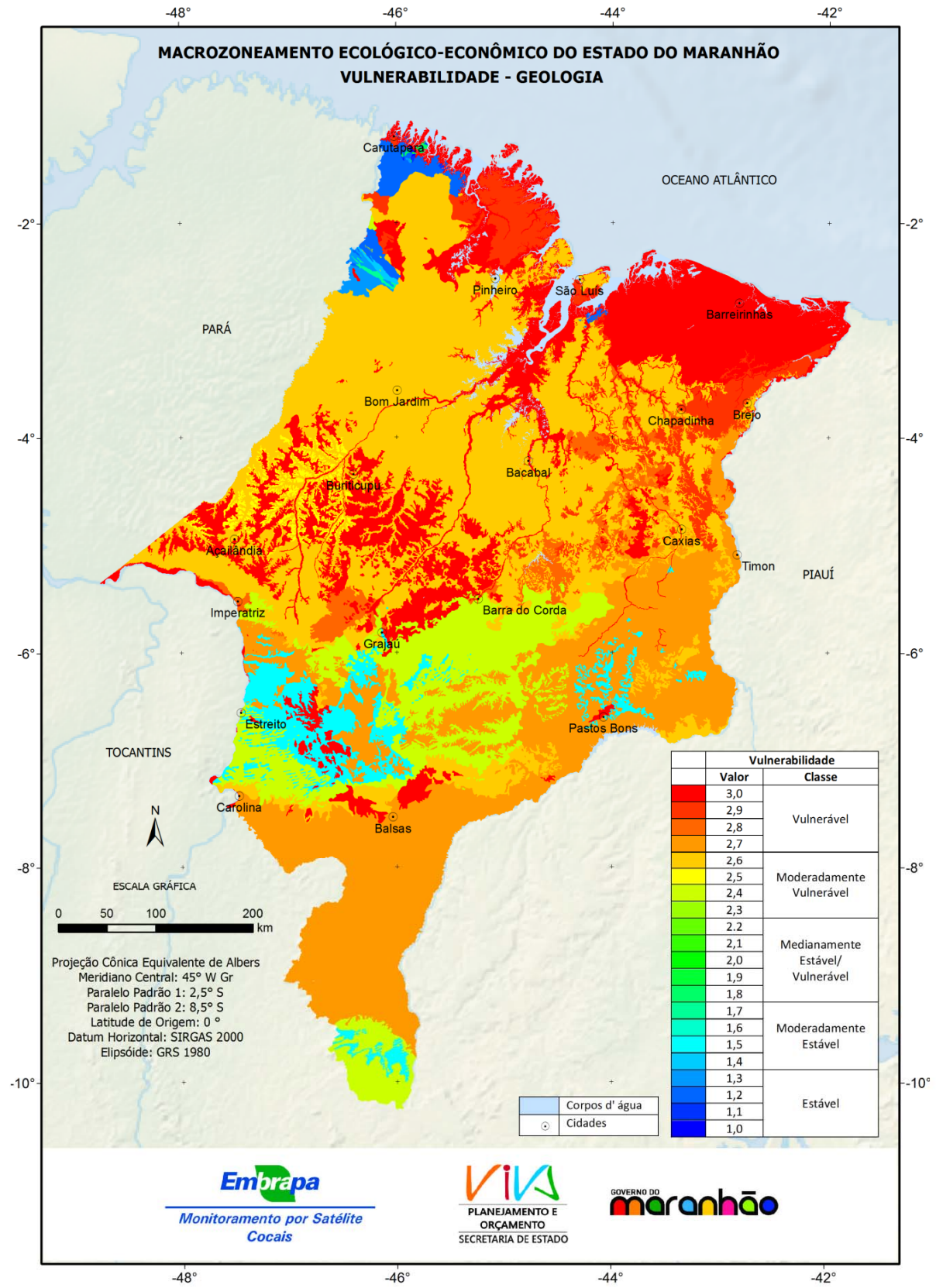


Figura 3.157 – Carta de Vulnerabilidade para o Tema Geologia

3.6.3.2. Geomorfologia

A avaliação da vulnerabilidade relacionada ao tema Geomorfologia consistiu na atribuição relativa e empírica de valores de 1,0 a 3,0 aos padrões de relevo (**Figura 3.158**) que constam do Mapa de Geodiversidade do Estado do Maranhão (CPRM, 2013). Os valores atribuídos (**Tabela 3.119**) foram baseados nas características dos padrões de relevo (dissecação, rede de drenagem, suscetibilidade à erosão, predomínio de morfogênese ou pedogênese, declividade, amplitude de relevo, etc.) descritas por Dantas (2013) e reproduzidas na **Tabela 3.119**.

Segundo Crepani et al. (2001), as formas de acumulação, como as planícies e os terraços de origem fluvial, marinha ou lacustre receberam valores próximos a 1,0, quando em áreas de relevo plano e estáveis. Já planícies e áreas sujeitas à inundação e de intensa morfodinâmica, nas quais os processos de morfogênese predominam sobre a pedogênese, receberam o valor 3,0, por serem instáveis, apesar do relevo plano.

A carta de vulnerabilidade obtida para o tema Geomorfologia é apresentada na **Figura 3.159**.

3.6.3.3. Solos

Pela metodologia proposta por Crepani et al. (2001), a principal característica considerada para estabelecer as 21 classes de vulnerabilidade do tema “Solos” é o grau de maturidade do solo. Os solos são considerados produtos diretos do balanço entre a morfogênese e a pedogênese.

Solos desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos são encontrados em unidades da paisagem estáveis, onde os eventos naturais favorecem os processos de pedogênese. Solos jovens, pouco desenvolvidos são encontrados em unidades da paisagem vulneráveis, onde prevalecem os processos modificadores do relevo (morfogênese), com predomínio dos processos de erosão em detrimento dos processos de formação e desenvolvimento do solo (CREPANI et al., 2001).

Segundo esse princípio, procurou-se, de forma relativa e empírica, atribuir valores de vulnerabilidade às diversas classes de solos que constam do Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Maranhão (JACOMINE et al., 1986). Esses valores são apresentados na **Tabela 3.120**.

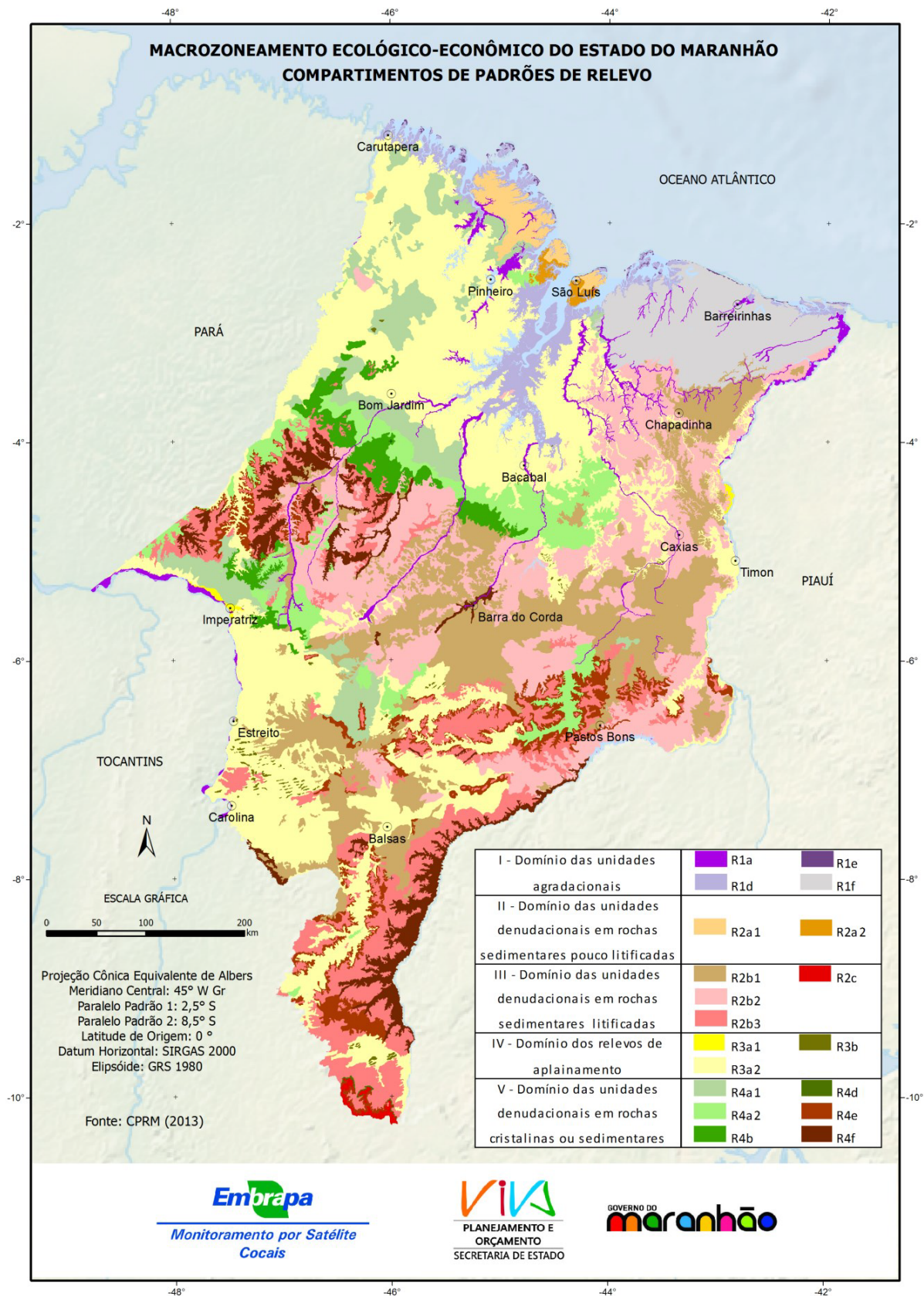


Figura 3.158 - Mapa de Padrões de Relevo

Tabela 3.119 - Valores de vulnerabilidade atribuídos às diferentes formas de relevo.

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
R2c	Chapadas e platôs	- Relevo de degradação em rochas sedimentares. - Superfícies tabulares alçadas ou relevos soerguidos planos ou aplainados, não ou incipientemente pouco dissecados. - Franco predomínio de processos de pedogênese, com formação de solos espessos e bem drenados, em geral com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. - Amplitude de relevo de 0 m a 20 m. Vertentes com topo plano, exceto os eixos dos vales fluviais.	10
R2b1	Baixos platôs	- Relevo de degradação em rochas sedimentares. - Superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares; sistema de drenagem principal com fraco entalhamento. - Predomínio dos processos de pedogênese, com formação de solos espessos e bem drenados, em geral com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. - Vertentes com topo de plano a suavemente ondulado (2° a 5°) e amplitude de relevo de 0 m a 20 m.	12
R3a2	Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas	- Superfícies aplainadas retocadas ou degradadas. - Superfícies suavemente onduladas promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos e posterior retomada erosiva proporcionada pela incisão suave de uma rede de drenagem incipiente. - Amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade. - Inclinação das vertentes de 0° a 5° e amplitude do relevo de 10 m a 30 m.	12
R3a1	Superfícies aplainadas conservadas	- Superfícies aplainadas conservadas. - Superfícies de planas a levemente onduladas, promovidas pelo arrasamento geral dos terrenos. - No Bioma Amazônia, há franco predomínio de processos de pedogênese, com formação de solos espessos e bem drenados, em geral com baixa suscetibilidade à erosão. - Nos Biomas Caatinga e Cerrado, há equilíbrio entre os processos de pedogênese e morfogênese. Apesar das baixas declividades, prevalece o desenvolvimento de solos rasos e pedregosos e os processos de erosão laminar são significativos. - Amplitudes de relevo de 0 m a 10 m e inclinação das vertentes de 0° a 5°.	1,2 (Bioma Amazônia)
			1,9 (Biomas Caatinga e Cerrado)
R2b3	Planaltos	- Relevo de degradação predominantemente em rochas sedimentares, mas também sobre rochas cristalinas. - Superfícies mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares ou colinas muito amplas. Sistema de drenagem principal com fraco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. - Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas de erosão, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). - Amplitude de relevo de 20 m a 50 m. Inclinação das vertentes de topo plano a suavemente ondulado (2° a 5°), excetuando-se os eixos dos vales fluviais.	13
R2a1	Tabuleiros	- Relevo de degradação em rochas sedimentares. - Formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”, resultantes de dissecação fluvial recente. - Predomínio de processos de pedogênese com formação de solos espessos e bem drenados, em geral com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. - Ocorrências esporádicas de erosão, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).	13

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
		- Amplitude de relevo de 20 m a 50 m. Vertentes com topo plano (0° a 30°). Localmente ressaltam-se vertentes acentuadas (10° a 25°).	
R1e	Planícies costeiras (terraços marinhos e cordões arenosos)	- Relevo de agradação. Zona de acumulação atual. - Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, apresentando microrrelevo ondulado, geradas por processos de sedimentação marinha e/ou eólica. - Terrenos bem drenados e não inundáveis. - Amplitude de relevo de até 20 m. Inclinação das vertentes de 0° a 5°.	12
R2a2	Tabuleiros dissecados	- Relevo de degradação em rochas sedimentares. - Formas de relevo tabulares, dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, apresentando relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente. - Predomínio de processos de pedogênese com formação de solos espessos e bem drenados, em geral com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. - Ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas). - Amplitude de relevo de 20 m a 50 m. Vertentes com topos planos restritos (inclinação de 0° a 3°). Localmente ressaltam-se vertentes acentuadas (10° a 25°).	17
R4a1	Domínios de colinas amplas e suaves	- Relevo de degradação em qualquer litologia, predominando rochas sedimentares. - Relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. - Predomínio de processos de pedogênese com formação de solos espessos e bem drenados, em geral com baixa a moderada suscetibilidade à erosão. - Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes. - Amplitude de relevo de 20 m a 50 m e inclinação das vertentes de 3° a 10°.	14
R2b2	Baixos platôs dissecados	- Relevo de degradação em rochas sedimentares. - Superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, francamente dissecadas em forma de colinas tabulares. Sistema de drenagem constituído por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, que gera um relevo dissecado em vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente. Deposição de planícies aluviais restritas em vales fechados. - Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese com formação de solos espessos e bem drenados, com moderada suscetibilidade à erosão. Eventual atuação de processos de laterização. - Ocorrências esporádicas de erosão, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). - Amplitude de relevo de 20 m a 50 m. Inclinação das vertentes de topo plano a suavemente ondulado, 2°–5°, excetuando-se os eixos dos vales fluviais, onde se registram vertentes com declividades mais acentuadas (10°–25°).	20
R4a2	Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos	- Relevo de degradação em qualquer litologia. - Relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. - Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese, com formação de solos espessos e bem drenados, em geral com moderada suscetibilidade à erosão. - Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência	21

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
		esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes. - Amplitude de relevo de 30 m a 80 m e inclinação das vertentes de 5° a 20°.	
R4f	Vales encaixados	- Relevo de degradação predominantemente em rochas sedimentares. - Relevo acidentado, constituído por vertentes de predominantemente retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Consistem em feições de relevo fortemente entalhadas pela incisão vertical da drenagem, formando vales encaixados e incisos sobre planaltos e chapadas, estes, em geral, pouco dissecados. Assim como as escarpas e os rebordos erosivos, os vales encaixados apresentam quebras de relevo abruptas em contraste com o relevo plano adjacente. - Franco predomínio de processos de morfogênese com formação de solos rasos, em geral com alta suscetibilidade à erosão. - Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes. - Amplitude de relevo de 100 m a 300 m e inclinação das vertentes de 10° a 25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°).	28
R4e	Degraus estruturais e rebordos erosivos	- Relevo de degradação em qualquer litologia. - Relevo acidentado, constituído por vertentes de predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. - Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos, em geral com alta suscetibilidade à erosão). - Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes. - Amplitude de relevo de 50 m a 200 m. Inclinação das vertentes de 10° a 25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°).	28
R4b	Domínio de morros e de serras baixas	- Relevo de degradação em qualquer litologia. - Relevo de morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados. Também se insere nessa unidade o relevo de morros de topo tabular, característico das chapadas intensamente dissecadas e desfeitas em conjunto de morros de topo plano. Sistema de drenagem principal com restritas planícies aluviais. - Predomínio de processos de morfogênese com formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão. - Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes. - Amplitude de relevo de 80 m a 200 m, podendo apresentar desnivelamentos de até 300 m. Inclinação das vertentes de 15° a 35°.	29
R1d	Planícies fluviomarinhas (mangues e brejos)	- Relevo de agradação. Zona de acumulação atual. - Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argiloarenosos a argilosos. - Terrenos muito mal drenados, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais bastante meandantes e divagantes, sob influência de refluxo de marés, ou resultantes da colmatação de paleolagunas. - Baixa capacidade de suporte dos terrenos. - Amplitude de relevo: zero. Inclinação das vertentes: plano (0°).	30

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
R1f	Campos de dunas	- Relevo de agradação. Zona de acumulação atual ou subatual. - Superfícies de relevo ondulado constituído de depósitos arenoquartzosos, bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa. - Por vezes, encontram-se desprovidos de vegetação e apresentam expressiva mobilidade (dunas móveis); ora encontram-se recobertos por vegetação pioneira (dunas fixas). - Amplitude de relevo de até 40 m. Inclinação das vertentes de 3° a 30°.	30
R3b	Inselbergs e outros relevos residuais	- Relevo de aplainamento. - Relevos residuais isolados destacados na paisagem aplainada, remanescentes do arrasamento geral dos terrenos. - Amplitude de relevo de 50 m a 500 m. Inclinação das vertentes de 25° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60° a 90°).	30
R4d	Escarpas serranas	- Relevo de degradação em qualquer litologia. - Relevo montanhoso, muito acidentado. Vertentes de predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. - Franco predomínio de processos de morfogênese com formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral com alta suscetibilidade à erosão. Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes. - Amplitude de relevo acima de 300 m. Inclinação das vertentes de 25° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60° a 90°)	30
R1a	Planícies fluviais ou fluviolacustres (planícies de inundação, baixadas inundáveis e abaciamentos)	- Relevo de agradação. Zona de acumulação atual. - Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, apresentando gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. - Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Os abaciamentos (ou suaves depressões em solos arenosos) em áreas planas ou em baixos interflúvios, denominados áreas de acumulação inundáveis (Aai), frequentes na Amazônia, estão inseridos nessa unidade. - Amplitude de relevo: zero. Inclinação das vertentes: 0° a 3°.	30

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

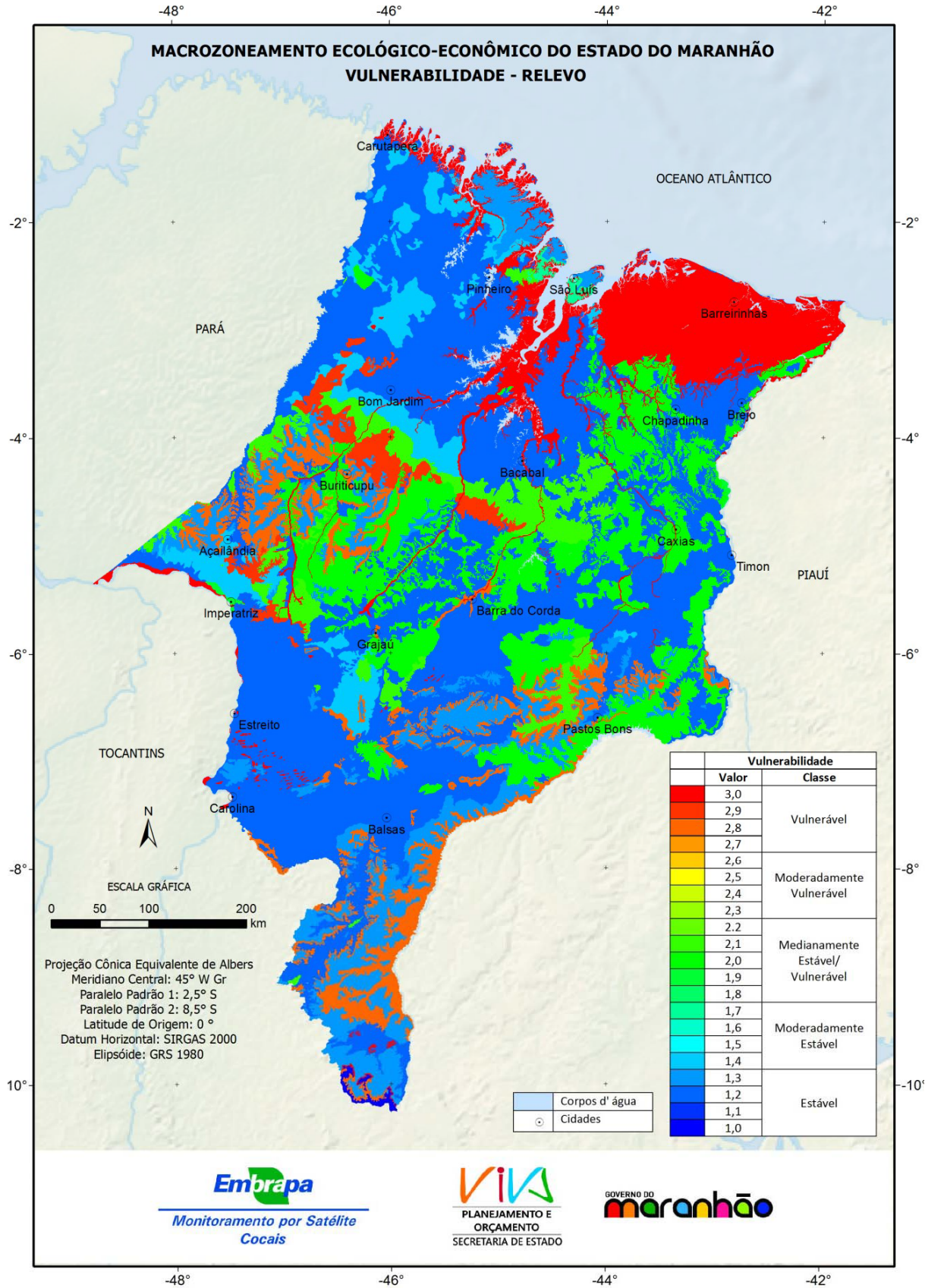


Figura 3.159 – Carta de Vulnerabilidade para o Tema Geomorfologia

A mesma tabela apresenta os possíveis enquadramentos das classes de solos usadas por Jacomine et al. (1986) no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), baseados em Santos et al. (2013, p. 339), Prado (2001) e nos atributos das classes de solo descritos no mapa original.

Como os critérios de classificação são diferentes, quando se especifica as classes de solo apenas pelos níveis categóricos iniciais, alguns solos agrupados por Jacomine et al. (1986) em uma única classe podem distribuir-se por classes diferentes no atual SiBCS. Também, alguns solos enquadrados em classes diferentes por Jacomine et al. (1986) podem ser agrupados em uma mesma classe no atual SiBCS.

Tabela 3.120 - Valores de vulnerabilidade por classes de solos.

Classes de solos (JACOMINE et al., 1986)	Classes de solos segundo o SiBCS	Vulnerabilidade
Latossolo Amarelo	Latossolo Amarelo	13
Latossolo Vermelho-Escuro	Latossolo Vermelho	12
Latossolo Roxo	Latossolo Vermelho	10
Terra Roxa Estruturada	Nitossolo Vermelho	15
Brunizém avermelhado	Chernossolo	18
Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo, Nitossolo	15
Podzólico Vermelho-Amarelo Concrecionário	Plintossolo	18
Podzólico Acinzentado	Argissolo acinzentado	22
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	Luvissolo, Argissolo, Nitossolo	15
Plintossolo	Plintossolo	27
Plintossolo Concrecionário	Plintossolo Pétrico	28
Planossolo	Planossolo	22
Cambissolo	Cambissolo	23
Vertissolo	Vertissolo	29
Vertissolo Tiomórfico	Vertissolo	30
Solos Indiscriminados de Mangues		30
Gleissolo	Gleissolo	28
Gleissolo Tiomórfico	Gleissolo Tiomórfico	30
Solonetz-Solodizado	Planossolo Nátrico	29
Solonchak-Solonétzico	Gleissolo	29
Solos Aluviais	Neossolo Flúvico	29
Areias Quartzosas	Neossolo Quartzarênico	29
Areias Quartzosas Marinhas	Neossolo Quartzarênico	29
Areias Quartzosas Hidromórficas	Neossolo Quartzarênico	29
Dunas		30
Solos Litólicos	Neossolo Litólicos	29
Afloramento de rochas		30

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

Aos Latossolos, normalmente associados às unidades de paisagem natural estáveis, foram atribuídos valores próximos a 1,0 na escala de vulnerabilidade, conforme sugestão de Crepani et al. (2001). Segundo o Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão (JACOMINE et al.1986), as classes de Latossolo que ocorrem no Maranhão são: Latossolo Amarelo (LA); Latossolo Vermelho-Amarelo (LV); Latossolo Vermelho-Escuro (LE) e Latossolo Roxo (LR). São solos pouco suscetíveis aos processos erosivos, bem desenvolvidos, profundos, bastante porosos e permeáveis, os quais apresentam horizonte B latossólico caracterizado por avançado estágio de intemperismo, formação de argila de baixa atividade, capacidade de troca catiônica baixa, boa agregação, estrutura comumente granular e com pouca ou nenhuma acumulação de argila iluvial (GUERRA; BOTELHO, 1998).

São solos geralmente ácidos, com predomínio de argilominerais do grupo 1:1, sesquióxidos (óxido de alumínio, Al_2O_3 e óxido de ferro, Fe_2O_3), quartzo e outros minerais altamente resistentes ao intemperismo.

Nas unidades de paisagem natural, consideradas intermediárias quanto à estabilidade/vulnerabilidade, normalmente ocorrem solos com horizonte B textural, caracterizado pelo acúmulo de argila por iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte (GUERRA; BOTELHO, 1998).

Nesses solos, a diferença de textura entre os horizontes A e B (ocasionada pelo acúmulo de argila no horizonte B) dificulta a infiltração de água no perfil, o que favorece os processos erosivos (CREPANI et al, 2001). As classes de solos com vulnerabilidade intermediária encontradas no Estado do Maranhão são: Podzólico Vermelho-Amarelo (PV), Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico (PE), Podzólico Acinzentado (PA), Terra Roxa Estruturada (TR), Planossolo (PL), Cambissolos (CE) e Podzólico Vermelho-Amarelo Concrecionário. A esses solos foram atribuídos valores de vulnerabilidade próximos a 2, conforme sugestão de Crepani et al. (2001).

Aos solos jovens e poucos desenvolvidos foram atribuídos valores de vulnerabilidade próximos a 3. Esses solos têm como principal característica a pequena evolução do perfil. O horizonte A está assentado diretamente sobre o C ou diretamente sobre a rocha.

São solos que ainda estão se desenvolvendo a partir de materiais de origem recentemente depositados ou que estão situados em locais de alta declividade, nos quais a velocidade da erosão é igual ou maior que a velocidade de transformação da rocha em solo (CREPANI et al., 2001).

No Maranhão, esses solos estão representados pelos Solos Litólicos, Solos Aluviais, Areias Quartzosas, Areias Quartzosas Marinhas e Dunas. Também ocorrem no estado solos das classes Vertissolo, Plintossolo, Plintossolo Concrecionário, Gleissolo e Solos Indiscriminados de Mangue, aos quais foram atribuídos valores próximos a 3,0, conforme sugestão de Crepani et al. (2001).

Em decorrência do nível generalizado do Levantamento Exploratório–Reconhecimento de Solos do Maranhão (JACOMINE et al., 1986), raramente uma classe de solos é cartografada isoladamente, ocorrendo com maior frequência unidades de mapeamento, compostas por associações de solos, com dois ou mais componentes.

Nesses casos, o valor de vulnerabilidade atribuído foi uma média ponderada das vulnerabilidades atribuídas a cada classe de solo componente da associação. Como não havia estimativa da área ocupada por cada componente, foram considerados os pesos de 60% para a classe principal e 40% para a classe secundária, nos casos de associações de duas classes de solos.

Em associações com três e quatro tipos de solos, foram considerados os pesos de 60%, 30%, 10% e 60%, 20%, 10%, 10%, respectivamente. A carta de vulnerabilidade para o tema solo é apresentada na **Figura 3.160**.

3.6.3.4. Vegetação e Uso das Terra

A densidade de cobertura vegetal é um fator de proteção do terreno contra os processos morfogenéticos que se traduzem na forma de erosão e, portanto, é o parâmetro a ser considerado na determinação das 21 classes de vulnerabilidade para o tema Vegetação (CREPANI et al., 2001).

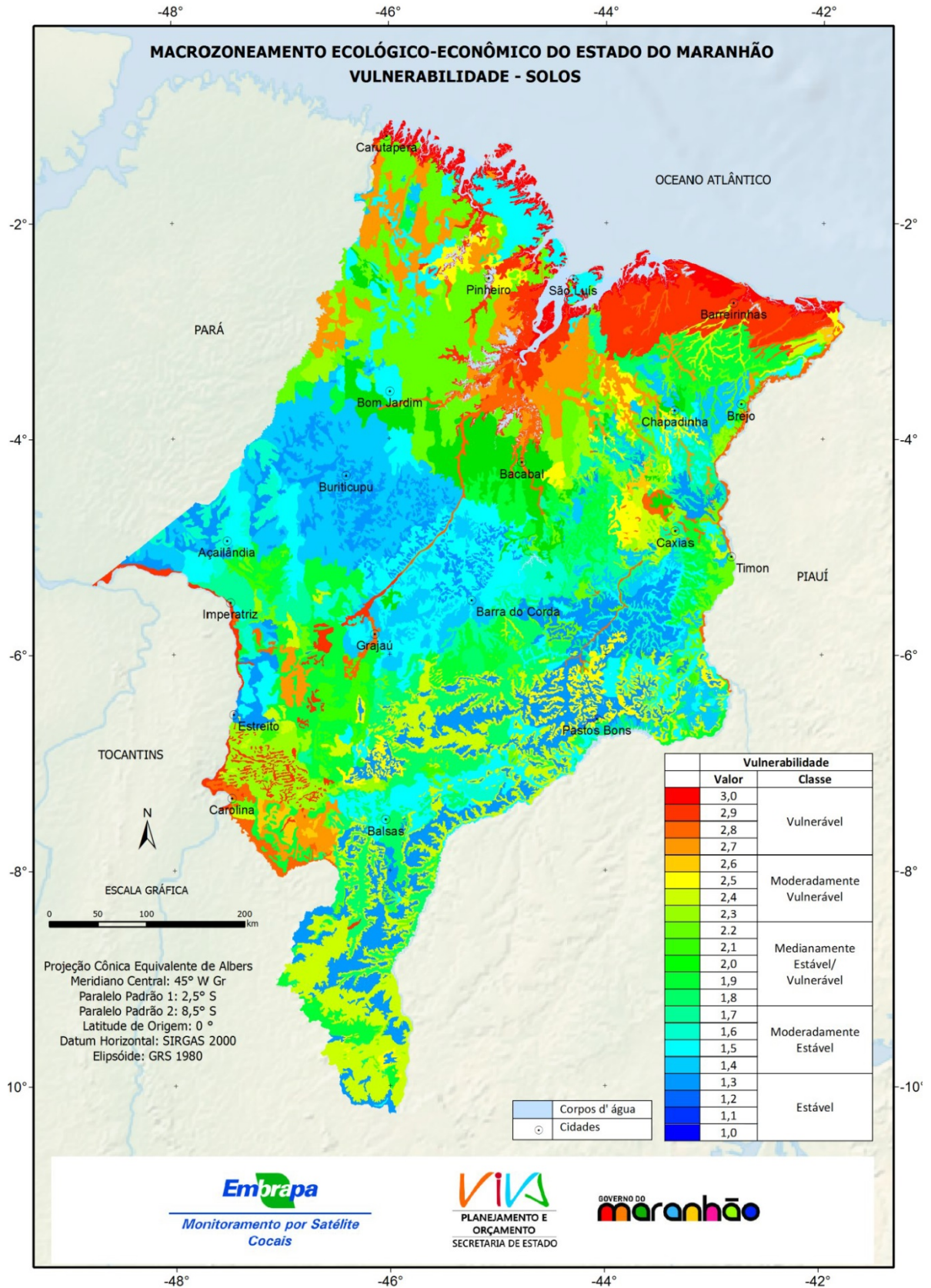


Figura 3.160 - Carta de Vulnerabilidade para o tema solo

Crepani et al. (2001) propuseram valores de vulnerabilidade para as diferentes formações vegetais mapeadas pelo projeto Radambrasil e para coberturas artificiais do terreno (pastagens, culturas perenes e culturas anuais). Esses valores foram usados como base para a atribuição da vulnerabilidade aos tipos de vegetação do Maranhão, mapeados pelo “Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira – Probio” (PROBIO, 2007), na escala 1:250.000, empregando imagens TM/Landsat de 2002 e a legenda do “Manual Técnico da Vegetação Brasileira” (IBGE, 2012).

De forma geral, valores próximos a 1,0 foram atribuídos para formações com altas densidades de cobertura do terreno; valores próximos a 3,0 para baixas densidades de cobertura; e valores próximos a 2,0 para densidades intermediárias. O mapa usado ainda contempla classes discriminadas apenas como vegetação secundária, agropecuária e áreas desmatadas entre 2002 e 2010, às quais foram atribuídos os valores de vulnerabilidade 2,5, 2,9 e 3,0, respectivamente.

A **Tabela 3.121** apresenta os valores de vulnerabilidade atribuídos para cada classe de formação vegetal ou uso antrópico que geraram a carta de vulnerabilidade para o tema Vegetação (**Figura 3.161**).

3.6.3.5. *Clima*

O clima controla o intemperismo diretamente, pela precipitação pluviométrica e temperatura de uma região, e também, indiretamente, pelos tipos de vegetação que poderão cobrir a paisagem (CREPANI et al., 2001).

A chuva é o principal agente do processo de denudação. Atua inicialmente sobre as rochas, provocando o intemperismo; e sobre o solo, removendo-o pela erosão hídrica. O impacto direto das gotas e o escoamento superficial do excesso de água da chuva (*runoff* ou enxurrada) são os agentes ativos da erosão hídrica dos solos. A intensidade da erosão é resultante do poder da chuva em causar erosão e da capacidade do solo em resistir à erosão (CREPANI et al., 2001).

O poder da chuva em causar erosão é chamado de erosividade, e é função das características físicas da chuva, entre as quais a pluviosidade total, a intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. A intensidade pluviométrica para uma determinada área pode ser obtida pela divisão do valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses).

Tabela 3.121 - Fisionomias vegetais e usos da terra com seus respectivos valores de vulnerabilidade conforme adaptado de Crepani et al. (2001).

Sigla	Formação vegetal	Vulnerabilidade
Da	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	1,0
Db	Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	1,0
Ds	Floresta Ombrófila Densa Submontana	1,0
Ab	Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas	1,2
As	Floresta Ombrófila Aberta Submontana	1,2
Fa	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	1,6
Fb	Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas	1,6
Fs	Floresta Estacional Semidecidual Submontana	1,6
Sd	Savana Florestada	1,7
Pf	Vegetação com influência fluviomarinha	2,1
Sa	Savana arborizada	2,1
SN	Contato savana/ floresta estacional	2,1
SO	Contato savana/ floresta ombrófila	2,1
ST	Contato savana/ savana estépica	2,1
STN	Contato savana/ savana estépica/ floresta estacional	2,1
Ta	Savana-Estépica arborizada	2,1
Pa	Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre	2,3
Sp	Savana Parque	2,5
r	Refúgio vegetacional	2,7
Sg	Savana gramíneo-lenhosa	2,7
T	Savana estépica	2,7
Vs	Vegetação secundária	2,7
Ap	Pastagens	2,8
Ag	Agropecuária	2,9
Desm	Desmatamento	2,9
R	Reflorestamento	2,9
Ac	Agricultura	3,0
Ai	Outras/indiscriminadas	3,0
lu	Influência urbana	3,0
Pm	Vegetação com influência marinha	3,0

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

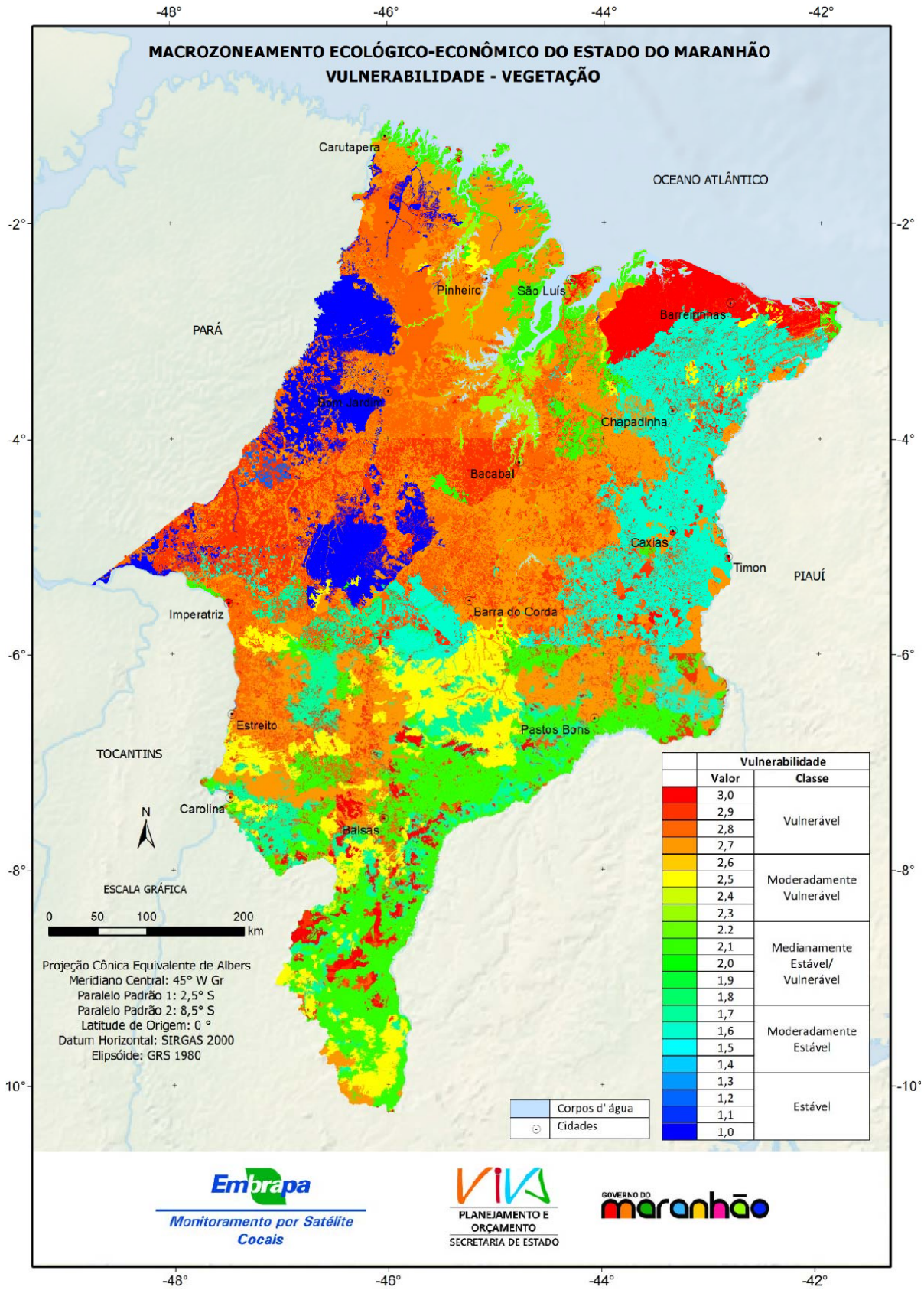


Figura 3.161 - Mapa de vulnerabilidade para o tema vegetação

Sua importância é verificada facilmente quando se observa que uma elevada pluviosidade anual distribuída ao longo de todo o ano tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual mais reduzida que cai torrencialmente em um curto período de tempo (CREPANI et al., 2001).

A intensidade pluviométrica é um indicativo da energia potencial que se transformará em energia cinética, responsável pela erosividade da chuva. Logo, quanto maior o valor da intensidade pluviométrica, maior será a erosividade da chuva. Baseados nesse princípio, Crepani et al. (2001) construíram uma escala de erosividade a partir de valores de intensidade pluviométrica.

Essa escala comporta 21 classes de erosividade, às quais foram associados valores relativos e empíricos de vulnerabilidade natural à perda de solo, considerando que quanto maior a erosividade da chuva maior é a perda de solo das unidades de paisagem natural. Esses valores são apresentados na **Tabela 3.122**.

Tabela 3.122 - Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo segundo Crepani et al. (2001).

Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1,0	200 – 225	1,7	375 – 400	2,4
50 – 75	1,1	225 – 250	1,8	400 – 425	2,5
75 – 100	1,2	250 – 275	1,9	425 – 450	2,6
100 – 125	1,3	275 – 300	2,0	450 – 475	2,7
125 – 150	1,4	300 – 325	2,1	475 – 500	2,8
150 – 175	1,5	325 – 350	2,2	500 – 525	2,9
175 - 200	1,6	350 – 375	2,3	> 525	3,0

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

A distribuição espacial da intensidade pluviométrica média no Estado do Maranhão foi gerada por um modelo numérico do terreno (MNT) obtido a partir de interpolação dos valores das isoietas ou isolinhas de precipitação média anual (PMA) do Brasil (CPRM, 2013). A duração do período chuvoso em meses (DPC) também foi gerada por um MNT, obtido por interpolação dos valores das isolinhas de DPC extraídas do mapa de climas do Brasil (IBGE, 2013).

O MNT de intensidade pluviométrica (IP) foi gerado pela divisão do modelo de PMA pelo modelo de DPC. Posteriormente, os valores de IP do MNT foram agrupados em classes de IP, segundo a escala de erosividade das chuvas da **Tabela 3.122**.

A cada classe atribui-se o valor correspondente de vulnerabilidade, gerando o mapa de vulnerabilidade para o tema Clima da **Figura 3.162**.

3.6.4. Cartas síntese de vulnerabilidade natural à perda de solos

As cartas síntese de vulnerabilidade natural à perda de solos (**Figuras 3.163 e 3.164**) resultaram da aplicação da Equação 1 às cartas de vulnerabilidade referentes aos temas Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Clima. A **Figura 3.163** apresenta os valores de vulnerabilidade dentro da faixa de 1,0 a 3,0.

Na **Figura 3.164**, os valores de vulnerabilidade foram agrupados em classes de vulnerabilidade. As áreas ocupadas por cada valor e classe de vulnerabilidade e seus respectivos percentuais em relação à área total do estado são apresentados nas **Tabelas 3.123 e 3.124**.

As áreas mais vulneráveis concentram-se na porção norte do estado e compreendem as regiões dos Lençóis Maranhenses, a Baixada Maranhense e as áreas litorâneas. No restante do estado, predominam as áreas classificadas como medianamente estáveis/vulneráveis, que perfazem cerca de 71% da área total do estado (**Tabela 3.124**).

Áreas menores classificadas como moderadamente estáveis e moderadamente vulneráveis estão espalhadas por todo o estado de permeio com as áreas medianamente estáveis/vulneráveis.

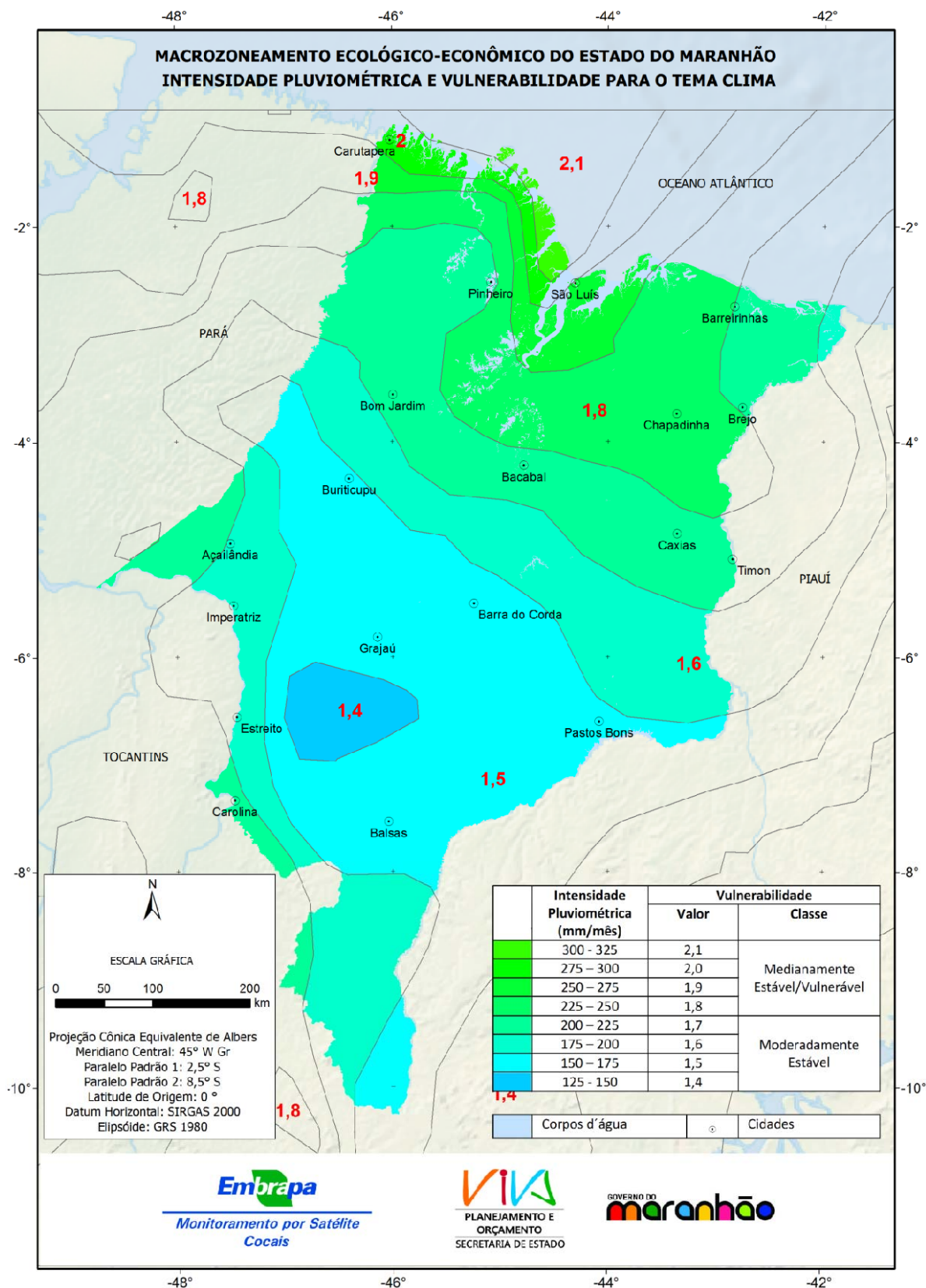


Figura 3.162 – Mapa de vulnerabilidade para o tema clima

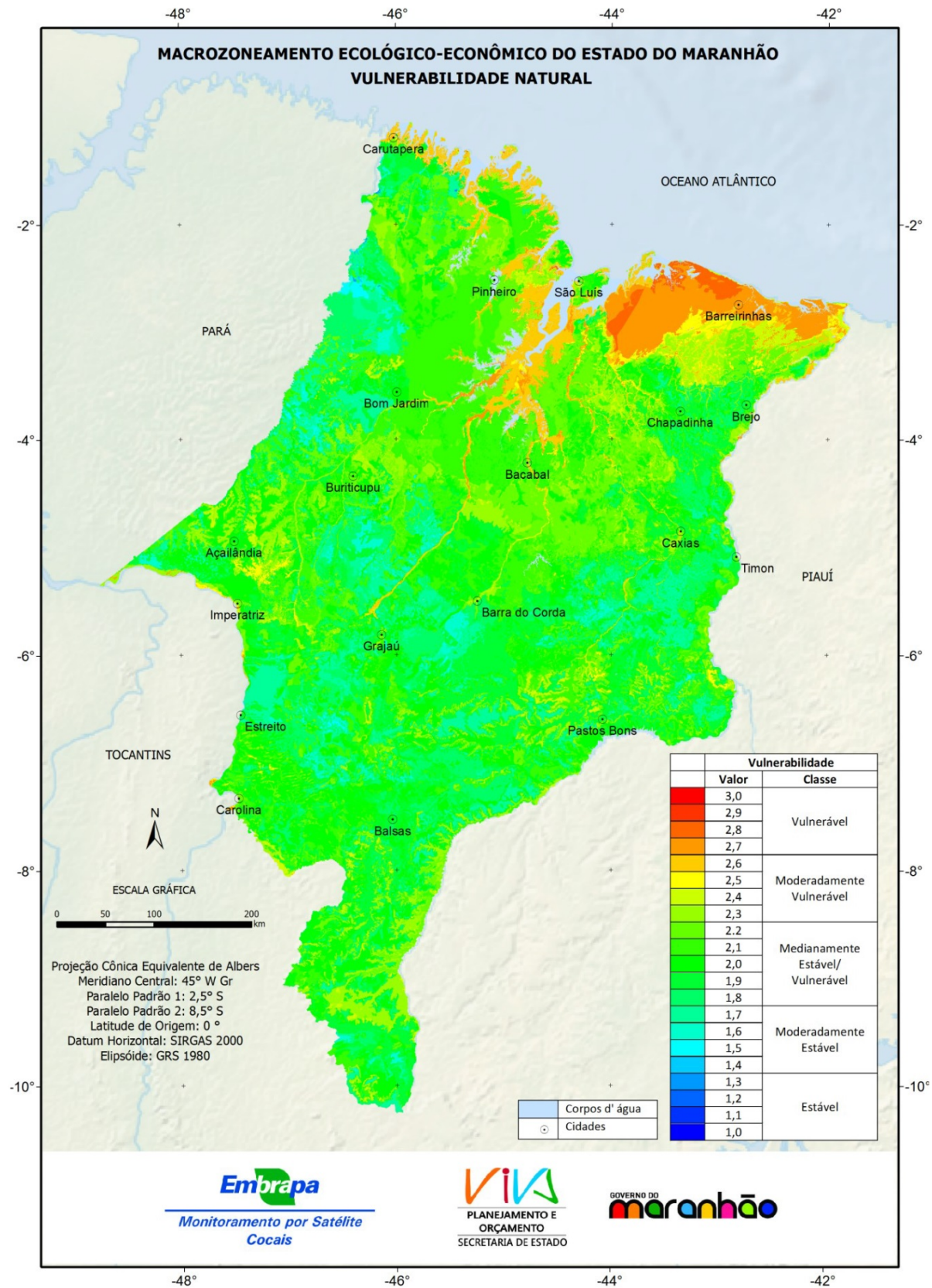


Figura 3.163 - Carta de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão

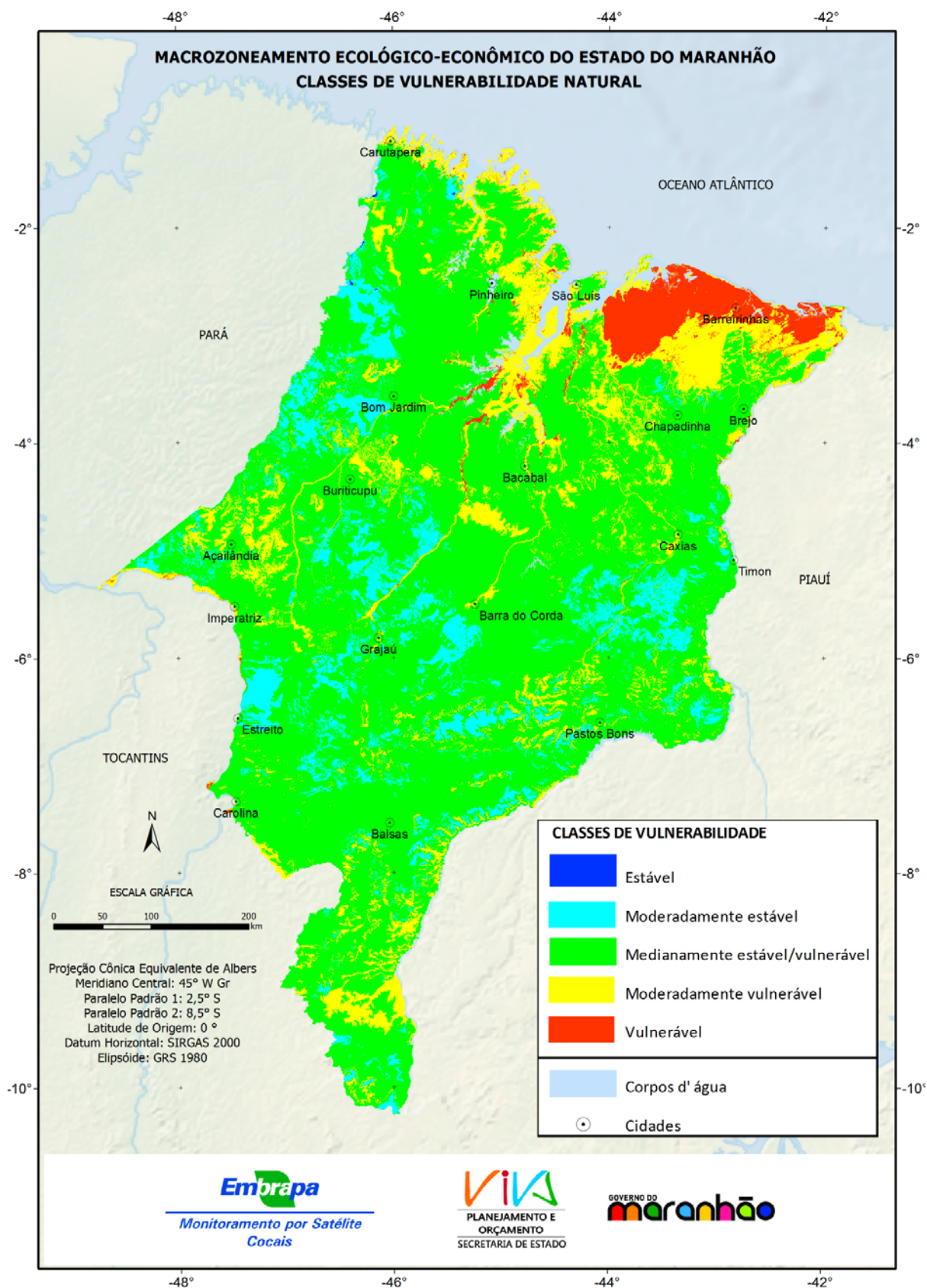


Figura 3.164 – Carta simplificada de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão

Tabela 3.123 - Quantificação das áreas por valores e classes de vulnerabilidade natural à perda de solos.

Vulnerab.	Classes de vulnerabilidade					Água	Total (ha)
	Estável	Moderadamente estável	Medianamente estável/vulnerável	Moderadamente vulnerável	Vulnerável		
13	4.104						4.104
14		4.065					4.065
15		97.229					97.229
16		586.136					586.136
17		2.409.185					2.409.185
18			3.017.587				3.017.587
19			4.792.228				4.792.228
20			5.789.917				5.789.917
21			5.896.026				5.896.026
22			4.127.463				4.127.463
23				2.337.860			2.337.860
24				806.277			806.277
25				421.713			421.713
26				1.080.223			1.080.223
27					1.016.818		1.016.818
28					205.603		205.603
Água						590.585	590.585
Total	4.104	3.096.616	23.623.221	4.646.074	1.222.421	590.585	33.183.020

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

Tabela 3.124 - Quantificação das áreas por valores e classes de vulnerabilidade à perda de solos. Percentuais em relação à área total do estado.

Vulnerab.	Classes de vulnerabilidade					Água	Total
	Estável	Moderadamente estável	Medianamente estável/vulnerável	Moderadamente vulnerável	Vulnerável		
13	1	0	0	0	0	0	1
14	0	1	0	0	0	0	1
15	0	29	0	0	0	0	29
16	0	177	0	0	0	0	177
17	0	726	0	0	0	0	726
18	0	0	909	0	0	0	909
19	0	0	1.444	0	0	0	1.444
20	0	0	1.745	0	0	0	1.745
21	0	0	1.777	0	0	0	1.777
22	0	0	1.244	0	0	0	1.244
23	0	0	0	705	0	0	705
24	0	0	0	243	0	0	243
25	0	0	0	127	0	0	127
26	0	0	0	326	0	0	326
27	0	0	0	0	306	0	306
28	0	0	0	0	62	0	62
Água	0	0	0	0	0	178	178
Total	1	933	7.119	1.400	368	178	10.000

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

3.6.5. Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos das Unidades dos Sistemas Ambientais

Os estudos executados pelo IBGE para o Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão (BRASIL, 1997) permitiram a compartimentação do território maranhense em 28 unidades dos sistemas naturais definidas pelas similaridades dos condicionantes regionais, conforme detalhado no item 3.5.1 – Unidades dos sistemas ambientais.

Para que esses sistemas fossem caracterizados quanto a vulnerabilidade natural à perda de solos, foi feita em um SIG a intersecção da carta de vulnerabilidade natural à perda de solo do estado com a carta de unidades dos sistemas ambientais. Essa intersecção subdividiu a área de cada unidade dos sistemas ambientais de acordo com os diferentes valores e classes de vulnerabilidade natural à perda de solo.

As áreas dessas subdivisões foram calculadas, o que permitiu construir as **Tabelas 3.125 a 3.127**, com as áreas pertencentes a cada valor e classe de vulnerabilidade dentro de cada unidade dos sistemas ambientais. Essas áreas estão quantificadas em km², em percentuais em relação à área total de cada unidade e em percentuais em relação à área total do estado.

As unidades dos sistemas ambientais e seus números identificadores são: 1 – Planícies Litorâneas, 2 – Tabuleiros dos Lençóis Maranhenses, 3 – Baixada Maranhense, 4 – Superfície Sublitorânea de Bacabal, 5 – Superfície do Gurupi, 6 – Superfície do Baixo Gurupi, 7 – Colinas e Cristas do Gurupi, 8 – Tabuleiros Costeiros Maranhenses, 9 – Planalto Dissecado do Pindaré/Grajaú, 10 – Planalto Dissecado do Itapecuru, 11 – Chapada de Barra do Corda, 12 – Depressão de Imperatriz, 13 – Tabuleiros Sublitorâneos, 14 – Patamar de Caxias, 15 – Tabuleiros do Parnaíba, 16 – Tabuleiros do Médio Itapecuru, 17 – Patamar das Cabeceiras do Mearim, 18 – Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras, 19 – Planos Arenosos de Riachão, 20 – Depressão do Rio Sereno, 21 – Tabuleiros de Balsas, 22 – Vãos do Alto Itapecuru, 23 – Chapadões do Alto Itapecuru, 24 – Chapadas do Alto Parnaíba, 25 – Vãos do Alto Parnaíba, 26 – Cabeceiras do Parnaíba, 27 – Chapada das Mangabeiras e 28 – Planícies Fluviais.

Pelos percentuais expressos na **Tabela 3.124**, é possível qualificar as unidades dos sistemas ambientais quanto à sua vulnerabilidade natural à perda de solo. Entre as unidades mais vulneráveis, destacam-se a unidade 2 (Tabuleiros dos Lençóis Maranhenses), com 72% de sua área classificada como vulnerável, e as unidades 1 (Planícies Litorâneas), 3 (Baixada Maranhense) e 28 (Planícies Fluviais), respectivamente com 74%, 68% e 50% de suas áreas classificadas como moderadamente vulneráveis.

Tabela 3.125 - Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto aos valores de vulnerabilidade natural. Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental.

Sistemas ambientais	Vulnerabilidade																Água
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Água	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	11	5	2	9.975
1	0	0	1	56	20	25	346	230	219	186	475	534	443	5.910	954	481	121
2	0	0	0	0	0	0	5	13	8	72	317	1.000	808	600	5.893	1.284	0
3	0	0	0	1	7	3	8	119	845	1.325	507	110	294	5.928	849	4	0
4	0	0	0	2	1	6	27	680	5.734	2.498	404	122	113	278	134	1	0
5	5	0	128	346	1.305	1.283	707	1.170	2.573	1.741	625	76	16	18	5	0	0
6	8	2	42	272	169	1.667	2.924	989	1.145	2.461	166	8	42	87	17	0	0
7	81	167	915	1.126	1.492	2.310	2.186	923	763	29	8	0	0	0	0	0	0
8	15	0	0	8	409	163	149	2.127	4.276	719	876	432	149	537	94	46	0
9	0	0	26	430	799	755	1.163	2.027	2.177	1.311	1.025	182	89	14	1	0	0
10	0	0	0	1	292	591	1.057	1.510	1.735	3.156	1.041	342	153	89	31	2	0
11	0	0	14	539	1.533	2.496	2.277	1.914	854	293	63	18	0	0	0	0	0
12	0	0	1	414	650	797	2.194	3.475	1.070	920	291	152	28	2	5	0	0
13	0	0	0	0	140	1.330	1.153	968	267	1.939	2.265	994	643	204	96	0	0
14	0	0	0	0	8	508	2.386	2.051	1.631	2.127	804	413	33	25	13	0	0
15	0	0	14	19	790	633	2.562	2.054	1.662	1.288	627	188	113	43	7	0	0
16	0	0	9	259	2.789	1.782	2.241	1.588	792	335	84	81	5	29	6	0	0
17	0	0	23	172	601	862	4.069	2.702	1.033	449	72	16	0	0	0	0	0
18	0	1	140	408	1.873	2.295	1.766	1.686	1.219	376	169	52	6	6	3	0	0
19	0	0	0	18	388	520	906	5.241	1.915	741	137	71	62	2	0	0	0
20	0	0	0	0	6	965	1.160	5.406	1.352	813	170	59	20	9	40	0	0
21	0	0	0	33	318	2.849	2.958	2.334	1.083	239	168	15	4	0	0	0	0
22	0	0	4	17	215	462	4.715	1.775	1.470	645	462	208	17	6	2	0	0
23	0	1	18	25	1.598	570	2.198	1.709	1.277	1.267	820	439	80	0	0	0	0
24	0	0	0	0	850	1.019	1.315	2.789	960	762	1.942	316	38	10	0	0	0
25	0	0	0	0	42	381	1.798	2.882	1.199	1.608	1.959	96	31	3	0	0	0
26	0	0	8	383	342	1.420	4.191	2.273	947	154	192	87	3	0	0	0	0
27	0	0	0	176	2.337	1.654	975	1.432	1.192	488	668	1.078	0	0	0	0	0
28	0	0	8	26	30	111	582	743	1.218	1.346	1.582	1.163	826	1.449	915	0	0
Total	1	1	29	177	726	909	1.444	1.745	1.777	1.244	704	243	127	325	306	62	178

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

Tabela 3.126 - Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto à vulnerabilidade natural.

Sistemas Amb.	Estável (ha)	Moderadamente estável (ha)	Medianamente estável / vulnerável (ha)	Moderadamente vulnerável (ha)	Vulnerável (ha)	Água (ha)	Total (ha)
Água						584,93	584,93
1		4,54	59,03	432,53	84,33	7,13	587,55
2		6.108,00	13,27	369,03	972,04		1.354.406,30
3	6,10	595,00	162,03	481,87	60,05		704,56
4		80.783,00	2.403.794,66	246,48	36,18		2.687.261,89
5	1,28	427,23	1.794.753,71	176,57	1,28		2.401.107,32
6	32.226,00	18,75	355,47	11,73	6.614,00		386,94
7	1,73	79,08	132,72	17.065,00			213,70
8	76.326,00	21,02	374,58	100,46	7,05		503,87
9		653,82	3.870.820,11	682,50	38.575,00		5.207.527,44
10		71,08	1.946.541,08	393,01	7,79		2.418.420,83
11		219,37	824,30	8,50	113,00		1.052.172,07
12		99,87	792,65	44,42	49.597,00		937,43
13		12,27	495,42	359,56	8,43		875,67
14		36.322,00	392,77	57,54	60.654,00		451,28
15		109,11	1.087.587,71	128,75	88.174,00		1.326.331,20
16		398,03	877,09	25,93	72.004,00		1.301.765,58
17		61,57	704,99	6,83			773,39
18		378,63	1.147.672,59	36,48	39.652,00		1.563.181,28
19		22,84	524,12	15,25			562,21
20		32.342,00	506,83	13,49	2,09		522,74
21		42,11	1.137.391,57	22,52			1.202.022,25
22		15,73	604,75	46,33	15.135,00		666,96
23		242,87	1.038.418,50	197,98			1.479.266,57
24		145,13	1.169.418,74	393,86			1.708.408,33
25		2,94	546,15	144,97			694,06
26		34,24	419,61	13,19			467,04
27		31,17	71,21	21,66			124,04
28		2,66	166,35	208,84	38,07		415,92
Total	4,10	3.096.215,26	23.619.761,96	4.640.429,54	1.221.604,07	592,06	33.174.166,48

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

Tabela 3.127 - Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto à vulnerabilidade natural e Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental e em relação à área total do estado.

Sistemas ambientais	Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental (%)						Percentuais em relação à área total do estado (%)						
	Estável	Moderad. estável	Medianam. estável/vulner.	Moderad. vulnerável	Vulnerável	Água	Estável	Moderad. estável	Medianam. estável/vulner.	Moderad. vulnerável	Vulnerável	Água	Total
Água	0	0	0	0	0	10.000	0	0	0	0	0	176	176
1	0	77	1.005	7.361	1.435	121	0	1	18	130	25	2	177
2	0	0	98	2.725	7.177	0	0	0	4	111	293	0	408
3	0	8	2.300	6.839	852	0	0	0	49	145	18	0	212
4	0	3	8.945	917	135	0	0	0	725	74	11	0	810
5	5	1.779	7.475	735	5	0	0	129	541	53	0	0	724
6	8	485	9.187	303	17	0	0	6	107	4	0	0	117
7	81	3.700	6.211	8	0	0	1	24	40	0	0	0	64
8	15	417	7.434	1.994	140	0	0	6	113	30	2	0	152
9	0	1.256	7.433	1.311	1	0	0	197	1.167	206	0	0	1.570
10	0	294	8.049	1.625	32	0	0	21	587	118	2	0	729
11	0	2.085	7.834	81	0	0	0	66	248	3	0	0	317
12	0	1.065	8.456	474	5	0	0	30	239	13	0	0	283
13	0	140	5.658	4.106	96	0	0	4	149	108	3	0	264
14	0	8	8.703	1.275	13	0	0	0	118	17	0	0	136
15	0	823	8.200	971	7	0	0	33	328	39	0	0	400
16	0	3.058	6.738	199	6	0	0	120	264	8	0	0	392
17	0	796	9.116	88	0	0	0	19	213	2	0	0	233
18	0	2.422	7.342	233	3	0	0	114	346	11	0	0	471
19	0	406	9.323	271	0	0	0	7	158	5	0	0	169
20	0	6	9.696	258	40	0	0	0	153	4	1	0	158
21	0	350	9.462	187	0	0	0	13	343	7	0	0	362
22	0	236	9.067	695	2	0	0	5	182	14	0	0	201
23	0	1.642	7.020	1.338	0	0	0	73	313	60	0	0	446
24	0	850	6.845	2.305	0	0	0	44	353	119	0	0	515
25	0	42	7.869	2.089	0	0	0	1	165	44	0	0	209
26	0	733	8.984	282	0	0	0	10	126	4	0	0	141
27	0	2.513	5.741	1.746	0	0	0	9	21	7	0	0	37
28	0	64	4.000	5.021	915	0	0	1	50	63	11	0	125
Total	1	933	7.120	1.399	368	178	1	933	7.120	1.399	368	178	10.000

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relatório do Diagnóstico, Produto 3, Vol. 2. Campinas/SP, 2013.

Nas demais unidades, predominam as áreas classificadas como medianamente estáveis/vulneráveis que perfazem percentuais sempre superiores a 50% da área total da unidade.

Entre as unidades com predominância de áreas medianamente estáveis/vulneráveis, há aquelas com parcelas expressivas de suas áreas classificadas como moderadamente estáveis, como os casos das unidades 7, 16, 27 e 18, com 37%, 31%, 25% e 24% de suas áreas classificadas como moderadamente estáveis, respectivamente.

Outras já têm parcelas expressivas classificadas como moderadamente vulneráveis, como os casos das unidades 13, 24 e 8, respectivamente, com 41%, 23% e 20% de suas áreas classificadas como moderadamente vulneráveis. Há, ainda, aquelas unidades com amplo predomínio de áreas medianamente estáveis/vulneráveis (percentuais superiores a 80%), caso das unidades 4, 6, 10, 12, 14, 15, 19, 20, 21, 22, e 26.

3.7. Infraestrutura Hídrica

3.7.1. Considerações Gerais

Em virtude de suas condições geográficas naturais, o estado do Maranhão conta com recursos hídricos abundantes, tanto superficiais como subterrâneos.

As bacias hidrográficas do Maranhão são de grandes dimensões e seus rios são permanentes, com expressivo volume de água durante o ano (FEITOSA; ALMEIDA, 2002). Apesar dessa grande malha de condução hídrica, o fornecimento total de água com qualidade não é garantido, em decorrência das inúmeras agressões ao meio ambiente, pois na maioria dos municípios não há condições satisfatórias de abastecimento e saneamento básico (MARANHÃO, 2009). No Maranhão é necessário investir, principalmente, na conservação e/ou preservação dos seus recursos hídricos.

Segundo a ANA (2010), 74% das sedes municipais são abastecidas exclusivamente por mananciais subterrâneos (poços), 21% são atendidas por águas superficiais e os 5% restantes são abastecidos tanto por mananciais superficiais como subterrâneos.

3.7.2. Recursos Hídricos Superficiais

O Maranhão possui rios limítrofes e genuínos. Os limítrofes são: Tocantins, Gurupi, Manuel Alves Grande e Parnaíba. Os principais rios genuinamente maranhenses são: Munim, Itapecuru, Mearim e Pindaré (Golfão Maranhense). De uma maneira geral, os rios maranhenses correm no sentido Sul-Norte.

Dentre as 12 Regiões Hidrográficas que constituem o Brasil, o Estado do Maranhão está presentes em três Regiões Hidrográficas: Região Hidrográfica do Parnaíba, Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia e Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, como pode ser visto na **Tabela 3.128**.

O Decreto Estadual nº 27.845/11, em seu artigo 5º, define a divisão hidrográfica do estado do Maranhão, para efeito do gerenciamento de recursos hídricos, em 12 regiões hidrográficas (**Figura 1.5** mostrada anteriormente). De acordo com esta divisão, três bacias hidrográficas de rios são de domínio da União: a bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, a bacia hidrográfica do Rio Tocantins e a bacia hidrográfica do Rio Gurupi.

A Região Hidrográfica do Rio Parnaíba constitui a bacia hidrográfica do mesmo nome, abrange quase todo o estado do Piauí (165 municípios), parte do Maranhão (39 municípios) e pequena área do Ceará (20 municípios). Possui mais de 3.000 km de rios perenes, abrange uma área de 331.441,5 km² e uma extensão ao longo do rio principal de 1.400 km. Nasce no encontro das águas da chapada das Mangabeiras com a serra do Penitente, em altitude superior a 600 m, na divisa entre o estado do Maranhão e Tocantins.

No Maranhão, a bacia compreende afluentes do rio Parnaíba pela sua margem esquerda, sendo o rio Balsas o mais destacável, abrangendo uma área de 24.540 km² e 510 km de percurso. Os principais afluentes do rio Balsas são: rio Maravilha, rio Neves, rio Tem Medo e rio Sucurujú; é navegável para embarcações de pequeno calado, desde a cidade de Balsas até sua foz, especialmente na época das cheias em um trecho de 225 km. Deságua próximo das cidades Benedito Leite no Maranhão e Uruçuí no Piauí, pouco antes da barragem Boa Esperança, após banhar as cidades de Balsas, Simbaíba, Loreto, São Feliz de Balsas e Benedito Leite no Maranhão.

Tabela 3.128 – Regiões Hidrográficas e Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão.

Regiões Hidrográficas	Bacias Hidrográficas	Área (km²)	% Sobre a Área do Estado	População Total	Total de Municípios	Municípios mais Populosos
DOMÍNIO FEDERAL						
Parnaíba	Bacia hidrográfica do Parnaíba	66.449,09	20,02	717.723	39	Balsas, Brejo, Coelho, Neto, Pastos Bons, Timon, Tutóia
Araguaia-Tocantins	Bacia hidrográfica do Tocantins	30.665,15	9,24	498.105	23	Imperatriz, Carolina, Estreito, João, Lisboa, Porto, Franco
Atlântico Nordeste Ocidental	Bacia hidrográfica do Gurupi	15.953,91	4,81	178.302	13	Açailândia, Carutapera, Itinga do Maranhão
DOMÍNIO ESTADUAL						
Atlântico Nordeste Ocidental	Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental	10.226,22	3,08	343.130	23	Cururupu, Pinheiro, São Bento
	Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses	3.604,62	1,09	1.349.541	22	São Luís
	Bacia Hidrográfica do Mearim	99.058,68	29,84	1.681.307	83	Bacabal, Barra do Corda, Grajaú, Lago da Pedra, Presidente Dutra, Viana, Zé Doca
	Bacia Hidrográfica do Itapecuru	53.216,84	16,03	1.019.398	57	Caxias, Codó, Colinas, Coroatá, Dom, Pedro, Itapecuru-Mirim, Timbiras
	Bacia Hidrográfica do Munim	15.918,04	4,79	320.001	27	Chapadinha, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto, Urbano Santos, Vargem Grande
	Bacia Hidrográfica do Turiaçu	14.149,87	4,26	179.212	16	Nova Olinda do Maranhão, Santa Helena, Santa Luzia do parauá, Turiaçu, Turilândia
	Bacia Hidrográfica do Maracaçumé	7.756,79	2,34	122.535	16	Cândido Mendes, Godofredo Viana, Governador Nunes Freire, Maracaçumé, Maranhãozinho
	Bacia Hidrográfica do Preguiças	6.707,91	2,02	96.379	10	Barreirinhas, Paulino Neves
	Bacia Hidrográfica do Periaí	5.395,37	1,62	64.049	6	Humberto de Campos, Primeira Cruz, Santo Amaro

Fonte: ANA (2006), PNRH (2006), IBGE (2010) e NUGEO/UEMA (2009)

Na região de suas nascentes foi criada a APA – Área de Proteção Ambiental da Nascente do Rio Balsas. Essa bacia tem 19,5% de sua área localizada no estado do Maranhão, sendo que nessa encontram-se localizados 39 municípios, dos quais 32 possuem sedes dentro dela, e apenas 11 municípios maranhenses estão totalmente inseridos na bacia do Rio Parnaíba. Os usos da água mais comuns na bacia são consuntivos, destacando-se a irrigação e o abastecimento urbano. Os principais problemas ambientais são: a lixiviação, a retirada da vegetação ripária, assoreamento dos corpos hídricos e poluição de resíduos de origem urbana.

A segunda bacia federal do Maranhão é a do Rio Tocantins. Com área de contribuição de 967.059 km²; correspondente a 11% do território nacional, abrangendo o estado de Goiás (26,8%), Tocantins (34,2%), Pará (20,8%), Maranhão (3,8%), Mato Grosso (14,3%) e o Distrito Federal (0,1%). Em território maranhense a bacia possui uma área de 30.665,15 km². Nela encontram-se 23 municípios, dos quais 18 possuem sedes no interior da bacia e 13 municípios estão totalmente inseridos na mesma. Os usos consuntivos para bacia são em grande parte para irrigação (47%), seguidos de criação animal (28%), abastecimento urbano (17%), rural (4%) e consumo industrial (4%) (IBGE, 2005, p.16).

A terceira bacia hidrográfica federal do Maranhão é a do Rio Gurupi com uma área de 61.000 km². Nomina a bacia, e tem uma extensão equivalente a 719 km. Após cumprir um percurso de mais de 400 km, o rio Gurupi conflui com o rio Itinga e constitui a linha limítrofe entre os estados do Pará e do Maranhão, desaguardo no Oceano Atlântico, na baía de Gurupi (IBGE, 1997, p. 29). Seus principais afluentes são os rios Surubim, Tucumanduiua, Cajuapara, Panemã, Apará e Jararaca todos pela margem direita. Nela estão localizados 13 municípios, dos quais oito possuem sedes no interior da bacia, e apenas dois (Boa Vista do Maranhão e Itinga do Maranhão) estão totalmente inseridos na bacia do Rio Gurupi. O uso consuntivo da água é o mais comum, com destaque para a dessedentação e abastecimento humano. Os principais problemas ambientais são decorrentes da extração de madeira, desmatamento e queimadas.

Quanto às bacias estaduais do Maranhão, o Núcleo Geoambiental do Estado do Maranhão (NuGeo) estabeleceu nove bacias hidrográficas de domínio estadual: Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental, Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses, Bacia Hidrográfica Mearim, Bacia Hidrográfica Itapecuru, Bacia Hidrográfica Munim, Bacia Hidrográfica Turiaçu, Bacia Hidrográfica do Maracaçumé, Bacia Hidrográfica do Preguiças, e Bacia Hidrográfica do Peria, a seguir descritas.

