Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Monitoramento por Satélite

Embrapa Cocais

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO

– Produto 3 –

Vol. 2



Embrapa Monitoramento por Satélite

Embrapa Cocais

Campinas - SP, 2013

Diretoria-Executiva da Embrapa

Maurício Antônio Lopes
Presidente

Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni
Diretora-Executiva de Administração e Finanças

Waldyr Stumpf Junior
Diretor-Executivo de Transferência de Tecnologia

Ladislau Martin Neto
Diretor-Executivo de Pesquisa & Desenvolvimento

Governo do Estado do Maranhão

Roseana Sarney
Governadora

Washington Luiz de Oliveira
Vice-Governador

João Bernardo Bringel
Secretário de Estado do Planejamento e Orçamento

Embrapa Monitoramento por Satélite
Av. Soldado Passarinho, 303
Fazenda Chapadão
CEP 13070-115
Campinas, SP – Brasil
Fone: (19) 3211.6200
Fax: (19) 3211.6222
http://www.cnpm.embrapa.br

Mateus Batistella
Chefe-Geral

Édson Luis Bolfe
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Cristina Criscuolo
Chefe-Adjunta de Transferência de Tecnologia

Eduardo Caputi
Chefe-Adjunto de Administração

Organização
Mateus Batistella
Édson Luis Bolfe
Luiz Eduardo Vicente
Daniel de Castro Victoria
Luciana Spinelli Araujo

Revisão
Bibiana Teixeira de Almeida
Flávia Bussaglia Fiorini
Graziella Galinari
Vera Viana dos Santos Brandão

Capa
Tatiana Guedes Nobrega

Fotos do relatório
Fabio Enrique Torresan
Flávia Bussaglia Fiorini

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Monitoramento por Satélite

Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão / Mateus Batistella, Édson Luis Bolfe, Luiz Eduardo Vicente, Daniel de Castro Victoria, Luciana Spinelli Araújo (Org.). – Campinas, SP: Embrapa, 2013. 324 p.
il. (Embrapa Monitoramento por Satélite / Relatório Técnico, v. 2).
1. Desenvolvimento. 2. Maranhão. 3. Meio Ambiente. 4. Planejamento Territorial. 5. Zoneamento. I. Batistella, Mateus. II. Bolfe, Édson Luis. III. Vicente, Luiz Eduardo. IV. Victoria, Daniel de Castro. V. Araújo, Luciana Spinelli. VI. Título. VII. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). VIII. Série.

CDD 333.70981
© Embrapa, 2013

Autores

Diagnóstico do meio físico-biótico

Luciana Spinelli Araujo
Engenheira Florestal, Doutora em Ecologia Aplicada, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, luciana.spinelli@embrapa.br

Fabio Enrique Torresan
Ecólogo, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, fabio.torresan@embrapa.br

Luiz Eduardo Vicente
Geógrafo, Doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, luiz.vicente@embrapa.br

Edlene Aparecida Monteiro Garçon
Geógrafa, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, edlene.garcon@embrapa.br

Daniel de Castro Victoria
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, daniel.victoria@embrapa.br

Carlos Fernando Quartaroli
Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, carlos.quartaroli@embrapa.br

Debora Pignatari Drucker
Engenheira Florestal, Doutora em Ambiente e Sociedade, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, debora.drucker@embrapa.br

Jucivan Ribeiro Lopes
Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agroecologia e Agricultura Familiar, pesquisador do Núcleo Geoambiental / Universidade Estadual do Maranhão

Elienê Pontes de Araujo
Geógrafa, Mestre em Sensoriamento Remoto, pesquisadora do Núcleo Geoambiental / Universidade Estadual do Maranhão

Síntese do diagnóstico

Mateus Batistella
Biólogo, Doutor em Ciências Ambientais, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, mateus.batistella@embrapa.br

Édson Luis Bolfe
Engenheiro Florestal, Doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, edson.bolfe@embrapa.br

Luiz Eduardo Vicente
Geógrafo, Doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, luiz.vicente@embrapa.br

Luciana Spinelli Araujo
Engenheira Florestal, Doutora em Ecologia Aplicada, pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, luciana.spinelli@embrapa.br

Carlos Fernando Quartaroli
Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, carlos.quartaroli@embrapa.br

Fabio Enrique Torresan
Ecólogo, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, fabio.torresan@embrapa.br

Sérgio Gomes Tôsto
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Economia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, sergio.tosto@embrapa.br

Lista de siglas e abreviaturas

Agerp – Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária, Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Maranhão

ANA – Agência Nacional de Águas

CNPM – Embrapa Monitoramento por Satélite

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Concar – Comissão Nacional de Cartografia

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

CZEE-MA – Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército

DZT – Departamento de Zoneamento Territorial da Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável, do Ministério do Meio Ambiente

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Faema – Federação da Agricultura e Pecuária do Estado Maranhão

Famem – Federação das Associações dos Municípios do Estado do Maranhão

Fetaema – Federação dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais do Estado do Maranhão

Fiema – Federação das Indústrias do Maranhão

FPM – Fundo de Participação dos Municípios

GPS – Global Positioning System

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDM – Índice de Desenvolvimento Municipal

Imesc – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

Incra – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

Inde – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Iterma – Instituto de Colonização e Terras do Maranhão

MacroZEE – Macrozoneamento Ecológico-Econômico

MacroZEE-MA – Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão

MMA – Ministério do Meio Ambiente

Nugeo/Uema – Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão

ONG – Organização não governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

Perfil MGB – Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil

PMDBBS – Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite

PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar

PPA – Plano Plurianual do Governo Federal

Probio – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira

Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

Regic – Região de Influência das Cidades

Sagrima – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Maranhão

Secid – Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano

Sectec – Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

Sedes/Gisp – Secretaria de Desenvolvimento Social e Agricultura Familiar/ Gerência de Inclusão Socioprodutiva

Sedinc – Secretaria de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

Sema – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão

Senar – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

Seplan – Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

TM – Thematic Mapper

Uema – Universidade Estadual do Maranhão

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

USGS – United States Geological Survey

WWF – Fundo Mundial para a Natureza

XML – Estensible Markup Language

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

Sumário

1. Apresentação 16

2. Introdução 17

3. Relatório do diagnóstico 19

3.1. Diagnóstico do meio físico-biótico 20

3.1.1. Aspectos físicos 20

3.1.1.1. Clima 20

3.1.1.2. Geologia 31

3.1.1.3. Geomorfologia 41

3.1.1.4. Pedologia 66

3.1.1.5. Recursos hídricos 84

3.1.1.6. Considerações sobre o tema 99

3.1.2. Aspectos bióticos 100

3.1.2.1. Vegetação 100

3.1.2.2. Flora 118

3.1.2.3. Fauna 121

3.1.2.4. Ecossistemas aquáticos 131

3.1.2.5. Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade 134

3.1.2.6. Espaços territoriais protegidos 142

3.1.2.7. Considerações sobre o tema 157

3.2. Síntese do diagnóstico 158

3.2.1. Unidades dos sistemas ambientais 158

3.2.2. Potencialidade natural 163

3.2.2.1. Serviços ambientais dos ecossistemas 163

3.2.2.2. Aptidão agrícola 167

3.2.2.3. Potencial madeireiro e o potencial de produtos florestais não madeireiros.....181

3.2.3. Fragilidade natural potencial..... 190

3.2.3.1. Indicadores de perda da biodiversidade..... 190

3.2.3.2. Vulnerabilidade natural à perda de solo..... 194

3.2.4. Corredores ecológicos..... 231

3.2.5. Tendências de ocupação e condições de vida da população..... 233

3.2.6. Incompatibilidades legais..... 247

3.2.7. Áreas institucionais..... 249

3.3. Considerações finais..... 251

4. Cronograma detalhado de execução..... 254

5. Composição atual da equipe técnica e atribuição das atividades..... 256

6. Colaboradores..... 259

7. Referências..... 263

8. ANEXOS..... 291

8.1. Municípios do Maranhão nos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga..... 291

8.2. Principais instrumentos legais referentes à Amazônia Legal..... 298

8.3. Principais instrumentos legais referentes ao Cerrado Maranhense..... 301

8.4. Municípios em territórios institucionais..... 302

8.5. Principais instrumentos legais aplicáveis ao contexto de territorialidade indígena.....306

8.6. Municípios do Maranhão com plano diretor e em elaboração..... 307

8.7. Sistemas Naturais do Maranhão..... 313

Lista de Figuras

Figura 1. Fluxograma com as principais atividades do Projeto ZEE Brasil e suas articulações..... 18
Figura 2. Precipitação anual média..... 22
Figura 3. Temperatura média anual do Estado do Maranhão..... 23
Figura 4. Umidade média anual. 25
Figura 5. Excedente hídrico anual. 26
Figura 6. Evapotranspiração potencial anual. 27
Figura 7. Evapotranspiração real anual..... 28
Figura 8. Deficiência hídrica anual..... 29
Figura 9. Unidades climáticas..... 30
Figura 10. Mapa geológico do Estado do Maranhão. 32
Figura 11. Geomorfologia do Estado do Maranhão..... 45
Figura 12. Mapa de solos simplificado do Estado do Maranhão. 68
Figura 13. Regiões e bacias hidrográficas do Estado do Maranhão. 85
Figura 14. Rio Tocantins, no Município de Imperatriz, MA. 86
Figura 15. Rio Turiaçu, sob a rodovia BR-316..... 87
Figura 16. Rio Grajaú, trecho passando na área urbana do município de mesmo nome. 87
Figura 17. Rio Mearim, passando no Município de Arari, sob a rodovia BR-222. 88
Figura 18. Disponibilidade hídrica. 89
Figura 19. Qualidade de água..... 92
Figura 20. Unidades hidrogeológicas do Estado do Maranhão..... 94
Figura 21. Produtividade das unidades hidrogeológicas do Estado do Maranhão. 95
Figura 22. Natureza e situação dos poços cadastrados. 96
Figura 23. Vulnerabilidade dos lençóis aquíferos à poluição. 98
Figura 24. Biomas no Estado do Maranhão..... 102
Figura 25. Cobertura vegetal do Estado do Maranhão no ano de 2010. 103
Figura 26. Mata ciliar do Rio Grajaú, Município de Grajaú. 105

Figura 27. Detalhe de palmeiras do gênero *Euterpe*, localmente conhecida como jussara, uma das principais ochlospecies da Floresta Ombrófila Densa Aluvial. 106
Figura 28. Aspecto típico da "floresta-de-babaçu"..... 108
Figura 29. Detalhe do babaçu (Attalea speciosa)..... 109
Figura 30. Formação de cerrado, na região de Vargem Grande, MA. 111
Figura 31. Savana florestada (faixa central da foto) já alterada pela ação antrópica (observar habitação indígena)..... 112
Figura 32. Savana arborizada (parte superior da foto) antropizada na estação da seca. Na parte inferior, a savana foi quase que totalmente modificada para a criação extensiva de gado. 113
Figura 33. Savana Estépica Arborizada ao longo da rodovia MA-006, próxima ao Município de Grajaú. 115
Figura 34. Aspecto típico do manguezal. 117
Figura 35. Buritizal, constituído de agrupamento de palmeiras predominantemente do gênero *Mauritia* (em primeiro plano)..... 118
Figura 36. Áreas prioritárias para a conservação, de acordo com sua importância..... 139
Figura 37. Áreas prioritárias para a conservação, de acordo com sua prioridade de execução..... 140
Figura 38. Áreas prioritárias para conservação, de acordo com as ações prioritárias a serem executadas. 141
Figura 39. Unidades de conservação do Estado do Maranhão..... 148
Figura 40. Terras indígenas do Estado do Maranhão. 155
Figura 41. Artesanato indígena vendido às margens da rodovia. 156
Figura 42. Habitação indígena..... 156
Figura 43. Unidades dos sistemas ambientais e agrupamentos em regiões do Estado do Maranhão..... 162
Figura 44. Vegetação e espaços territoriais protegidos – unidades de conservação e terras indígenas – do Estado do Maranhão. 166
Figura 45. Localização das terras pertencentes aos diferentes grupos de aptidão agrícola no Estado do Maranhão..... 173
Figura 46. Áreas aptas para lavouras no nível de manejo C..... 178
Figura 47. Áreas aptas para lavouras no nível de manejo B..... 179

Figura 48. Áreas aptas para lavouras no nível de manejo A. 180
Figura 49. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – alimentícios. 183
Figura 50. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – fibras. . 184
Figura 51. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – aromáticos. 185
Figura 52. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – oleaginosos. 186
Figura 53. Produção da silvicultura do Estado do Maranhão – carvão vegetal. 187
Figura 54. Produção da silvicultura do Estado do Maranhão – lenha. 188
Figura 55. Produção da silvicultura do Estado do Maranhão – madeira em tora. 189
Figura 56. Unidades de conservação, terras indígenas e desmatamento entre 2002 e 2010. 193
Figura 57. Carta de vulnerabilidade para o tema Geologia. 201
Figura 58. Mapa de padrões de relevo. 203
Figura 59. Carta de vulnerabilidade para o tema Geomorfologia. 210
Figura 60. Carta de vulnerabilidade para o tema Solo. 215
Figura 61. Mapa de vulnerabilidade para o tema Vegetação. 218
Figura 62. Mapa de vulnerabilidade para o tema Clima. 221
Figura 63. Carta de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão. 223
Figura 64. Carta simplificada de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão. 224
Figura 65. Unidades de conservação, terras indígenas e áreas prioritárias para conservação. 232
Figura 66. IDHM 2000 e regiões e sistemas naturais do Estado do Maranhão. 239
Figura 67. IDHM 2010 e regiões e sistemas naturais do Estado do Maranhão. 240
Figura 68. Taxa de desempenho de renda e regiões e sistemas naturais. 243
Figura 69. Taxa de urbanização e regiões e sistemas naturais. 244

Figura 70. Taxa de acesso aos serviços básicos e regiões e sistemas naturais. 245
Figura 71. Taxa de educação e regiões e sistemas naturais. 246
Figura 72. Usos da terra em espaços territoriais protegidos no Estado do Maranhão. 248
Figura 73. Áreas institucionais no Estado do Maranhão. 250

Lista de Tabelas

Tabela 1. Declividade e amplitude topográfica das formas de relevo identificadas no Estado do Maranhão. 44
Tabela 2. Domínios geomorfológicos do Maranhão e padrões de relevo. 46
Tabela 3. Classe de produtividade hídrica. 91
Tabela 4. Código da legenda e área das unidades da cobertura vegetal. 104
Tabela 5. Número das espécies reconhecidas da flora do Maranhão e dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga desse estado. 119
Tabela 6. Espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção no Estado do Maranhão. 121
Tabela 7. Áreas prioritárias para conservação no Estado do Maranhão. 136
Tabela 8. Unidades de conservação do grupo de proteção integral. 143
Tabela 9. Unidades de conservação do grupo de uso sustentável. 145
Tabela 10. Unidade de conservação. 147
Tabela 11. Lista de espécies ameaçadas registradas na Rebio Gurupi. 150
Tabela 12. Lista de espécies ameaçadas registradas nos parques nacionais do Maranhão. 151
Tabela 13. Lista de espécies ameaçadas registradas na APA do Delta do Parnaíba. 152
Tabela 14. Lista de espécies ameaçadas já registradas nas reservas extrativistas do Maranhão. 153
Tabela 15. Regiões e sistemas naturais do Maranhão. 160
Tabela 16. Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras. 168

Tabela 17. Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola. 169
Tabela 18. Subgrupos de aptidão agrícola das terras encontrados no Estado do Maranhão, com o tipo de uso mais intensivo recomendado e a classe de aptidão agrícola para esse uso, segundo o nível de manejo adotado. 171
Tabela 19. Aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão. Áreas em km^2 e percentuais relativos à área total do estado mapeada. 172
Tabela 20. Quantificação das áreas dos grupos de aptidão agrícola dentro de cada unidade dos sistemas ambientais. Áreas em km^2 e percentuais em relação à área total de cada unidade dos sistemas ambientais..... 176
Tabela 21. Áreas aptas para lavouras por nível de manejo e classe de aptidão agrícola. Percentuais em relação à área total do estado..... 177
Tabela 22. Relação pedogênese/morfogênese e valor de estabilidade/vulnerabilidade para cada categoria morfodinâmica 194
Tabela 23. Escala de vulnerabilidade natural e sua representação cartográfica segundo Crepani et al. (1996, 2001). 195
Tabela 24. Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.198
Tabela 25. Caracterização e valores de vulnerabilidade atribuídos às unidades geológico-ambientais. 199
Tabela 26. Valores de vulnerabilidade atribuídos às diferentes formas de relevo. 204
Tabela 27. Valores de vulnerabilidade por classes de solos. 212
Tabela 28. Fisionomias vegetais e usos da terra com seus respectivos valores de vulnerabilidade conforme adaptado de Crepani et al. (2001). 217
Tabela 29. Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo segundo Crepani et al. (2001). 220
Tabela 30. Quantificação das áreas por valores e classes de vulnerabilidade natural à perda de solos. 225
Tabela 31. Quantificação das áreas por valores e classes de vulnerabilidade à perda de solos. Percentuais em relação à área total do estado. 225
Tabela 32. Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto aos valores de vulnerabilidade natural. Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental..... 228

Tabela 33. Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto à vulnerabilidade natural. 229
Tabela 34. Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto à vulnerabilidade natural. Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental e em relação à área total do estado. 230

1. Apresentação

O Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE) é um instrumento para planejar e ordenar o território, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais. Demanda um efetivo esforço de compartilhamento institucional, voltado para a integração das ações e políticas públicas territoriais, bem como a articulação com a sociedade civil, integrando seus interesses em torno de um pacto pela gestão do território (BRASIL, 2010a). Nos últimos anos, o MacroZEE tem sido a proposta do governo brasileiro para apoiar as decisões de planejamento do desenvolvimento e do uso do território nacional em bases sustentáveis, e tornou-se um programa do Plano Plurianual (PPA) do governo federal (BRASIL, 2010b) gerenciado pelo Ministério do Meio Ambiente e com execução descentralizada por diversos órgãos federais e estaduais.

O MacroZEE deve obedecer os critérios definidos pelo Decreto Presidencial nº 7.378, de 1º de dezembro de 2010, que aprova o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal como instrumento de orientação para a formulação e espacialização das políticas públicas de desenvolvimento, ordenamento territorial e meio ambiente, e considerar, ainda, o Decreto Presidencial nº 4.297, de 10 de julho de 2002, alterado pelo Decreto Presidencial de nº 6.288, de 6 de dezembro de 2007, que rege o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil. A sua execução deve seguir as diretrizes metodológicas publicadas pela Coordenação do Programa Zoneamento Ecológico-Econômico (BRASIL, 2006, 2012).

O Estado do Maranhão ainda não dispõe de um MacroZEE concluído segundo os critérios legais e as diretrizes metodológicas estabelecidas. Entretanto, dispõe de uma série de dados numéricos e cartográficos em formato digital, reunidos pela Embrapa Monitoramento por Satélite (Campinas, SP) e por outras instituições, com o objetivo de constituir uma base para o MacroZEE. O governo do Estado do Maranhão encomendou uma proposta à Embrapa Monitoramento por Satélite para a execução do MacroZEE que valorizasse as atividades conduzidas por outras instituições, como a Universidade Estadual do Maranhão (Uema). A proposta aprovada de execução física e orçamentária para a conclusão do MacroZEE pela equipe da Embrapa Monitoramento por Satélite tem apoio da Embrapa Cocais (São Luís, MA), de outras Unidades da Embrapa, secretarias do Estado do Maranhão,

entidades de planejamento, organizações civis, empresas públicas e privadas, além da própria Uema.

A escala cartográfica de referência para o desenvolvimento deste MacroZEE é de 1:1.000.000 e, portanto, será compatível com as funções estabelecidas para essa escala no Decreto nº 6.288, de 6 de dezembro de 2007, artigo 6-A, parágrafo 1º, inciso I: "indicativos estratégicos de uso do território, definição de áreas para detalhamento do ZEE, utilização como referência para definição de prioridades em planejamento territorial e gestão de ecossistemas" (BRASIL, 2007).

2. Introdução

A assinatura do Contrato de Prestação de Serviços de Pesquisa entre a Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento (Seplan) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no âmbito do MacroZEE-MA ocorreu em 4 de fevereiro de 2013. Como **Produto 1**, foi elaborado o **Relatório de Planejamento**, entregue no fim do primeiro mês de execução da referida prestação de serviços (março de 2013). Atualmente, o projeto está em execução na Fase de Diagnóstico, e o **Produto 2**, **Relatório do Banco de Dados**, foi entregue em julho de 2013. Este documento refere-se ao **Produto 3**, **Relatório do Diagnóstico**.

Segundo Brasil (2006), os procedimentos operacionais específicos de um projeto de ZEE variam em função de diferentes escalas. Para o MacroZEE do Maranhão, é apresentada uma estrutura com padrões básicos de execução.

Objetivos gerais do Projeto ZEE Brasil:

- Apoiar a elaboração de macropolíticas territoriais, orientando os tomadores de decisão para a adoção de políticas convergentes com as diretrizes de planejamento estratégico do País.
- Instituir e montar um banco de dados com informações ambientais e socioeconômicas, necessárias ao planejamento macrorregional.
- Apoiar os empreendimentos federais no que concerne à implantação de políticas setoriais e à infraestrutura conexa.
- Fornecer aos estados e municípios diagnósticos gerais e uma perspectiva global sobre a realidade do País, bem como as diretrizes gerais do ZEE propostas pelo governo federal.

Objetivos específicos do Projeto ZEE Brasil:

- Avaliar os componentes dos sistemas ambientais naturais quanto às suas potencialidades e limitações atuais e às tendências de desenvolvimento socioeconômico.
- Incentivar estudos qualitativos e quantitativos sobre os recursos naturais e sociais disponíveis em cada sistema e subsistema ambiental, para aumentar a capacidade de análise dos projetos.
- Elaborar bases para os modelos ambientais (naturais e antrópicos) e os cenários exploratórios quanto aos impactos ambientais e sociais prognosticados.
- Contribuir para definir políticas de desenvolvimento com base na sustentabilidade e nas potencialidades ambientais e sociais.
- Elaborar diagnósticos ambientais e prognósticos de impactos positivos e negativos necessários para orientar estudos de empreendimentos projetados segundo os modelos e cenários alternativos apresentados.
- No contexto operacional, o MacroZEE-MA está seguindo as orientações e procedimentos definidos pelas diretrizes metodológicas do Projeto ZEE Brasil e está sendo executado em quatro fases de trabalho, que abrangem o Planejamento do Projeto, o Diagnóstico, o Prognóstico e os Subsídios à Implementação, como descrito na Figura 1. Cada uma dessas fases tem conexão de atividades, tarefas e produtos bem definidos, a fim de proporcionar uma rotina de aperfeiçoamento e realimentação. A atual fase do MacroZEE-MA, de Diagnóstico, é apresentada neste documento.



Figura 1. Fluxograma com as principais atividades do Projeto ZEE Brasil e suas articulações.

3. Relatório do diagnóstico

Este documento, Relatório do diagnóstico, refere-se ao Produto 3 do contrato de Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão, e contempla as análises realizadas sobre os dados do Produto 2 – Relatório do banco de dados. Como foi previsto no Produto 1, Relatório de planejamento, a integração das diferentes informações possibilita o diagnóstico da situação atual do estado, incluindo as incompatibilidades legais de uso e ocupação das terras, e proporciona subsídios para a análise das limitações e potencialidades naturais e socioeconômicas, embasando, ainda, as fases de prognóstico e subsídios à implementação. Este relatório, disponibilizado em dois volumes, descreve as atividades executadas para a integração de dados do MacroZEE-MA, contemplando tabelas, análises e figuras, bem como um banco de dados geoespacial em ambiente SIG atualizado em relação ao Produto 2. O documento está dividido segundo o esquema apresentado a seguir.

Volume 1.

- Diagnóstico socioeconômico;
- Diagnóstico jurídico-institucional;
- Diagnóstico da situação atual de uso e cobertura da terra;

Volume 2.

- Diagnóstico do meio físico-biótico;
- Síntese do diagnóstico.

No diagnóstico socioeconômico, é apresentada a descrição do estado, empregando indicadores que caracterizam seu perfil socioeconômico. No diagnóstico jurídico-institucional, são colocados os aspectos normativos referentes ao Macrozoneamento Ecológico-Econômico, bem como a identificação das principais políticas, planos e programas com impactos no planejamento ambiental e territorial do Maranhão. No diagnóstico da situação atual de uso e cobertura da terra, são apresentadas as bases e os métodos empregados, bem como o produto Uso e cobertura da terra do Maranhão, ano 2010, considerando-se a escala do projeto de 1:1.000.000. No diagnóstico do meio físico-biótico, além da contextualização do estado em relação aos aspectos físicos – clima, geologia, geomorfologia, solos, hidrografia –, são discutidos os aspectos bióticos –

vegetação, flora, fauna –, bem como a situação das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e dos espaços territoriais protegidos. Finalmente, na síntese do diagnóstico, são apresentados os resultados integrados deste documento, referentes a: unidades dos sistemas ambientais, potencialidade natural, fragilidade natural potencial, corredores ecológicos, tendências de ocupação e articulação regional, condições de vida da população, incompatibilidades legais e áreas institucionais.

3.1. Diagnóstico do meio físico-biótico

No zoneamento ecológico-econômico, o território é dividido em zonas, de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável, conforme consta do Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, que estabelece os critérios para o ZEE do Brasil. A etapa "Diagnóstico do meio físico-biótico" insere-se no critério definido no item I do art. 12, segundo o qual a definição das zonas considerará o diagnóstico dos recursos naturais. Essa etapa do diagnóstico inclui as descrições do Estado do Maranhão em relação aos aspectos físicos – clima, geologia, geomorfologia, solos, hidrografia – e aspectos bióticos – vegetação, flora, fauna –, bem como a situação das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e dos espaços territoriais protegidos.

3.1.1. Aspectos físicos

3.1.1.1. **Clima**

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).

Precipitação

As chuvas, acompanhadas de trovoadas anteriores às precipitações duradouras, são provocadas pelas massas de ar de origem continental, cuja influência é a partir do Oeste (W) em direção ao Sul (S), e cujo comportamento é uma prévia das condições de precipitação nos períodos seguintes, ou seja, quando há chuvas intensas no período continental, o sistema é ativado, e, no período de chuvas duradouras, há precipitações mais intensas também. Caso não ocorram chuvas intensas no período continental, provavelmente ocorrerão secas (IBGE, 1984). A estação chuvosa vai de dezembro a fevereiro no sul do estado, de janeiro a março no centro, de fevereiro a abril no norte do estado e de março a maio na planície costeira. A região mais úmida no período de fevereiro a abril é a que apresenta maiores valores em termos de totais acumulados, pois está sob o predomínio da mEn (UEMA, 2002). A distribuição da precipitação anual média evolui de SE para NW, compreendendo valores menores totais nos municípios de Grajaú, Jenipapo dos Vieiras e Barra do Corda e maiores em Turilândia e Santa Helena (Figura 2). A distribuição das isolinhas demonstra a configuração de áreas diferenciadas, em que as condições médias podem ser observadas em Bacabal e Codó e as mais úmidas, em Turilândia. Os valores menores totais respondem pelas áreas em que as penetrações das massas Continental e Marítima se fazem sentir de maneira já enfraquecida (EMBRAPA, 1986).

Temperatura

A proximidade do Equador não permite uma variação sazonal sensível, com elevados valores médios mensais. No exame da distribuição das temperaturas em relação aos meses do ano, duas condições devem ser consideradas: litoral e interior. No litoral, as temperaturas mais altas ocorrem no período que antecede as chuvas, com menores médias de nebulosidade e aumento de insolação. No outono acontece o inverso, com ocorrência de temperaturas mais baixas (UEMA, 2002). No interior, a redução da nebulosidade atua no sentido inverso, facilitando o efeito de irradiação noturna e contribuindo para a redução das médias das temperaturas para esse período. Tal fato, aliado ao efeito de continentalidade, faz com que as amplitudes térmicas sejam maiores no interior e possam apresentar-se quase como o dobro das amplitudes do litoral (Leite, 1978). Os valores médios de temperatura anual variam de 17,5 °C a 29,5 °C (Figura 3).

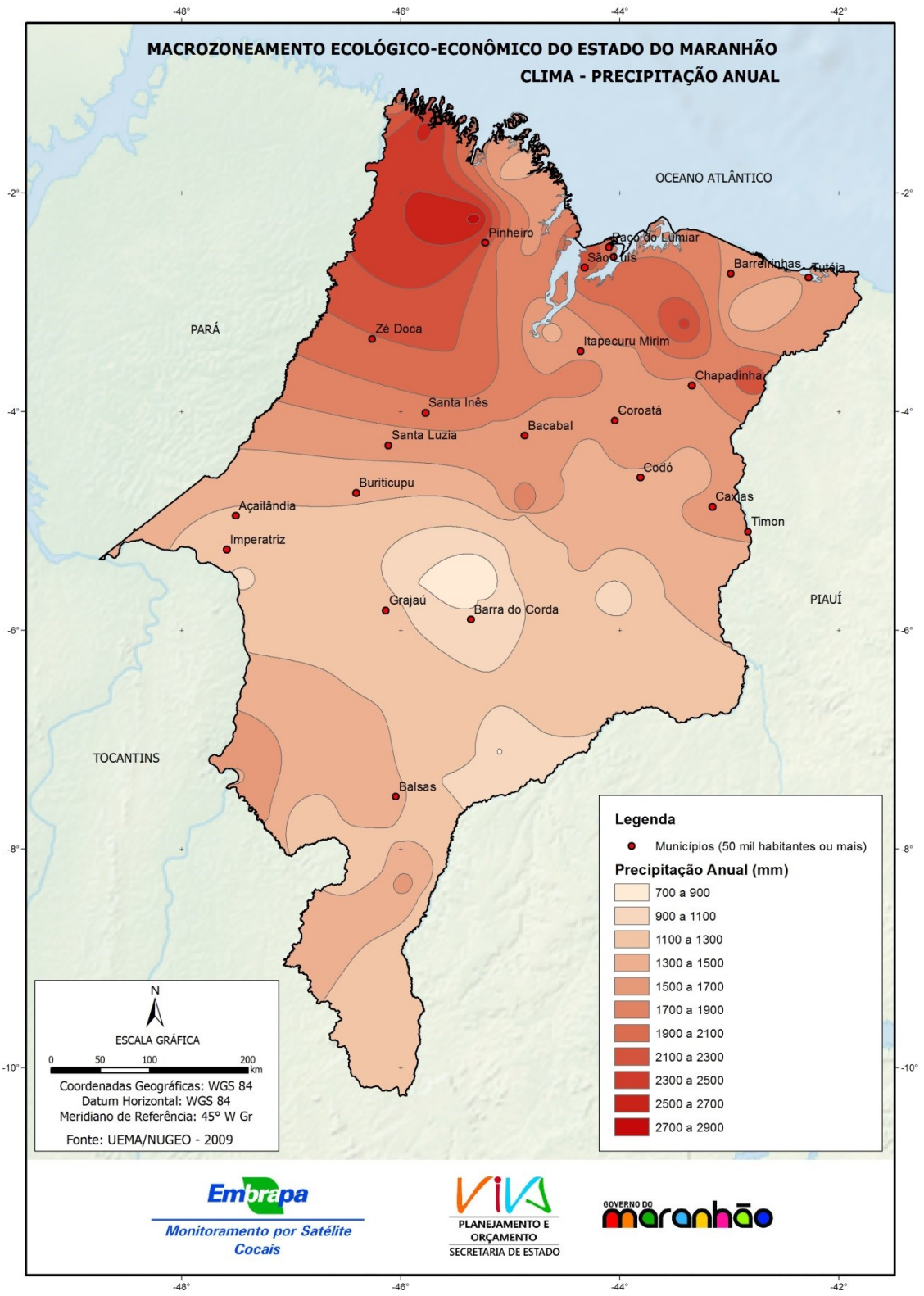


Figura 2. Precipitação anual média.

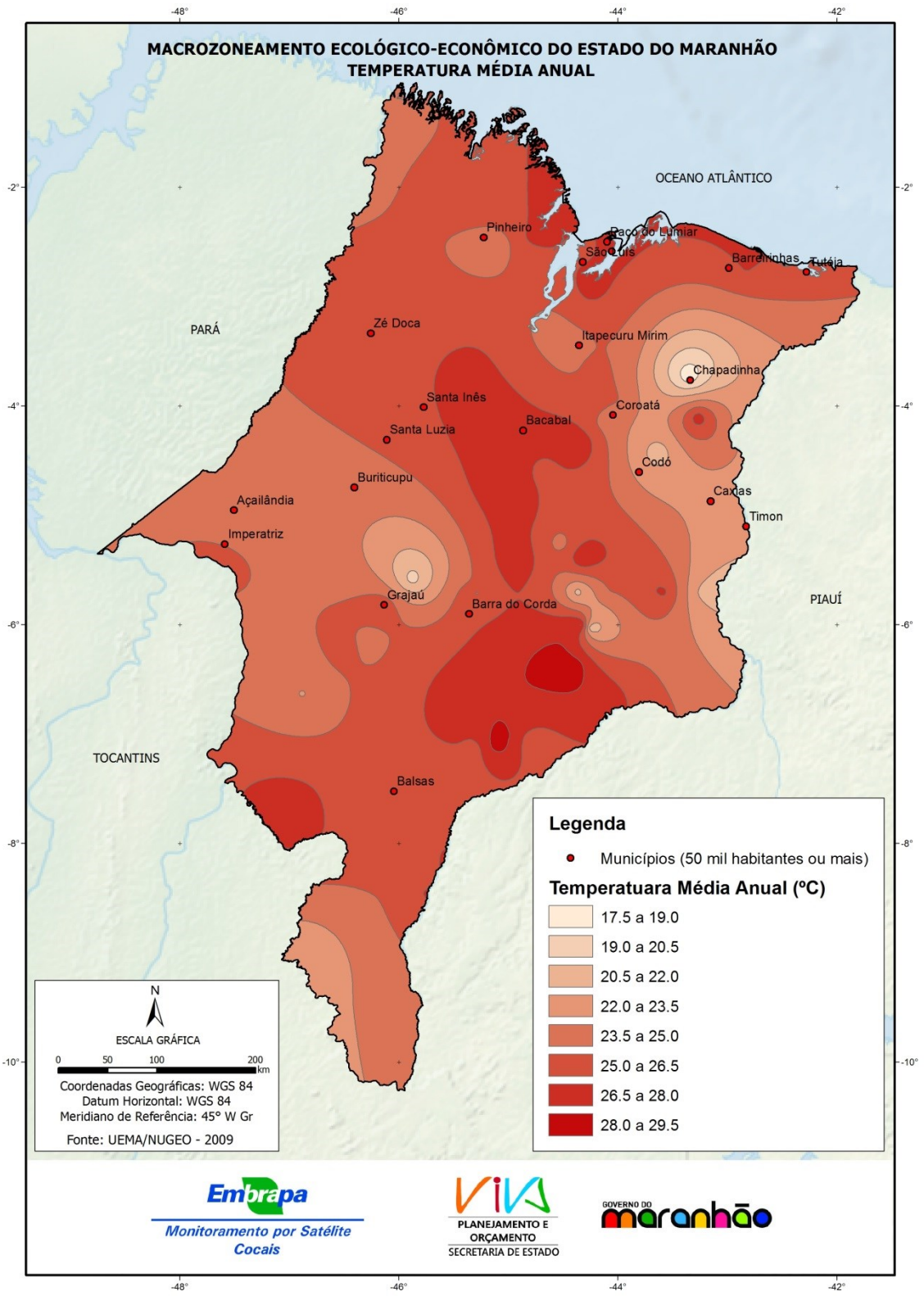


Figura 3. Temperatura média anual do Estado do Maranhão.

Umidade relativa do ar

Em decorrência das características físicas (vegetação, relevo, maritimidade) e do regime pluvial diferenciado ao longo de seu território, o Maranhão apresenta uma distribuição bastante diversificada da umidade relativa do ar (Figura 4). A região oeste do estado apresenta altos valores por ser constituída pela Floresta Amazônica. Ao norte, também há altos valores de umidade relativa, em decorrência da proximidade do mar. Em contrapartida, as regiões sul e leste do estado apresentam baixos valores de umidade, associados à distância do mar e às características da vegetação, predominantemente de Cerrado e Caatinga. Nas regiões mais distantes do litoral, a umidade relativa do ar apresenta maior variação mensal (UEMA, 2002).

Deficiência hídrica, evapotranspiração e excedente hídrico

O Maranhão apresenta áreas com grande volume de precipitação (Figura 5), que ocorrem em baixas latitudes, o que provoca tendência para que os balanços hídricos acusem superávits nos períodos chuvosos e maior evapotranspiração (Figuras 6 e 7) (EMBRAPA, 1986). Normalmente, os períodos secos que ocorrem nessas áreas são bem mais representativos do que aqueles de mesma duração – número de meses secos – que se verificam em outras áreas de maiores latitudes. Assim, no Maranhão, maiores deficiências hídricas (Figura 8) são constatadas em comparação a outras áreas de mesmo índice de umidade efetiva (UEMA, 2002).

Distribuição regional dos climas

Trata-se de uma área de transição de condições mais secas que caracterizam o semiárido do Nordeste para as condições úmidas do Norte e da Amazônia. Para a identificação das unidades climáticas, utilizou-se o método de classificação proposto por Thorntwaite (1948), que utiliza dados de umidade, eficiência térmica e variações estacionais. Foram identificados quatro tipos climáticos (Figura 9):

- Equatorial: quente (média maior que 18 °C em todos os meses), úmido (3 meses secos);
- Tropical Brasil Central: quente (média maior que 18 °C em todos os meses), semiúmido (4 a 5 meses secos);
- Tropical Zonal Equatorial: quente (média maior que 18 °C em todos os meses), semiárido (6 meses secos);
- Tropical Zonal Equatorial: quente (média maior que 18 °C em todos os meses), semiúmido (4 a 5 meses secos).

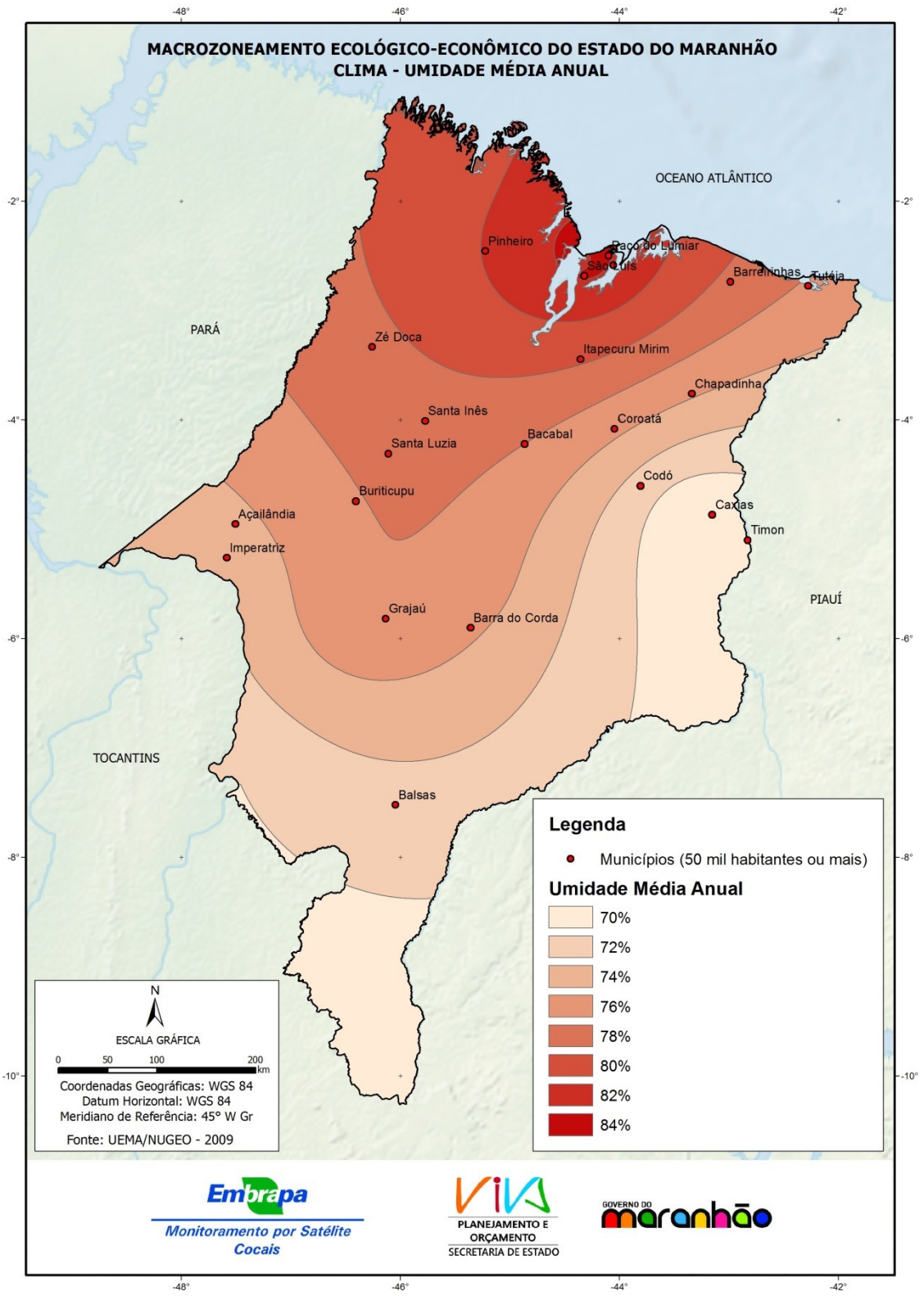


Figura 4. Umidade média anual.

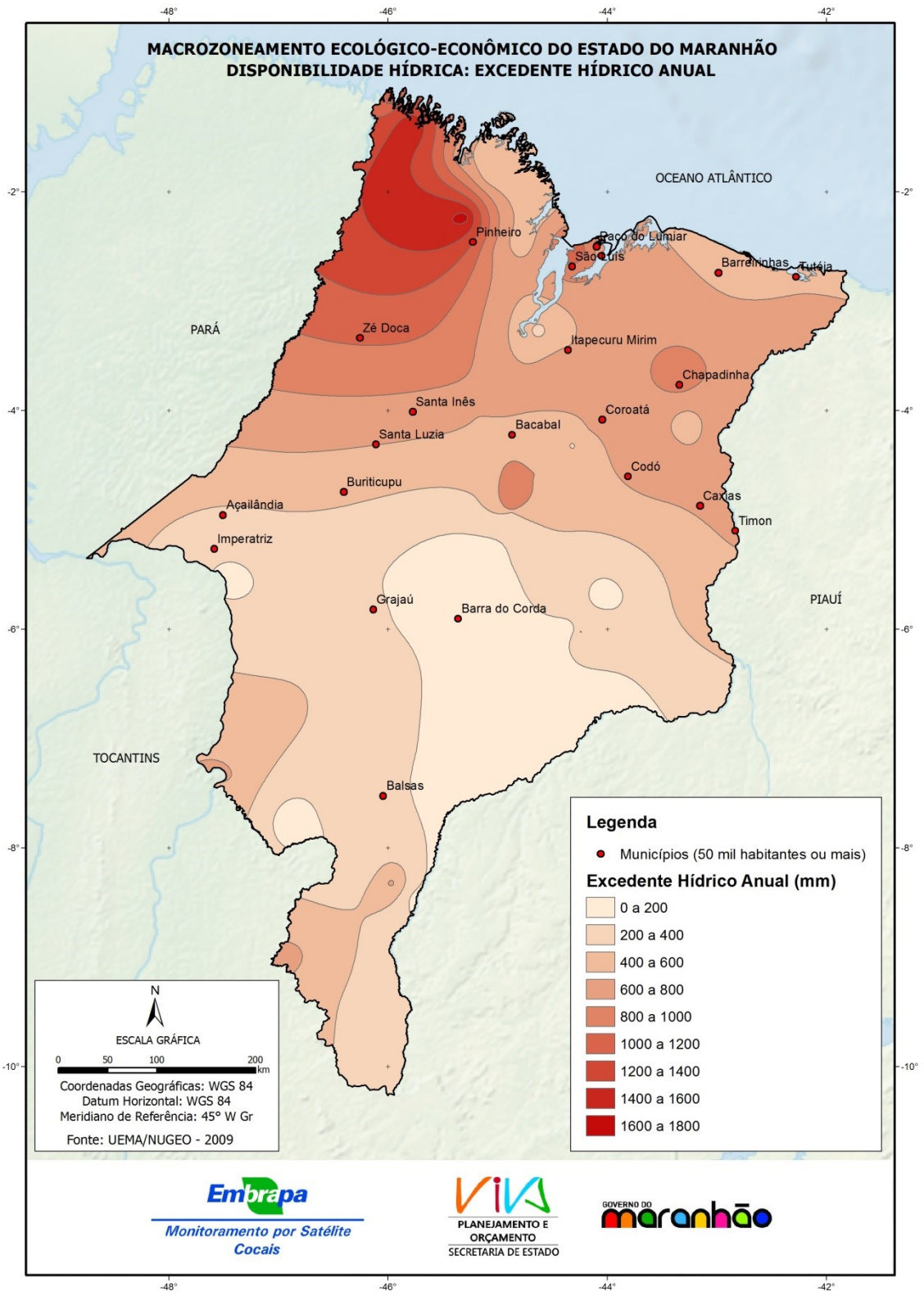


Figura 5. Excedente hídrico anual.

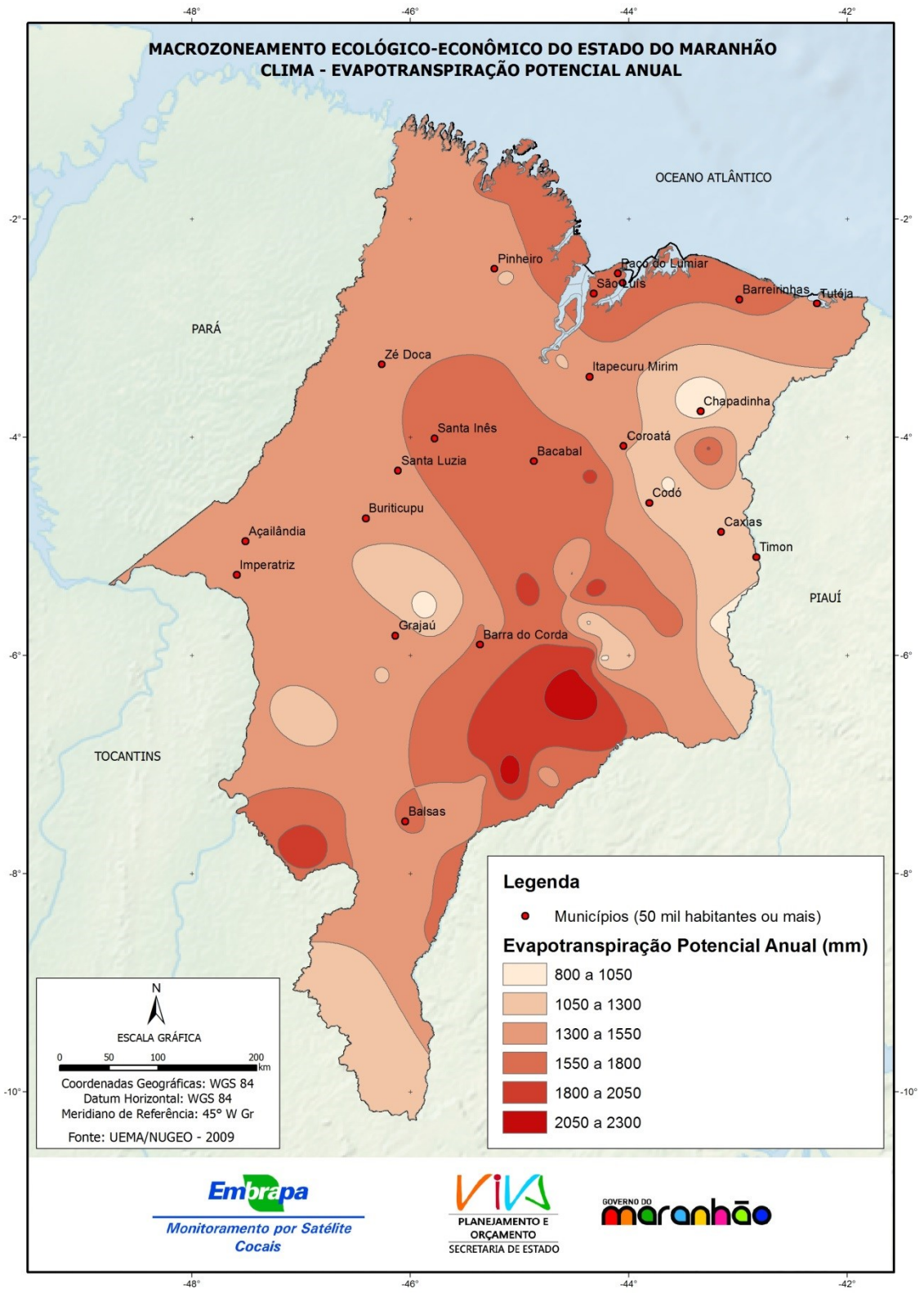


Figura 6. Evapotranspiração potencial anual.

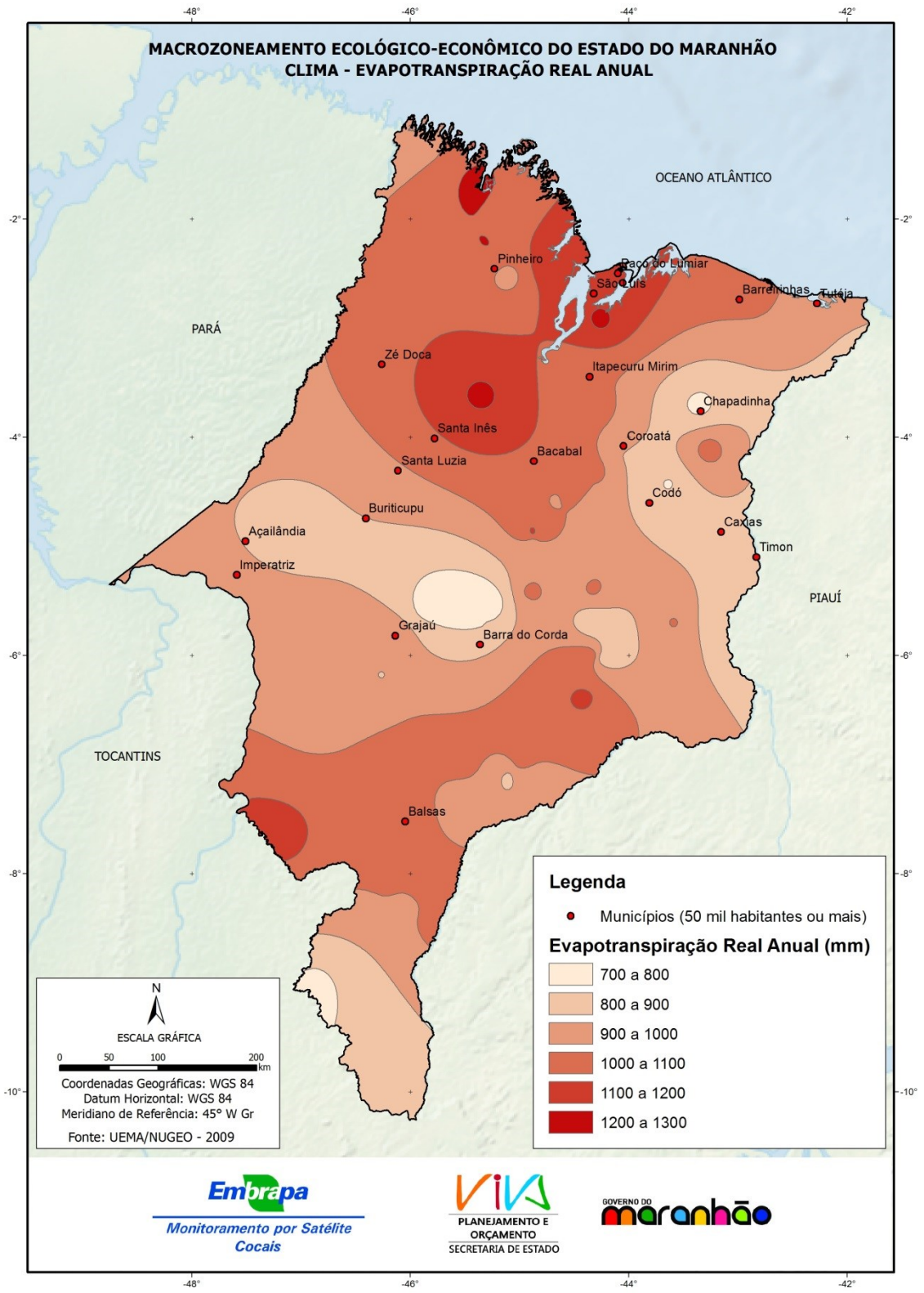


Figura 7. Evapotranspiração real anual.

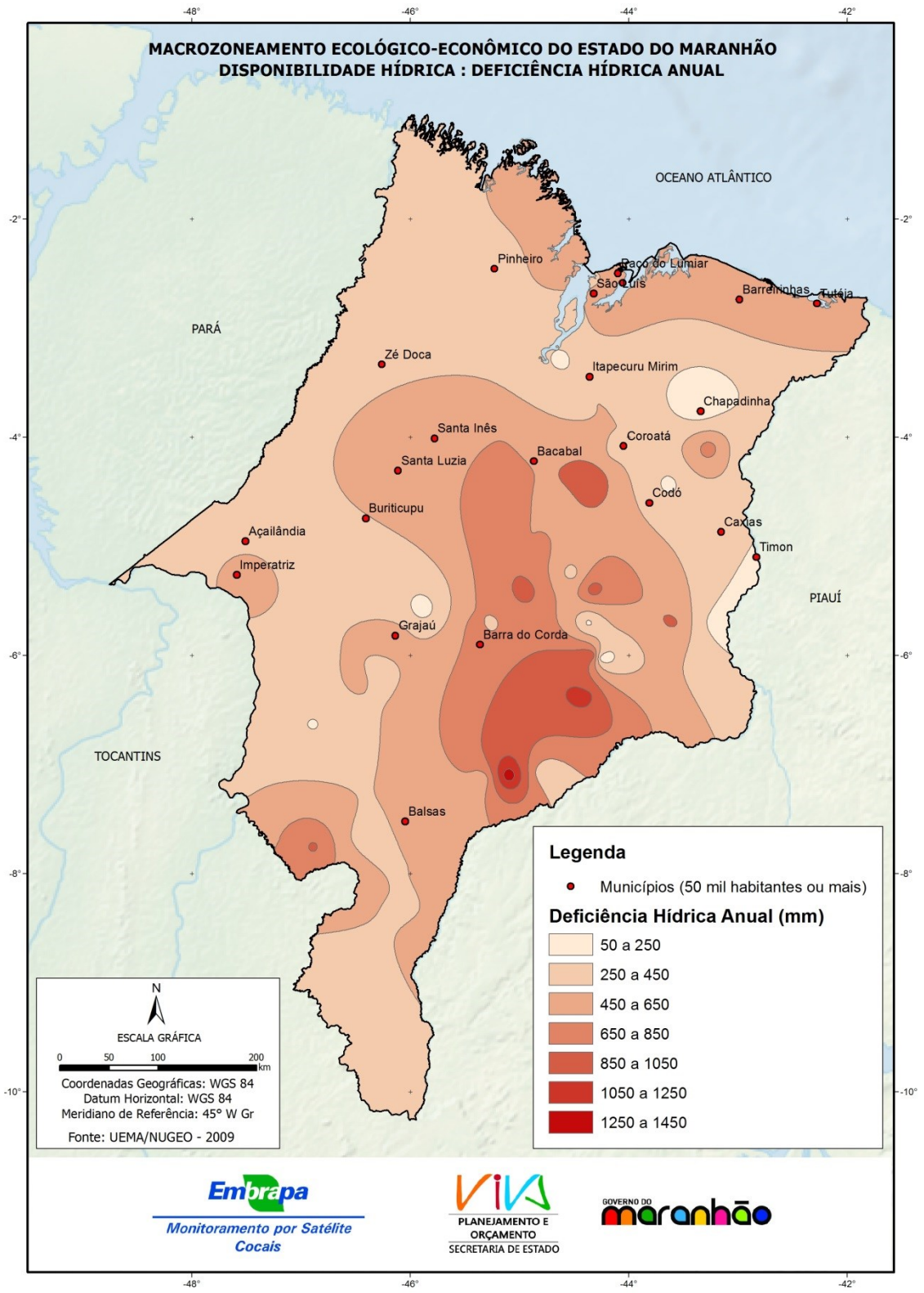


Figura 8. Deficiência hídrica anual.

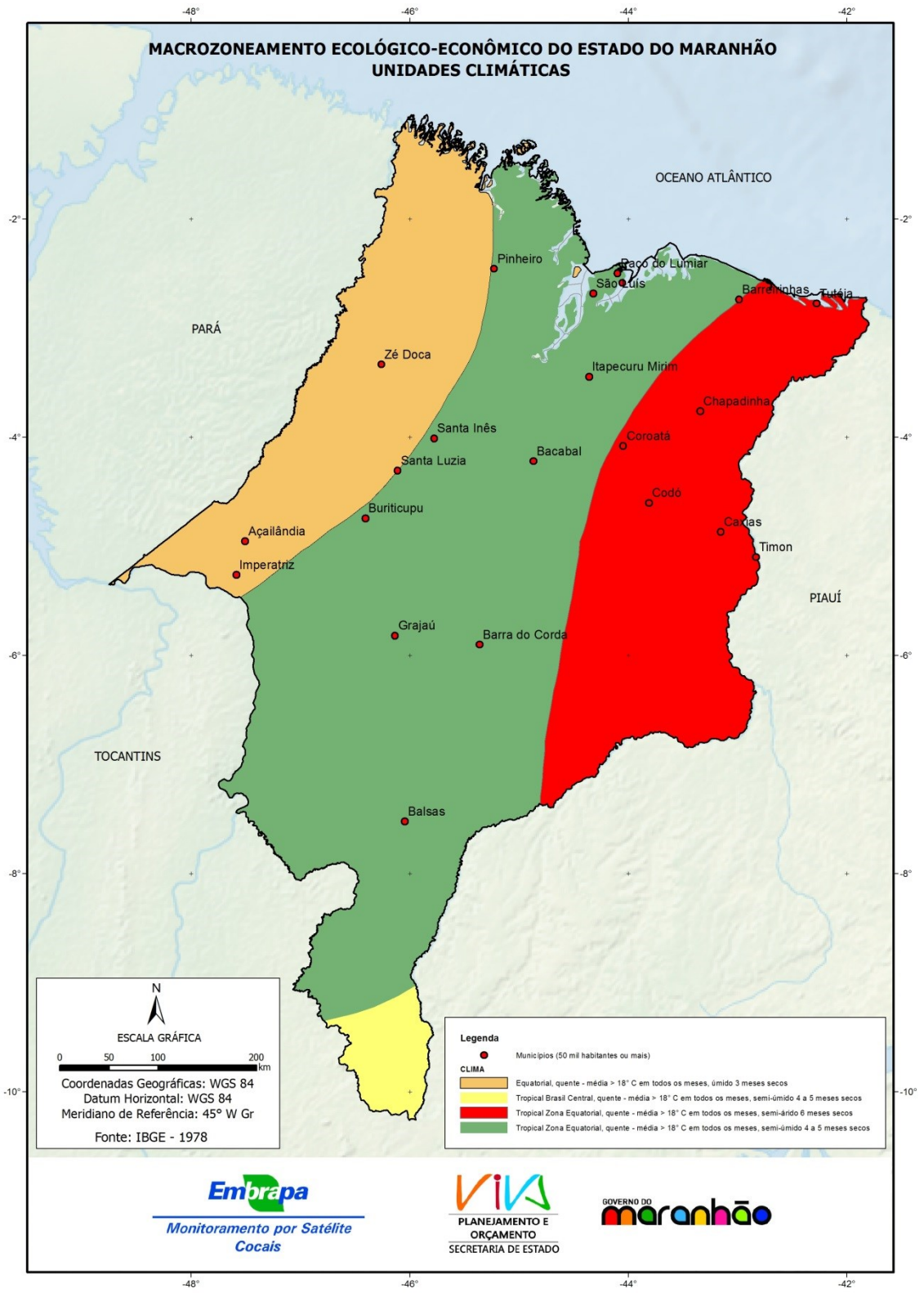


Figura 9. Unidades climáticas.

3.1.1.2. **Geologia**

O Maranhão apresenta 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 10) são descritas a seguir com base em LOPES; TEIXEIRA, 2013. As descrições fazem referências a diversas fontes citadas no texto original.

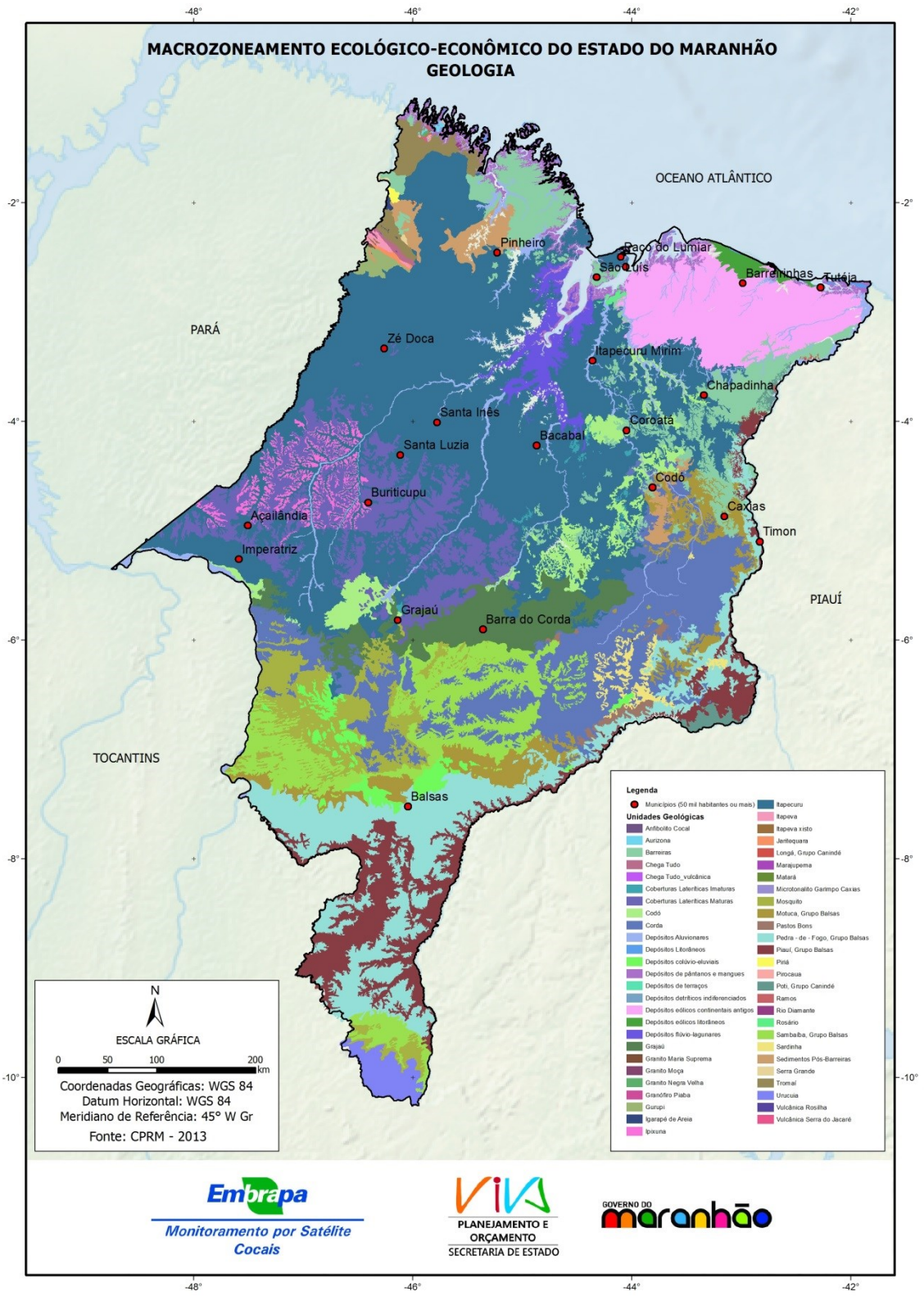


Figura 10. Mapa geológico do Estado do Maranhão.

Unidades geológicas do Pré-Cambriano

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 Mesoneoproterozoica (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 anfibolito, 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 manganesífero), quartzo ± muscovita ± clorita-xistos, filito, filito grafitoso, metassiltito manganesífero, 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 dominantemente 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 dominantemente 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.

Unidades Geológicas do Fanerozoico

As rochas e sedimentos do Fanerozoico 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 siltito cinza-claro, e arenitos de finos a médios, cinza, com camadas de siltito 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 silexitos, 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, dominantemente, 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, dominantemente, 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, dominantemente, 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, dominantemente, 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 meandrantes (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 maturas (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).

3.1.1.3. **Geomorfologia**

O relevo do Estado do Maranhão caracteriza-se por baixas superfícies de aplainamento em meio a extensas planícies fluviomarinhas, baixos platôs e chapadas, dos quais 73,4% são sustentados 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% são sustentados por Coberturas Superficiais mais recentes (cenozoicas), como depósitos detrito-lateríticos, Grupo Barreiras, Sedimentos Pós-Barreiras, planícies aluvionares, depósitos fluviolagunares, terraços fluviais e depósitos eólicos; 1,6% é sustentado por rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas do Cráton São Luís e Cinturão Gurupi; e 1% é sustentado por depósitos cretácicos da Formação Urucuia (Bacia Sanfranciscana) (ALMEIDA et al., 1977; GÓES; FEIJÓ, 1994; KLEIN; SOUSA, 2012; VILAS-BOAS; ARAÚJO, 1999).

Segundo Cordani et al. (2000), esse conjunto geológico associado a prolongados eventos tectônicos 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 detrito-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.

Esse conjunto de superfícies tabulares 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 cuestas 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 detrito-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 acamadamento 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 maturas, 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 maturas, 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, maturos, 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.

Domínios Geomorfológicos

O Estado do Maranhão foi compartimentado em 19 domínios geomorfológicos, segundo os seguintes padrões de declividade e amplitude topográfica (Tabelas 1 e 2 e Figura 11).

Tabela 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).

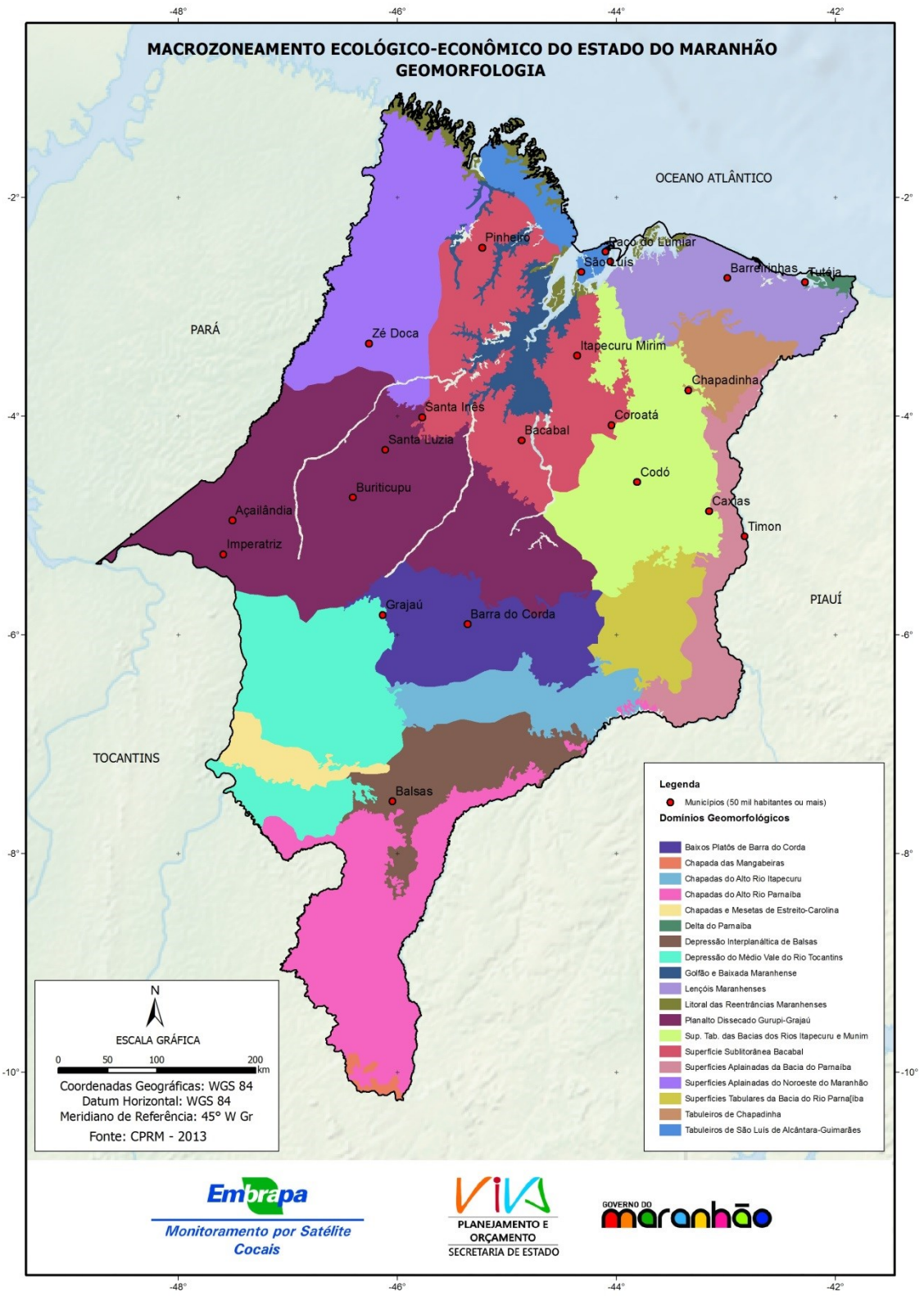


Figura 11. Geomorfologia do Estado do Maranhão.

Tabela 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)

Planície Costeira do Maranhão

Localiza-se na faixa litorânea, tem aproximadamente 640 km de extensão e é subdividida em quatro setores (FEITOSA, 2006): Reentrâncias Maranhenses, na úmida costa 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.

Litoral das Reentrâncias Maranhenses – Também caracterizado como "Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia" (SOUZA FILHO, 2005), notabiliza-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 o continente, dominados por macromarés de até 7 m de amplitude diurna. 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 espraiado 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 Sálicos e Gleissolos Tiomórficos (IBGE, 2011a).

Golfão e Baixada 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 Háplicos, Gleissolos Sálicos, Gleissolos Tiomórficos e Solos de Mangue (IBGE, 2011a).

Lençóis Maranhenses – Essa unidade 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. Primeiramente, destaca-se o contraste entre as dunas móveis e as fixas. As 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. Em sua retaguarda, desenvolvem-se vastos campos de dunas fixas sobre planícies quaternárias ou galgando os tabuleiros costeiros, revestidas com vegetação pioneira ou de campo-cerrado. Esses campos de dunas, que se espraiam 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 Araioses 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 Sálicos. 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 Araioses.

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.

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 Tromaí

(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.

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 detrito-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.

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.

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.

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 pedimentação 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 detrito-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.

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 maturos, 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 espraiam 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.

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 incisos 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.

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 Crueiras, 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.

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.

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 quartzoarenitos 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.

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 Crueiras 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, silexitos 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.

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 30º), 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 delineia 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.

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 Urucuia, pertencente ao fecho deposicional da Bacia Sanfranciscana.

3.1.1.4. **Pedologia**

Os solos podem ser definidos como "uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, podem ter sido modificados por interferências antrópicas" (SANTOS et al., 2013). Como integrantes abióticos dos ecossistemas, os solos são fatores que atuam sobre as comunidades integrantes dos ecossistemas, mas que também sofrem a ação dessas comunidades.

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 de zoneamentos ecológico-econômicos. Esse conhecimento pode ser determinante para o tipo e a intensidade de atividades antrópicas planejadas para uma determinada região. Constitui também informação relevante para apontar os impactos decorrentes de atividades planejadas ou mesmo as já implementadas, ou, ainda, para apontar medidas, ou intervenções, no ambiente e particularmente nos solos, necessárias para que essas atividades possam ser desenvolvidas de maneira sustentável.

O levantamento exploratório-reconhecimento dos solos do Maranhão

Os solos do Estado do Maranhão foram descritos e mapeados em documento publicado em 1986 (JACOMINE et al., 1986) como resultado de levantamento executado pela Coordenadoria Regional do Nordeste do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS) da Embrapa. O levantamento foi baseado em trabalhos de campo, planejados de modo a percorrer e amostrar solos de diferentes zonas, individualizadas por condições do meio físico, principalmente clima, relevo, geologia e vegetação primária. Perfis de solos foram descritos e

amostras foram submetidas a análises físicas, químicas e mineralógicas. Procurou-se verificar quais solos estavam mais expressivamente associados às diversas combinações de elementos do meio físico e inferir correlações entre variações de solos e de condições ambientais. 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 esquema de classificação adotado pelo SNLCS. Para execução da cartografia de solos, foram utilizados mapas planimétricos 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).

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). Foi, portanto, usado com fonte de informação para o tema "Solos" neste diagnóstico do meio físico e na avaliação das potencialidades e vulnerabilidades naturais do Estado do Maranhão. 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 12 é uma simplificação, em escala reduzida, desse mapa, e nela estão simbolizadas apenas as classes de solo predominantes em cada unidade de mapeamento. Ressalta-se que a maior parte das unidades de mapeamento é resultado de associações de dois ou mais solos, às vezes envolvendo também grupos indiscriminados de vários solos. Portanto, uma área mapeada na Figura 12 para determinada classe de solo pode apresentar solos de outras classes em menores proporções. Pelo mesmo motivo, uma determinada classe de solo pode ocorrer como classe secundária dentro de áreas mapeadas para a classe principal da associação.

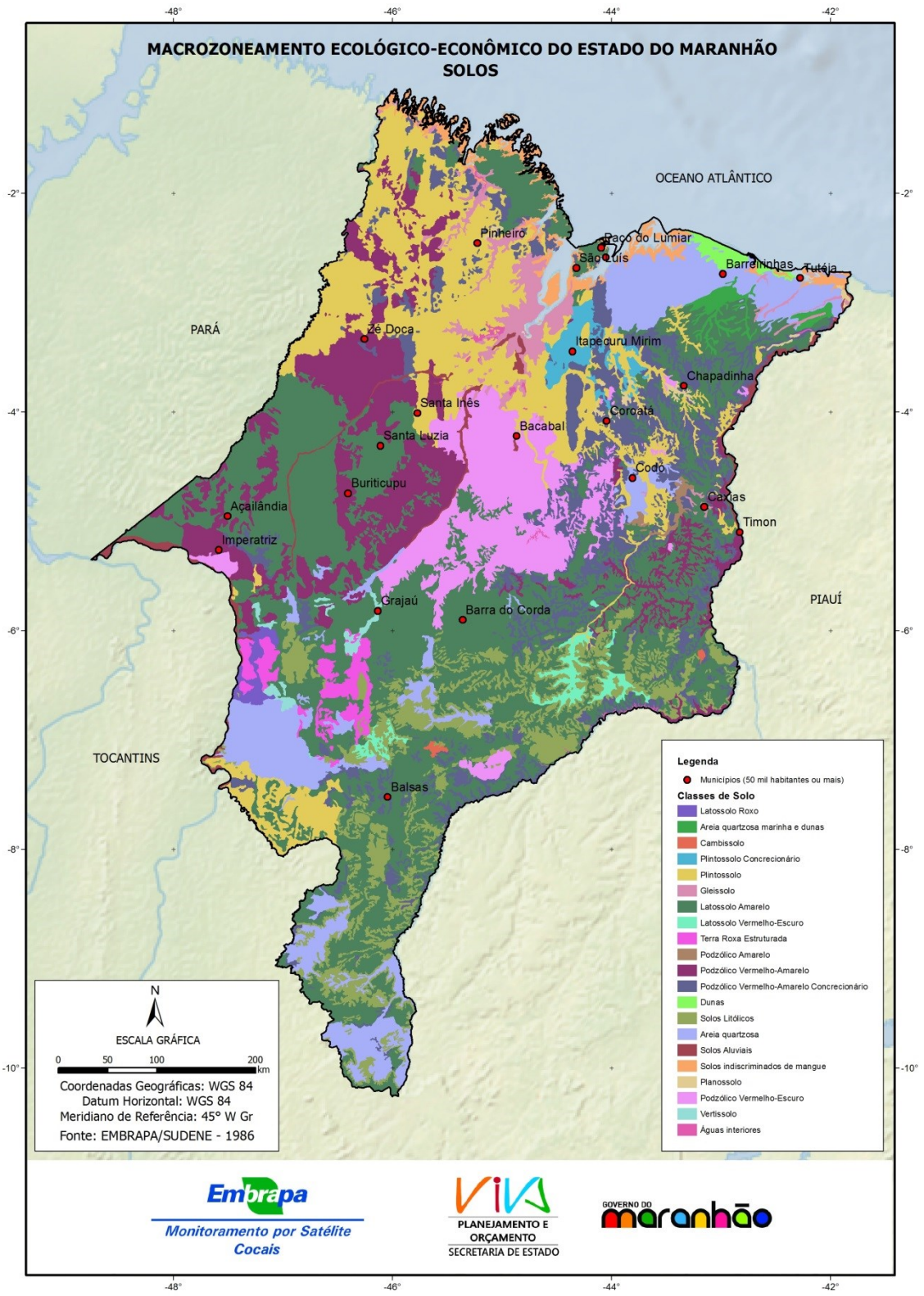


Figura 12. Mapa de solos simplificado do Estado do Maranhão.

(Fonte: Jacomine et al., 1986.)

Os principais solos, em termos de extensão, que ocorrem no Estado do Maranhão, segundo o Sistema de Classificação utilizado por JACOMINE et al. (1986) na época do levantamento, são Latossolos Amarelos (Álicos e Distróficos), Podzólicos Vermelho-Amarelos (Álicos, Distróficos e Eutróficos), Plintossolos (Álicos e Distróficos), Areias Quartzosas, Areias Quartzosas Marinhas e Solos Litólicos. Em menores proporções, são encontrados, ainda, os seguintes solos: Latossolos Vermelho-Escuros, Latossolos Roxos, Terra Roxa Estruturada, Podzólico Acinzentado, Cambissolos, Vertissolos, Gleissolos, Planossolos, Solos Aluviais e Solos Indiscriminados de Mangues. Algumas unidades de mapeamento ainda apresentaram como classes secundárias em associações os solos Brunizém Avermelhado, Solanchak-Solonétzico e Solonetz-Solodizado (JACOMINE et al., 1986). Os principais atributos desses solos, seus significados agronômicos, potencialidades e fragilidades são descritos a seguir. A nomenclatura, conceituação, os atributos e a interpretação agronômica de cada classe de solo seguem o sistema de classificação usado por Jacomine et al. em 1986, entretanto, quando possível, foi citada entre parênteses a correlação dessas classes com as classes do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), baseado em SANTOS et al. (2013, p. 339) e nos atributos das classes de solo descritos no mapa original publicado por Jacomine et al. (1986). Como os critérios de classificação são diferentes, quando se especificam 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.

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 bem 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 plíntico, argila de atividade alta ou baixa, cores de vermelhas a amarelas e teores de Fe_2O_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 chernozênico 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 babaçuais 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 agronômico 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 plíntico 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 plínticos, 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 babaçuais, 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 babaçuais 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 babaçuais 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 (ADÁMOLI 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 plíntico, 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 estádio 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 meq/100 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 paralelepipédica 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 fendilhamentos 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 subangualres 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 ente 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 chernozênico 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).

3.1.1.5. **Recursos hídricos**

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 hídrica, o fornecimento 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). Segundo a ANA (2010), 74% das sedes municipais são abastecidas exclusivamente por mananciais subterrâneos (poços), 21% são abastecidas por águas superficiais e os 5% restantes são abastecidos tanto por mananciais superficiais como subterrâneos.

Bacias hidrográficas

O Maranhão insere-se em três regiões hidrográficas (Figura 13) (BRASIL, 2011):

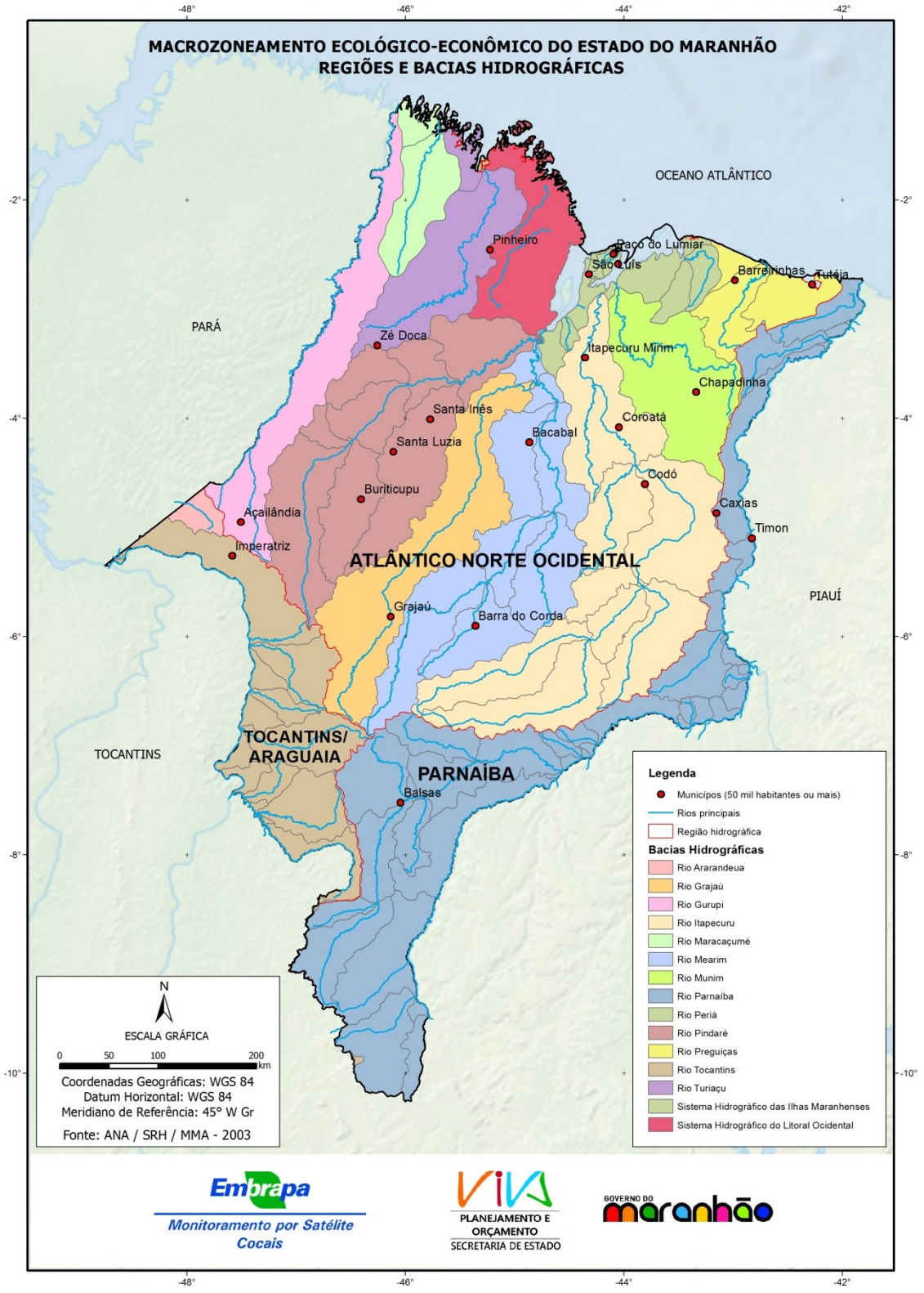


Figura 13. Regiões e bacias hidrográficas do Estado do Maranhão.

Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia (Figura 14) – de domínio federal, abrange os estados de Goiás, Tocantins, Pará, Mato Grosso, Distrito Federal e Maranhão e contempla a Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins.



Figura 14. Rio Tocantins, no Município de Imperatriz, MA.

Região Hidrográfica do Parnaíba – de domínio federal, abrange os estados do Piauí, Ceará e Maranhão e contempla a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Região Hidrográfica do Atlântico Norte Ocidental – contempla as bacias hidrográficas do Rio Gurupi e do Rio Ararandeua, de domínio federal, e, de domínio estadual, os sistemas hidrográficos do litoral ocidental e das Ilhas Maranhenses e as bacias hidrográficas dos rios Maracaçumé, Turiaçu (Figura 15), Pindaré, Grajaú (Figura 16), Mearim (Figura 17), Periá, Preguiças e Munim.



Figura 15. Rio Turiaçu, sob a rodovia BR-316.

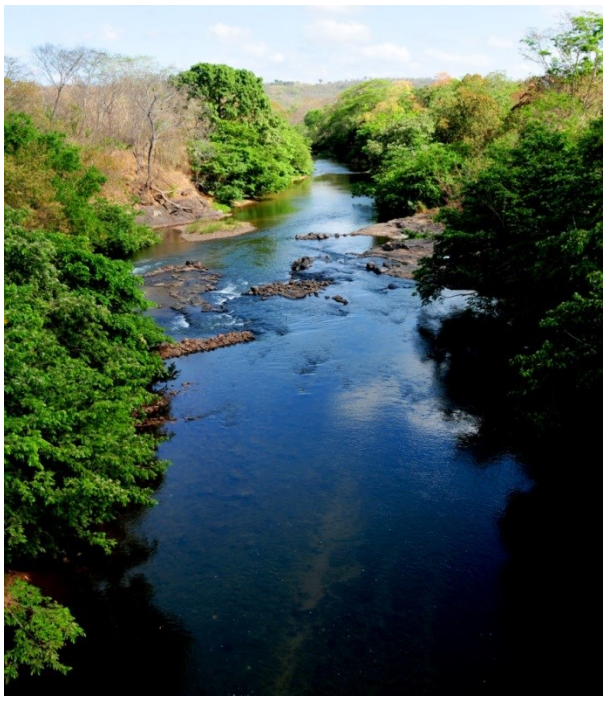


Figura 16. Rio Grajaú, trecho passando na área urbana do município de mesmo nome.



Figura 17. Rio Mearim, passando no Município de Arari, sob a rodovia BR-222.

As bacias hidrográficas do Turiaçu, Maracaçumé e o sistema hidrográfico litoral ocidental apresentam características amazônicas e desaguam em uma costa de inúmeras rias, que sofrem influência das marés (IBGE, 1997). O Rio Munim encontra-se bastante assoreado e sofre as consequências dos desmatamentos e do uso indiscriminado do solo, que tornam suas águas escassas e turvas, só adquirindo maior volume no baixo curso, já próximo à costa. As bacias dos rios Periá e Preguiças têm rios de pequeno trajeto, a maior parte perene e que, em decorrência da alta permeabilidade do terreno (areais), têm dificuldades de escoar até o mar, muitas vezes associando-se a áreas arenoargilosas que possibilitam a formação de lagos. No caso do Maranhão, as maiores precipitações ocorrem nas porções noroeste, centro-norte e leste, e as menores, no centro-sul do estado, sendo que os valores predominantes encontram-se entre 1.100 mm e 2.000 mm (WESCHENFELDER, 2011). Tais precipitações permitem concluir que o regime de chuvas, em média, proporciona boa recarga dos rios do estado, algumas vezes provocando enchentes e, não raro, inundações que causam danos à população local nas planícies de inundações (CPRM, 2013).

Os rios do Maranhão têm vazão média de 695.315 m^3, tendo registros de vazão máxima de 2.830 m^3 no Rio Parnaíba e nenhuma vazão nos rios Itapecuru, Tapuio, Pirapemas e Piritoró (CPRM, 2013) (Figura 18).

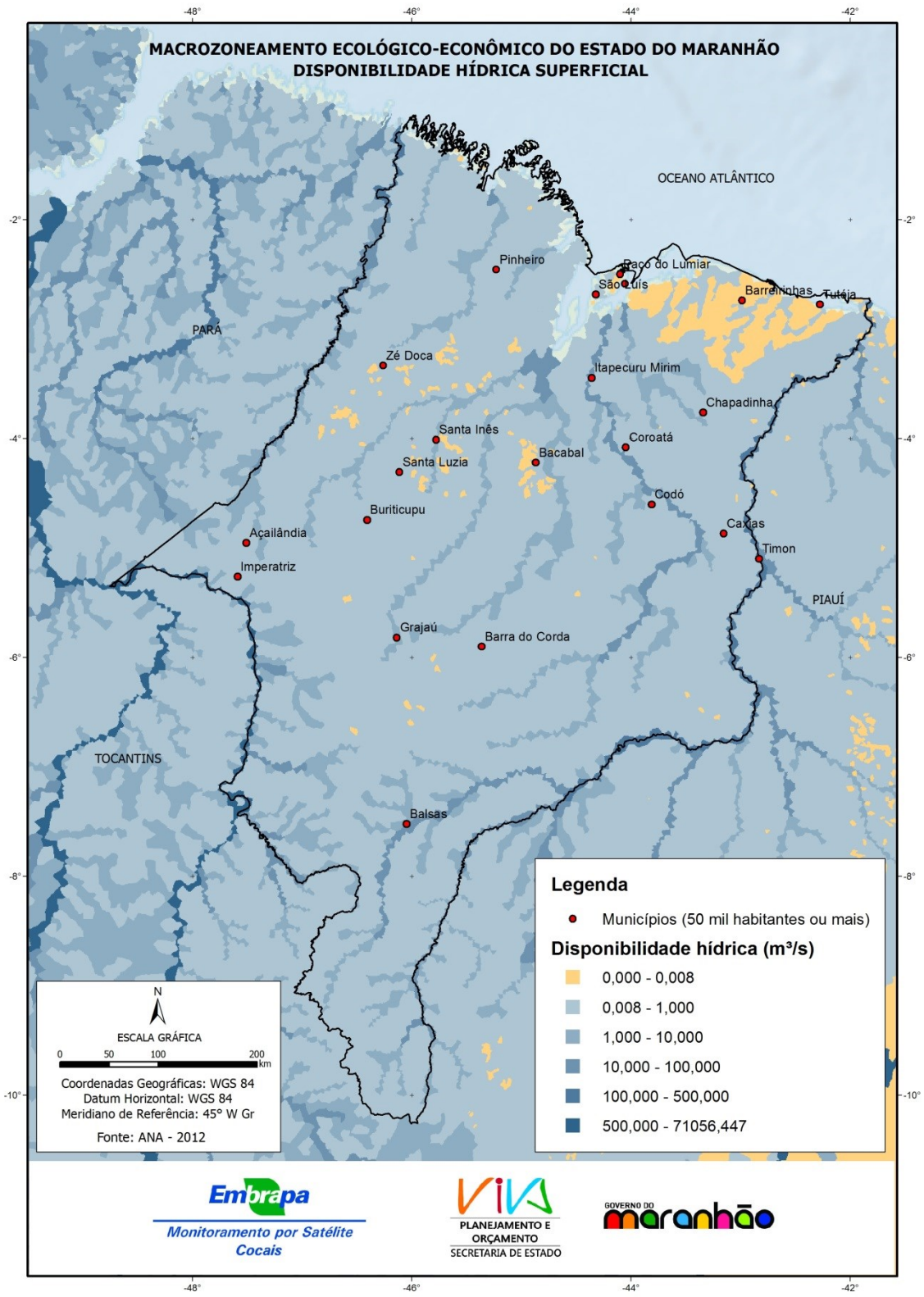


Figura 18. Disponibilidade hídrica.

Qualidade das águas superficiais

A Resolução nº 274/2000 (BRASIL, 2005) define como característica necessária para atender à classe 2 que os corpos d'água sirvam: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação; à aquicultura e à atividade de pesca. Para tanto, o pH da água deve estar entre 6 e 9, o oxigênio dissolvido não deve ser inferior a 5 mg/L O_2 e a turbidez deve apresentar até 40 UNT (Tabela 3).

O pH (potencial de hidrogênio iônico) é um parâmetro que mostra a acidez, a neutralidade e a alcalinidade. Os valores médios dos rios monitorados pela ANA-CPRM são próximos de 6,9, tornando-os rios de águas neutras. Apenas as estações dos rios São Carlos, Papagaio, Fazenda Ourives, Fernando Falcão, Urbano Santos e Campo Largo apresentam índices médios de acidez, e a estação do Rio Coroatá apresenta um valor de pH médio de 14,28, o único alcalino (CPRM, 2013).

Oxigênio dissolvido é a quantidade de oxigênio dissolvido na água e serve para avaliar a capacidade de um corpo hídrico de suportar atividade biológica de organismos aquáticos. Entre as 48 estações da ANA/CPRM, 34 apresentam demanda bioquímica de oxigênio (DBO) insuficiente (de 2,57 mg/L a 4,95 mg/L) para atender à classe 2 (CPRM, 2013).

Turbidez é a presença de matéria em suspensão na água. A potabilidade exige turbidez inferior a uma unidade e nenhuma estação apresenta esse valor. Os rios monitorados apresentam, em média, turbidez inferior a 40 UNT, havendo registros de turbidez superior em apenas sete estações (CPRM, 2013).

Sendo assim, os rios podem ser incluídos na classe 2, ou seja, um simples tratamento permitirá a distribuição para consumo humano e outros tipos de uso, sem grandes restrições (Figura 19).

Tabela 3. Classe de produtividade hídrica.

Q/s(m3/h/m)*	T(m2/s)	K(m/s)	Vazão (m3/h)	Produtividade**	Classe
> 4,0	> 10-02	> 10-04	> 100	Muito alta: Fornecimentos de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações). Aquíferos que se destaquem em âmbito nacional; regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações). Aquíferos que se destaquem em âmbito nacional.	1
2,0 < Q/s < 4,0	10-03 < T < 10-02	10-05 < K < 10-04	50 < Q < 100	Alta: Características semelhantes à classe anterior, contudo, situando-se dentro da média nacional de bons aquíferos.	2
1,0 < Q/s < 2,0	10-04 < T < 10-03	10-06 < K < 10-05	25 < Q < 50	Moderada: Fornecimentos de água para abastecimentos locais, em pequenas comunidades; irrigação em áreas restritas.	3
0,4 < Q/s < 1,0	10-05 < T < 10-04	10-07 < K < 10-06	10 < Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada: Fornecimentos de água necessários para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.	4
0,04 < Q/s < 0,4	10-06 < T < 10-05	10-08 < K < 10-07	1 < Q < 10	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa: Fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.	5
< 0,04	< 10-06	< 10-08	< 1,0	Pouco produtiva ou não aquífero: Fornecimentos insignificantes de água. Abastecimentos restritos ao uso de bombas manuais, destinados à sobrevivência humana e à dessedentação animal.	6

Fonte: Struckmeier e Margat (1995).

*Tempo de 12 horas e rebaixamento de 25 m para aquíferos granulares.

**Na definição da produtividade para aquíferos fraturados e cársticos, só deve ser considerada a vazão.

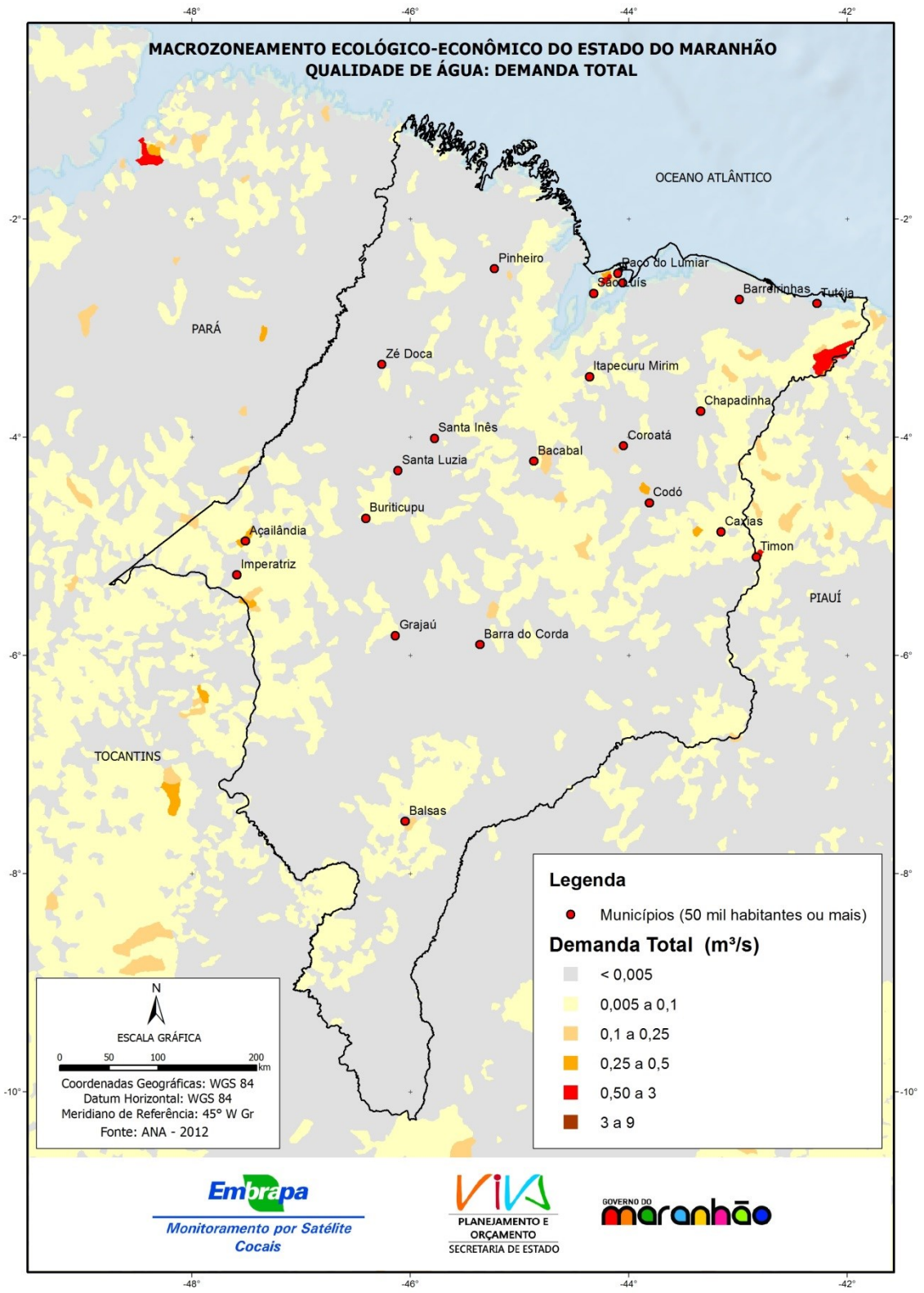


Figura 19. Qualidade de água.

Recursos hídricos subterrâneos – Unidades Hidrogeológicas

A participação das águas subterrâneas no abastecimento de 76,6% das cidades do Maranhão é de 85.106 m^3/ano (COSTA, 2000). O estado está localizado, quase integralmente, na Bacia Sedimentar do Rio Parnaíba, uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do País, com possibilidades promissoras de armazenamento e explotação de águas subterrâneas.

Há dois aquíferos, Serra Grande e Cabeças, que não são explotados em decorrência de suas profundidades, superiores a 1.000 m. Unidades não aquíferas, como os derrames basálticos, também são utilizadas na explotação de águas.

Os depósitos aluvionares e as formações cenozoicas indiferenciadas têm importância restrita no atendimento às populações difusas. Os corpos ígneos que constituem o meio fraturado são inexpressivos, descontínuos e sem representatividade com relação à captação de água subterrânea (Figura 20).

De modo geral, as unidades hidrogeológicas do Estado do Maranhão podem ser divididas em classes segundo a sua produtividade (Figura 21) para captação de água subterrânea, de acordo com a classificação de Struckmeier e Margat (1995). Os sistemas aquíferos do Maranhão fazem parte da Bacia Sedimentar do Parnaíba, exceto Barreiras e Urucuia.

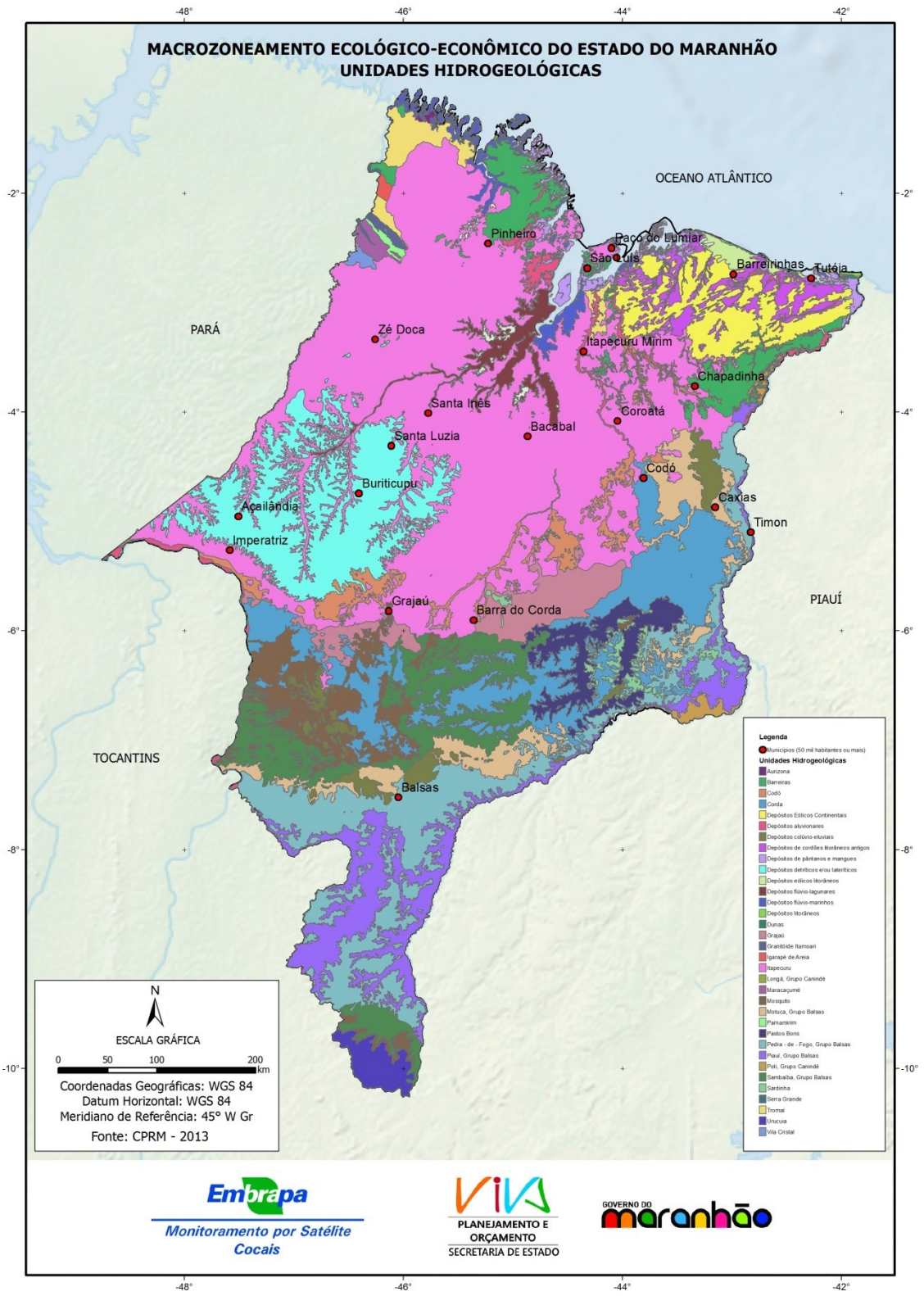


Figura 20. Unidades hidrogeológicas do Estado do Maranhão.

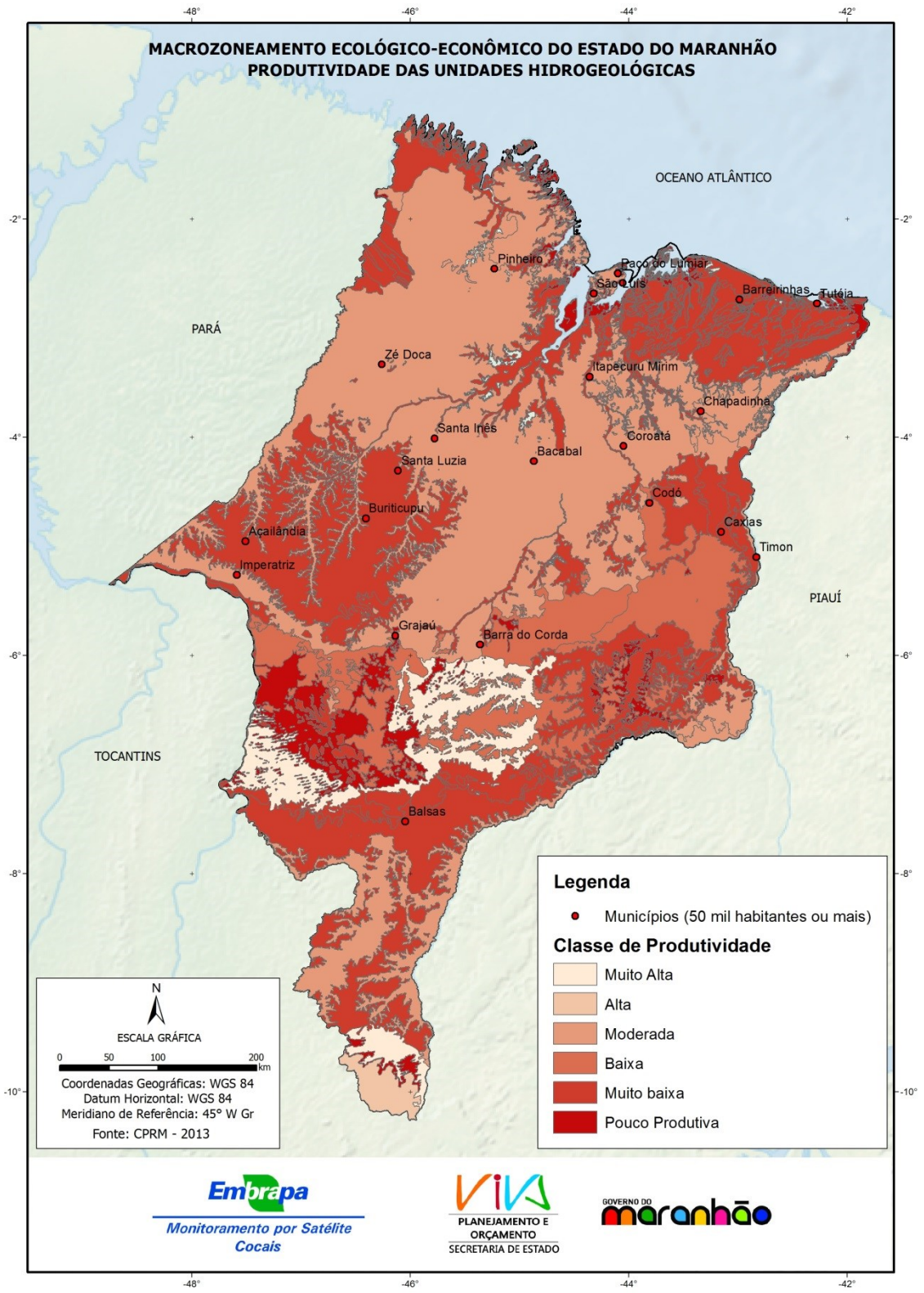


Figura 21. Produtividade das unidades hidrogeológicas do Estado do Maranhão.

Os aquíferos Urucuia e Sambaíba têm produtividade de muito alta a alta. Os aquíferos Poti e Piauí apresentam produtividade de alta a moderada. Os aquíferos Barreiras, Itapecuru, Corda e Grajaú apresentam produtividade moderada e geralmente baixa, porém localmente moderada. Os Depósitos Aluviões Indiferenciados (depósitos aluvionares), as Formações Cenozoicas Indiferenciadas (depósitos de cordões antigos, fluviolagunares, fluviomarinhos, eólicos litorâneos, eólicos continentais, litorâneos e dunas), os Depósitos de Pântanos e Mangues, os domínios vulcânicos (Mosquito e Sardinha), os aquíferos fraturados (Maracaçumé, Igarapé de Areia, Granitoide Itamoari, Tromaí, Aurizona, Vila Cristal e Parnamirim), os aquíferos Codó, Pastos Bons, Motuca e Pedra de Fogo apresentam produtividade muito baixa. Os aquíferos Serra Grande e Longá (Cabeças) não são explorados. O inventário hidrogeológico do Maranhão (CPRM, 2008) registrou a presença de 11.702 pontos d'água, sendo 11.452 poços tubulares, 159 poços amazonas, 24 fontes naturais e 67 sem informações representativas. Os poços tubulares representam 97,86% dos pontos cadastrados no estado e estão classificados em duas naturezas: público (7.714 poços), quando estão em terrenos de servidão pública; particulares (3.911 poços), quando estão em propriedades privadas; e sem informação (77 poços) (Figura 22). Esses poços podem estar em situações distintas: em operação (funcionando), paralisados (problemas de manutenção), não instalados (perfurados mas não equipados) e abandonados (sem possibilidade de captação).

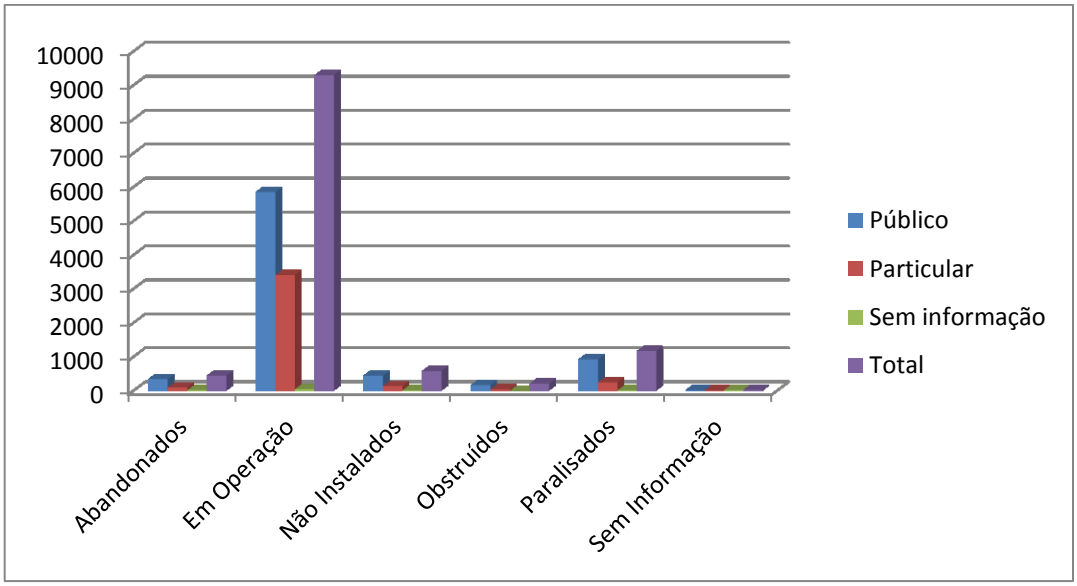


Figura 22. Natureza e situação dos poços cadastrados.

Fonte: CPRM (2013).

Quase 100% dos poços estão sobre terrenos sedimentares. Observa-se que 1.358 poços públicos estão desativados, enquanto apenas 373 particulares encontram-se na mesma situação. São 6.790 m^3/h de água, geralmente de boa qualidade, indisponível ao consumo humano.

Em relação ao uso da água, 2.145 poços são utilizados para o abastecimento doméstico, 631 para uso doméstico/animal, 2 para uso doméstico/industrial, 87 para uso doméstico/irrigação, 87 para uso industrial, 75 para uso múltiplo (doméstico, animal, industrial e agricultura), 7.053 para uso urbano, 9 para uso doméstico/irrigação/animal, 28 para irrigação, 40 para lazer, 5 para uso na pecuária, 17 sem uso e para 1.523 poços não há dados sobre sua utilização (CPRM, 2013).

Os índices de vulnerabilidade à poluição dos lençóis aquíferos foram divididos em seis classes (ARAÚJO et al., 2012), a saber: extremo, aquíferos associados às Coberturas Cenozoicas; muito alto, aquíferos associados às Coberturas Cenozoicas, representados pelo Grupo Barreiras e Depósitos Detríticos e/ou Lateríticos; alto, aquíferos fissurais descontínuos e de pouca importância regional, que ocorrem nas rochas ígneas e metamórficas; moderado, aquíferos associados às bacias São Luís e Grajaú, formações Codó, Grajaú, Itapecuru, Urucuia e aquitardo Sardinha; baixo, aquíferos associados às formações Sambaíba e Serra Grande; e muito baixo ou nulo, aquíferos localizados no contexto geológico da Bacia do Parnaíba, associados às formações Corda, Mosquito, Pastos Bons, Poti-Piauí, Pedra de Fogo e aquitardo Motuca.

A classificação da vulnerabilidade das águas subterrâneas (Figura 23) indica que 12,3% apresentam extrema vulnerabilidade; 11,3% apresentam vulnerabilidade muito alta; 1,4% apresentam alta vulnerabilidade; 38,6% apresentam vulnerabilidade moderada; 5,5%, vulnerabilidade baixa; e 30,9%, vulnerabilidade muito baixa. Isso significa que 36,4% apresentam máxima aptidão para a instalação de qualquer empreendimento, enquanto 38,6% apresentam sérias restrições à implantação de atividades antrópicas, sendo que 23,6% apresentam restrição absoluta (CPRM, 2013).

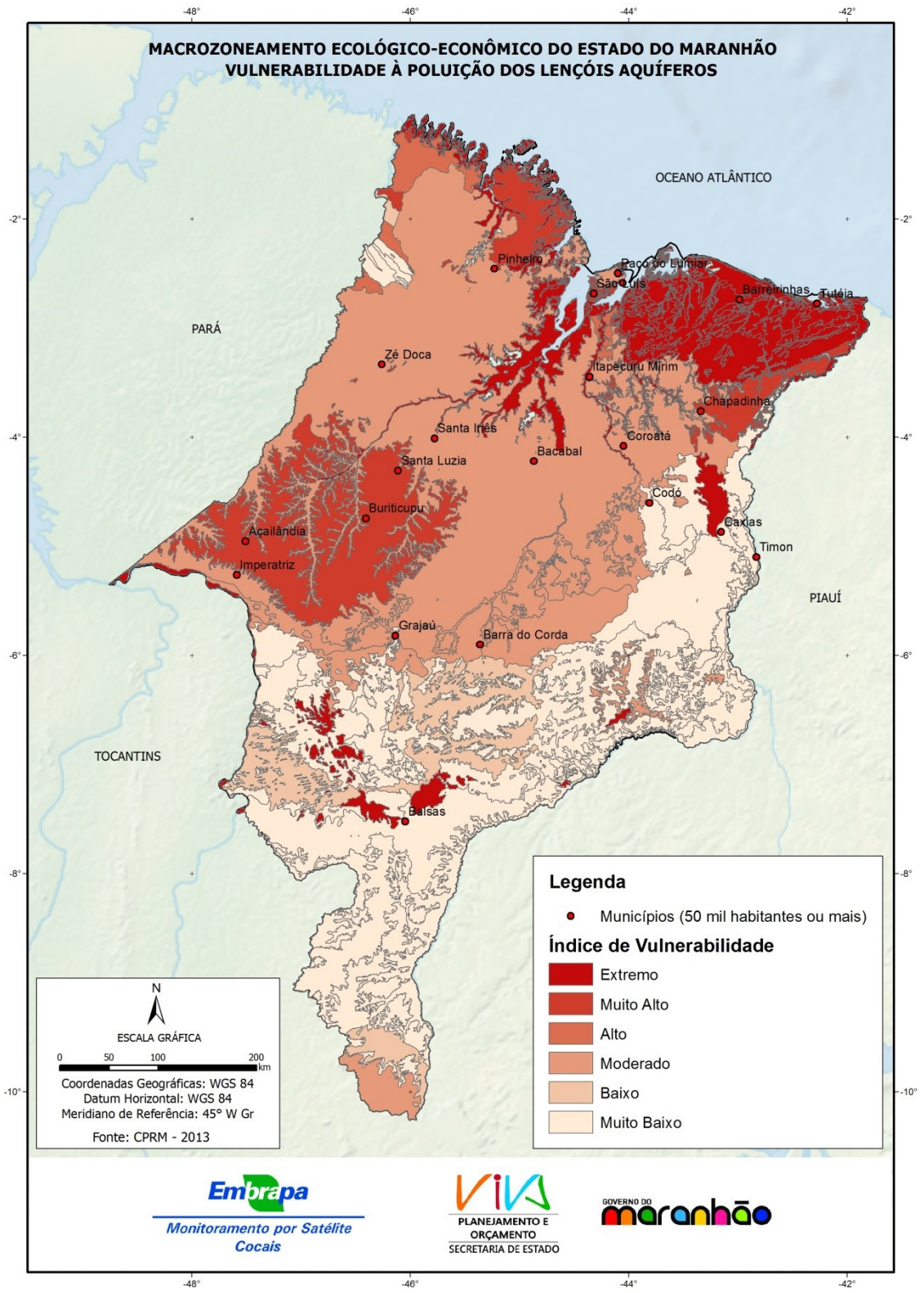


Figura 23. Vulnerabilidade dos lençóis aquíferos à poluição.

3.1.1.6. **Considerações sobre o tema**

O relevo do Estado do Maranhão caracteriza-se por baixas superfícies de aplainamento em meio a extensas planícies fluviomarinhas, baixos platôs e chapadas, dos quais 73,4% são sustentados 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% são sustentados por Coberturas Superficiais mais recentes (cenozoicas), como depósitos detrito-lateríticos, Grupo Barreiras, Sedimentos Pós-Barreiras, planícies aluvionares, depósitos fluviolagunares, terraços fluviais e depósitos eólicos; 1,6% é sustentado por rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas do Cráton São Luís e Cinturão Gurupi; e 1% é sustentado por depósitos cretácicos da Formação Urucuia (Bacia Sanfranciscana). De forma geral, o Estado apresenta-se como uma grande plataforma inclinada na direção sul-norte, com mergulho no Oceano Atlântico, destacando-se uma área elevada com predomínio de chapadas altas na parte sul e uma área bem rebaixada na parte norte do estado. Nas áreas rebaixadas ao norte, predominam os solos de mangue, os Gleissolos, os Plintossolos e os Neossolos Quartzarênicos dos Lençóis Maranhenses. Nas áreas altas ao sul, predominam os Latossolos no topo das chapadas, intercalados por Argissolos e Neossolos Litólicos nas áreas mais dissecadas. Os Latossolos também ocupam áreas do leste do estado, sobretudo o topo das superfícies tabulares da Bacia do Rio Parnaíba e de Chapadinha. Áreas de Neossolos Quartzarênicos também ocorrem no sul do estado, nas chapadas e mesetas de Estreito-Carolina, e no extremo sul, em áreas das chapadas do Alto Rio Parnaíba. Argissolos predominam nas superfícies tabulares dos rios Itapecuru e Munin, na parte sul da Superfície Sublitorânea de Bacabal, e em partes do Planalto Dissecado de Gurupi-Grajaú. Nas Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão, ocorrem Argissolos na parte sul e Plintossolos intercalados por áreas com Argissolos na parte norte. Os Latossolos também ocorrem em áreas próximas ao litoral nos Tabuleiros de São Luís e de Alcântara-Guimarães. Na Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins ocorrem Latossolos de permeio com Nitossolos, Vertissolos, Plintossolos e Neossolos Litólicos. Os solos do Maranhão são predominantemente distróficos, de baixa fertilidade natural, normalmente necessitam de calagem e adubação para uma boa produção agrícola. Solos eutróficos com melhores condições de

fertilidade ocorrem na Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins, normalmente associados a áreas de Nitossolos (antigas terras roxas estruturadas) desenvolvidos a partir dos basaltos da Formação Mosquito e em áreas de Argissolos (antigos podzólicos vermelho-amarelo eutróficos) da região central do estado, principalmente na área entre os rios Grajaú e Mearim. Os Latossolos são predominantes no Maranhão. Apesar da baixa fertilidade natural, esses solos apresentam condições físicas favoráveis ao cultivo agrícola, principalmente o mecanizado, por serem solos profundos, bem drenados e ocorrerem normalmente em relevo plano ou suave ondulado. Já a drenagem imperfeita dos Gleissolos e Plintossolos, predominantes na porção norte do estado, limita o seu uso agrícola. Podem, ainda, constituir limitações ao uso agrícola, especialmente o mecanizado, os relevos mais declivosos, associados a algumas áreas de Argissolos e Nitossolos a presença de horizontes concrecionários em áreas de Plintossolos, e as altas suscetibilidades à erosão de Neossolos Quartazarênicos e Neossolos Litólicos.

3.1.2. Aspectos bióticos

3.1.2.1. **Vegetação**

A vegetação é 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). Sendo o macrozoneamento um instrumento para planejar e ordenar o território considerando as questões econômicas, sociais e ambientais, a caracterização dos remanescentes florestais vem a ser base para a identificação de áreas vulneráveis e de fragilidade ambiental nas discussões de ordenamento regional. No caso do Maranhão, essa análise da vegetação considera sua diversidade de ambientes, em três diferentes biomas. O estado é dividido entre os biomas Amazônia (34,8%), Caatinga (1,1%) e Cerrado (Figura 24), com este último prevalecendo em 64,1% do território (STELLA, 2011). Ocupando cerca de 22% do território nacional, o Cerrado 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 semideciduais) 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. 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. Com o intuito de caracterizar a cobertura da vegetação do estado no contexto de uso da terra, diversos trabalhos têm sido realizados 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). Neste MacroZEE do Maranhão, a base para o diagnóstico de vegetação foi o mapeamento de cobertura vegetal realizado pelo 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, referência deste MacroZEE, conforme metodologia detalhada no item anterior, "Diagnóstico da situação atual de uso e cobertura da terra". 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 25 e Tabela 4) e respectivas descrições a seguir, de acordo com IBGE (2012).

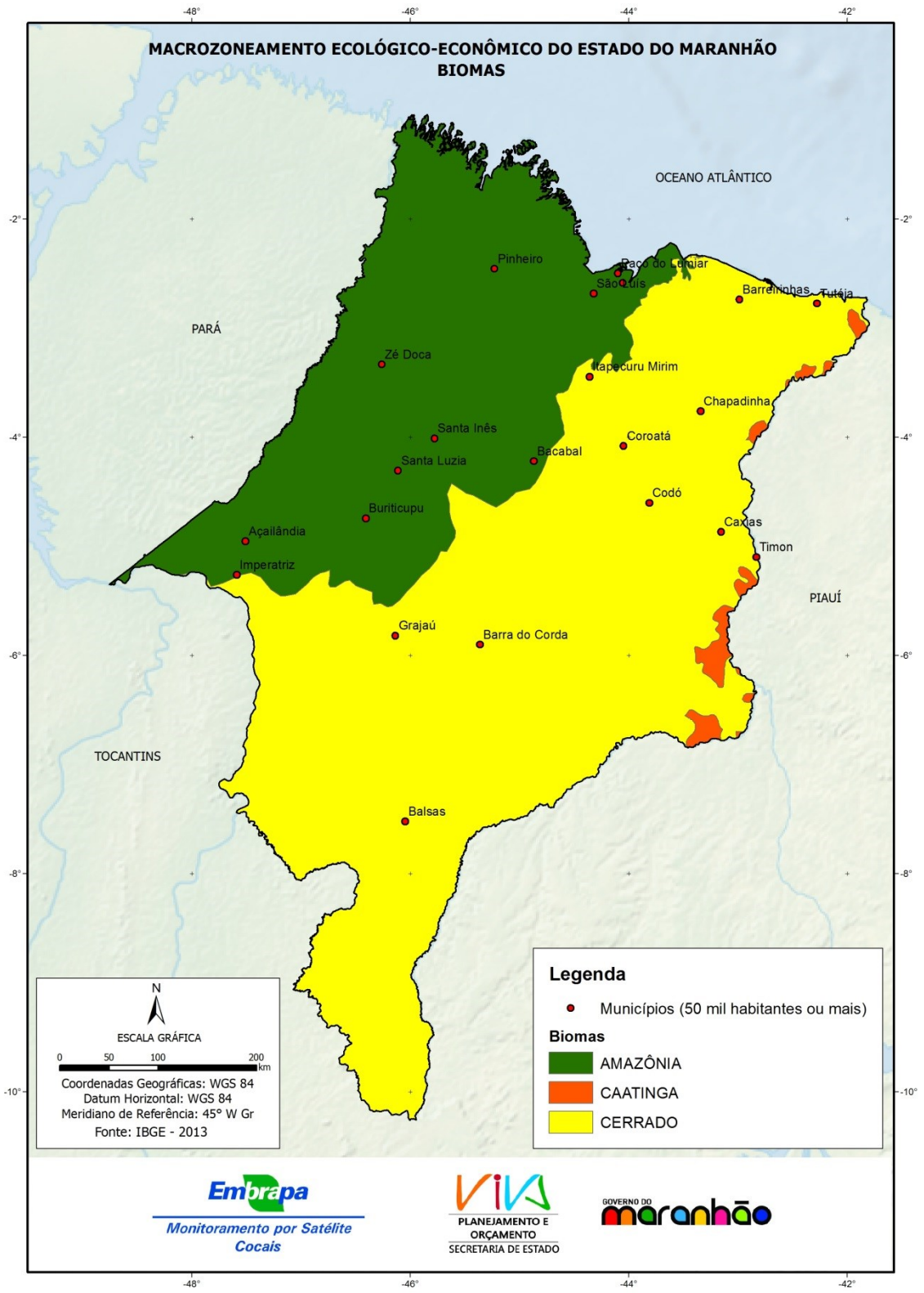


Figura 24. Biomas no Estado do Maranhão.

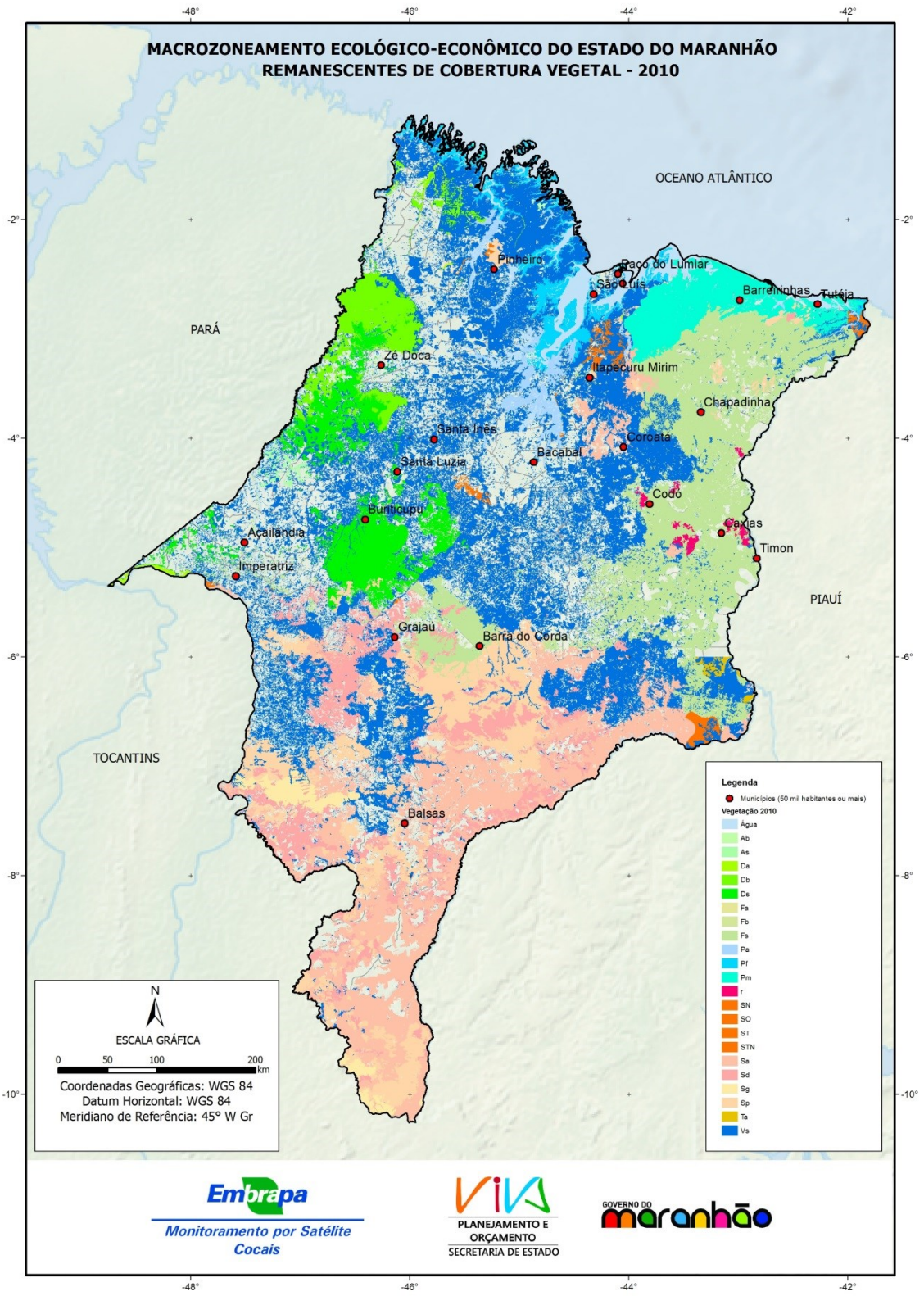


Figura 25. Cobertura vegetal do Estado do Maranhão no ano de 2010.

Tabela 4. Código da legenda e área das unidades da cobertura vegetal.

Legenda	Fisionomia	Região fitoecológica	Área (km^2)	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

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" (Figura 26) 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.



Figura 26. Mata ciliar do Rio Grajaú, Município de Grajaú.

Em contrapartida, a formação apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número de epífitas e poucos parasitas. As principais *ochlospecies*[1] 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. (Figura 27), *Calophyllum brasiliense* Cambes.

[1] *Ochlospecie*: Juntamente com 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.



Figura 27. Detalhe de palmeiras do gênero *Euterpe*, localmente conhecida como jussara, uma das principais ochlospecies da Floresta Ombrófila Densa Aluvial.

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 4º de latitude Norte e 16º de latitude Sul, a partir dos 5 m até em torno de 100 m acima do mar, de 16º de latitude Sul a 24º de latitude Sul, de 5 m até em torno de 50 m, e de 24º de latitude Sul a 32º 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 o*chlospecie Tapirira guianensis* Aubl.

Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds)

A Formação Submontana está situada nas encostas dos planaltos e/ou serras – entre 4º de latitude Norte e 16º de latitude Sul, a partir de 100 m até em torno dos 600 m, de 16º de latitude Sul a 24º de latitude Sul, de 50 m até em torno de 500 m, e de 24º de latitude Sul a 32º 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.).

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 4º de latitude Norte e 16º 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" (Figura 28), 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) (Figura 29), 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.



Figura 28. Aspecto típico da "floresta-de-babaçu".



Figura 29. Detalhe do babaçu (Attalea speciosa).

Floresta Ombrófila Aberta Submontana (As)

A Formação Submontana, como foi descrito anteriormente, está situada nas encostas dos planaltos e/ou serras – entre 4º de latitude Norte e 16º de latitude Sul, a partir de 100 m até em torno dos 600 m, de 16º de latitude Sul a 24º de latitude Sul, de 50 m até em torno de 500 m, e de 24º de latitude Sul a 32º 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 4º de latitude Norte e 16º de latitude Sul, situadas acima de 100 m de altitude e não raras vezes chegando a cerca de 600 m.

Floresta Estacional Semidecidual / Floresta Tropical Subcaducifólia

O conceito ecológico deste tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional, que determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal. Na zona tropical, associa-se à região marcada por acentuada seca hibernal (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) Kuhlm. 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 deciduais que caracterizam esta formação pertencem aos gêneros *Hymenaea*, *Copaifera*, *Peltophorum*, *Astronium*, *Handroanthus*, *Balfourodendron*, entre outros, incluindo Aspidosperma, ecótipo *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.

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, (Figura 30) 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 Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo-Lenhosa, e o binômio Savana-Estépica, subgrupo Savana-Estépica Arborizada.



Figura 30. Formação de cerrado, na região de Vargem Grande, MA.

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[2], 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 (Figura 31).



Figura 31. Savana florestada (faixa central da foto) já alterada pela ação antrópica (observar habitação indígena).

[2] Caméfitos: são plantas sublenhosas e/ou herbáceas predominantemente de áreas campestres pantanosas com até 1 m de altura, providas de gemas situadas acima do solo e protegidas por catáfilos ou por folhas verticiladas.

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 (Figura 32). 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.



Figura 32. Savana arborizada (parte superior da foto) antropizada na estação da seca. Na parte inferior, a savana foi quase que totalmente modificada para a criação extensiva de gado.

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 graminoides *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, esparso, 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 (Figura 33). 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*.



Figura 33. Savana Estépica Arborizada ao longo da rodovia MA-006, próxima ao Município de Grajaú.

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 encraves, 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.

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.

Formações Pioneiras

Ao longo do litoral, bem como nas planícies fluviais e mesmo ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagunas 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 *Acicarpha*, *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 (Figura 34) é a comunidade microfanerofítica 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".



Figura 34. Aspecto típico do manguezal.

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* (Figura 35) agregam-se, constituindo o açaizal 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.



Figura 35. Buritizal, constituído de agrupamento de palmeiras predominantemente do gênero *Mauritia* (em primeiro plano).

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.

3.1.2.2. **Flora**

O Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção sobre Diversidade Biológica, sendo a nação com a maior diversidade de espécies no mundo, com seis biomas terrestres e três grandes ecossistemas marinhos, além de pelo menos 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais atualmente conhecidas (BRASIL, 2011). No Maranhão, a variedade de ecossistemas reflete a enorme riqueza da flora, identificada, na Tabela 5, pelo número de espécies de cada grupo nos distintos biomas do estado.

Tabela 5. Número das espécies reconhecidas da flora do Maranhão e dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga desse estado.

Grupo	Número de espécies			
	Maranhão	Amazônia	Cerrado	Caatinga
Angiospermas	2.579	2.067	1.657	1.084
Briófitas	83	68	74	41
Fungos	69	12	18	19
Samambaias e Licófitas	57	40	28	5

Fonte: Flora do Brasil (2012).

Para Rios (2001) citado por Reis e Conceição (2010), a paisagem característica do Maranhão é a mata dos Cocais, considerada de transição entre vários domínios fitogeográficos, apresentando-se associada com os campos, cerrado e com a floresta, com o domínio do babaçu (*Orbygnia spciosa*) e da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore).

De acordo com Muniz (2011), a Floresta Amazônica maranhense, do ponto de vista estrutural, é bastante semelhante à Floresta Úmida Amazônica. Em levantamento da autora no Município de Buriticupu, no noroeste do Estado do Maranhão, a densidade média de árvores encontrada foi em torno de 570 indivíduos por hectare, com 37 famílias e cerca de 100 espécies; cerca de 50% das famílias botânicas foram representadas por uma única espécie, e de 20% a 30% das espécies com um único indivíduo. A autora identificou, ainda, uma grande concentração de indivíduos em algumas poucas famílias e espécies que seriam dominantes, o que não é comum numa Floresta Amazônica típica, porém a presença de muitas outras famílias e espécies pouco representadas evidencia a diversidade na área.

Azevedo (2002) citado por Reis e Conceição (2010) apresenta como espécies mais comuns nas florestas maranhenses: juçara (*Euterpe* ssp.) e andiroba (*Carapa guianensis*), de regiões alagadas, além de cipós (*Mascagnia* spp.), jatobá (*Hymenae* spp.), ipê (*Tabebuia* spp.), mororó (*Bauhinia* spp.), macaúba (*Acrocomia sclerocapsa*), cajazinho (*Spondias lutea*), embaúba (*Cecropia* spp.), sapucaia (*Lecythis* spp.), pau-santo (*Zollernia* spp.) e bacaba (*Oenocarpus* spp.). Já a flora dos campos, de acordo com esses autores, é essencialmente representada por gramíneas do tipo capim-marreta (*Panacium* sp.), ciperáceas (*Cyperus articulata*), junco (*Cyperus* sp.), arbustos e subarbustos (Bromeliaceae), tucum, babaçu, entre outras. Nas regiões alagadas, ainda segundo esses autores, destacam-se

macrófitas aquáticas chamadas de mururus, representadas por lírios (*Nimplaea* spp.), aguapés (*Eicchornia* spp.), pteridófitas aquáticas (*Salvinia* sp.).

No caso do Cerrado, apesar de trabalhos anteriores identificados em Castro et al. (1999) considerarem sua flora bem conhecida e com baixa diversidade, o bioma é considerado atualmente um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade, apresentando extrema abundância de espécies endêmicas (BRASIL, 2013a). Nas áreas de Cerrado do Maranhão, também é esperada grande heterogeneidade nas formações de Cerrado, por ser uma região ecotonal (SILVA, et al., 2008), contudo a base bibliográfica de flora ainda é pequena (CASTRO et al., 2007). Nesse tema, sobressai-se o projeto de construção de um banco de dados da flora dos cerrados marginais do Nordeste, no qual se inclui o Cerrado do Maranhão, denominado Floracene. O banco apresenta dados da flora de cerrado obtidos em 69 levantamentos, dos quais 13 no Maranhão; somam-se, até o momento (CASTRO et al., 2008), 71.194 espécimes catalogados, entre árvores, arbustos, subarbustos, ervas e cipós, além de alguns espécimes de herbáceas, dispostos em 105 famílias botânicas, 647 gêneros e 1.624 espécies, com destaque para quatro espécies novas – *Bauhinia* sp. n., *Jacquemontia* sp. n., *Elephantopus* sp. n. e *Stilpnopappus* sp. n. Nesse estudo, as espécies que mais se sobressaíram em termos de ocorrência foram *Qualea parviflora* Mart. (61 ocorrências), *Caryocar coriaceum* Wittm. (59), *Qualea grandiflora* Mart. (57), *Anacardium occidentale* L. (48), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (48), *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke, entre outras.

Em outro levantamento no Maranhão, na região nordeste do estado, Silva et al. (2008) identificaram 69 espécies e 32 famílias. De acordo com esses autores, a comparação florística entre sete áreas de Cerrado no estado mostrou elevada heterogeneidade e baixa similaridade.

Em relação à flora, a Caatinga é provavelmente o mais desvalorizado e mal conhecido botanicamente entre os biomas brasileiros, de acordo com Giulietti et al. (2004). Esses autores apresentam um diagnóstico da vegetação de Caatinga, descrevendo as fitofisionomias desse bioma e listando as espécies endêmicas – 18 gêneros e 318 espécies endêmicas, pertencentes a 42 famílias, incluindo tanto plantas de áreas arenosas como rochosas. No Maranhão, são praticamente inexistentes trabalhos de levantamentos florísticos que enfocam esse ecossistema, até por ele ocupar apenas 1% da área do estado.

Na costa maranhense, Mochel (2011) cita como espécies arbóreas nos manguezais maranhenses o mangue-vermelho, representado por *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa* e *Rhizophora harrisonii;* a siriba, *Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*; e a tinteira, *Laguncularia racemosa*, o mangue-de-botão, *Conocarpus erectus*, e a samambaia-do-mangue, *Acrostichum aureum*. De acordo com a autora, a distribuição das espécies não é homogênea, variando espacialmente nesse ecossistema costeiro.

Apesar da rica diversidade, o Maranhão é o estado da Amazônia Legal que apresenta o menor grau de ocupação do espaço com áreas protegidas, apresentando alto grau de desmatamento e fragmentação florestal (ARAÚJO et al., 2011). A quantidade de espécies ameaçadas, raras e endêmicas nos mais variados grupos de animais e plantas atestam a importância biológica da região não só para o Estado do Maranhão, mas para o País como um todo (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

De acordo com a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, Instrução Normativa MMA nº 06, de 23 de setembro de 2008, o Maranhão tem 8 espécies das famílias Anacardiaceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Meliaceae e Rutaceae nessa categoria, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6. Espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção no Estado do Maranhão.

Família	Espécie	Nome Vulgar	Autor	Bioma
Anacardiaceae	*Myracrodruon urundeuva*	Aroeira-do-sertão	Engl.	Cerrado / Caatinga
Anacardiaceae	*Schinopsis brasiliensis*		Engl.	Cerrado / Caatinga
Fabaceae	*Peltogyne maranhensis*	Pau-roxo	Huber ex Ducke	Amazônia
Lecythidaceae	*Bertholletia excelsa*	Castanheira, castanheira-do-pará, castanheira-do-brasil	Kunth	Amazônia
Meliaceae	*Swietenia macrophylla*	Mogno, águano, caóba	King	Amazônia
Rutaceae	*Euxylophora paraensis*	Pau-amarelo, paucetin, amarelão, espinheiro	Huber	Amazônia
Rutaceae	*Pilocarpus alatus*		C. J. Joseph ex Skorupa	Amazônia
Rutaceae	*Pilocarpus microphyllus*	Jaborandi-legitimo, jaborandi-do-maranhão	Stapf ex Wardleworth	Cerrado

Fonte: Brasil (2008).

3.1.2.3. **Fauna**

No Estado do Maranhão, a diversidade de ambientes, habitats e ecossistemas distribuídos em três diferentes biomas – Cerrado, Amazônia e Caatinga – indicam grande potencial de abrigar uma fauna bastante diversificada.

No estado, localiza-se mais da metade do centro de endemismo Belém, que abriga espécies como a ararajuba e o cairara-Ka'apor, que são espécies de ave e

mamífero endêmicos e ameaçados de extinção. Por outro lado, a baixada maranhense, com suas reentrâncias e zonas de contato entre águas marinhas e fluviais, cria ambientes singulares de alta produtividade e riquíssimos em espécies e endemismos de organismos aquáticos, além de produzir uma base importante de sustentação das populações humanas locais (MARTINS, 2011).

Ictiofauna

É difícil estimar um número de espécies para a ictiofauna dos rios do Estado do Maranhão. Tal fato é consequência da ausência de estudos taxonômicos visando o conhecimento das espécies ícticas e suas distribuições geográficas, base apropriada para a delimitação de áreas de endemismo, ações de manejo e gestão adequada desses recursos (PIORSKI et al., 1998). Os poucos levantamentos taxonômicos existentes são imprecisos e não permitem a identificação segura das espécies.

Os estuários, por outro lado, podem ser considerados áreas tampão entre o mar e os rios. Destacam-se também entre os sistemas mais produtivos, pela sua riqueza em matéria orgânica em comparação com outros ambientes aquáticos do planeta (CAMARGO; ISAAC, 2003).

Da mesma forma que os ambientes dulcícolas, a região estuarina apresenta grande diversidade ictiofaunística, e é notadamente conhecida pela riqueza de recursos pesqueiros demersais[3], alguns deles muito explorados, mas, na maior parte das vezes, ainda com potencial desconhecido (CAMARGO; ISAAC, 2003).

Entre as espécies citadas para a costa do Estado do Maranhão, cinco fazem parte da Lista Provocativa das Espécies de Peixes Ameaçadas no Brasil, elaborada pela Sociedade Brasileira de Ictiologia. Desperta atenção, entretanto, o fato de que quatro espécies, *Carcharhinus limbatus* (galha-preta), *C. obscurus* (lombo-preto), *Epinephelus itajara* (mero) e *Lutjanus analis* (pargo), compõem a lista dos animais ameaçados da IUCN (1996).

Os elasmobrânquios representam cerca de 16,7% do total de espécies de peixes ocorrentes na costa do Estado do Maranhão (LESSA, 1997). De acordo

[3] Chamam-se demersais os animais aquáticos que, apesar de terem capacidade de natação ativa, vivem a maior parte do tempo em associação com o substrato.

com a autora, a família Carcharhinidae contribui com cerca de 77,4% do total de elasmobrânquios, e *Carcharhinus porosus* é a espécie dominante. No estudo de Lessa (1997), a família Sphyrnidae foi representada por cinco espécies, contribuindo com 18% do total capturado, sendo *Sphyrna tiburo* a espécie mais abundante.

Em um estudo sobre a comunidade de elasmobrânquios da costa do Maranhão, Lessa e Menni (1994) observaram que *Carcharhinus porosus* e *Sphyrna tiburo* são espécies constantes na área, *S. lewini*, *S. tudes*, *S. mokarran*, *Rhizoprionodon lalandii*, *R. porosus*, *Isogomphodon oxyrhynchus*, *Dasyatis guttata*, *Rhinoptera bonasus*, *Carcharhinus limbatus*, *C. acronotus* e *Aetobatus narinari* são espécies comuns, e que o grupo de espécies raras é composto por *Dasyatis geijskesi*, *Gymnura micrura*, *C. obscurus*, *C. perezi*, *C. plumbeus* e *Rhinobatos lentiginosus*.

Segundo Lessa (1997), há grande predomínio de indivíduos jovens nas capturas de elasmobrânquios no Maranhão. Com base nessa observação, a autora considera a área como um importante criadouro de tubarões que se distribuem em todo o Atlântico Central Tropical.

Em um estudo sobre a ictiofauna de Teleósteos da Ilha de São Luís, Martins-Juras et al. (1987) verificaram predomínio das famílias Ariidae, Mugilidae, Sciaenidae e Engraulidae, tanto em número de indivíduos como de espécies. No estuário do Rio Anil, Pinheiro-Júnior (2003) observou dominância das espécies *Arius herzbergii*, *Mugil curema*, *Arius* sp., *Pseudauchenipterus nodosus* e *Mugil gaimardianus*, representando cerca de 87% das espécies capturadas.

Apesar da dominância de algumas espécies, para os estuários do Maranhão já foram registradas cerca de 101 espécies de teleósteos (MARTINS-JURAS, 1989). No entanto, esse número pode ser bem maior, podendo chegar a 150 ou 170 espécies, como revelado durante os trabalhos do Zoneamento Ecológico Econômico da Floresta dos Guarás (LABOHIDRO, 2000) e do Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (IBAMA, 2013).

A ictiofauna da região maranhense pertencente à Amazônia Oriental Brasileira está representada por 109 espécies, distribuídas em 33 famílias. Na Baixada Maranhense, o Rio Mearim é o ambiente de maior destaque, com 60 espécies e 29 famílias. É representado por duas espécies da classe Condrichthyes (tubarões e arraias), distribuídas em duas famílias (Pristidae e Potamotrygonidae), e

59 espécies da classe Osteichthyes (peixes ósseos). As ordens mais representativas desta classe foram Siluriformes e Characiformes com 25 e 16 espécies, respectivamente. Entre as espécies registradas, pelo menos duas são endêmicas de rios maranhenses: *Platydoras* sp. e *Curimata macrops* (CASTRO; DOURADO, 2011).

Herpetofauna

Barreto et al. (2011) afirmam que, na região Nordeste, ainda existe uma carência de dados na literatura científica sobre estudos de herpetofauna. No Maranhão, os trabalhos com o Bioma Amazônia foram desenvolvidos mais próximos a São Luís, como sobre biologia reprodutiva e distribuição espacial e temporal de anuros. Também existem alguns levantamentos da herpetofauna nos remanescentes amazônicos, mas ainda não publicados. A maioria das áreas ainda está carente de levantamentos biológicos, principalmente aquelas da Reserva Biológica do Gurupi e da Baixada Maranhense. Muitos trabalhos com herpetofauna foram desenvolvidos na região do Cerrado maranhense, nos municípios de Urbano Santos (BOTELHO et al., 2003; GOMES et al., 2003) e Balsas (BARRETO et al., 2007).

Para a Amazônia Maranhense, Barreto et al. (2011) registraram um total de 80 espécies, sendo 30 de anfíbios (anuros), 28 de lagartos, 2 de anfisbenídeos, 19 de cobras e 2 de tartarugas. Alguns anfíbios e répteis são notadamente de ampla distribuição, como *Rhinella marinus*, *Leptodactylus vastus*, *L. fuscus*, *Physalaemus cuvieri*, *Dendropsophus punctatus*, *Phyllomedusa hypochondrialis*, *Ameiva ameiva*, *Iguana iguana*, *Cnemidophorus ocellifer* e *Micrablepharus maximiliani*.

Em relação a cobras e anfisbenídeos, os autores afirmam que a pouca quantidade de espécies encontradas para a maioria das áreas de estudo pode ser considerada como preliminar. As tartarugas encontradas no Município de Cedral, na APA da Baixada Maranhense, *Kinosternon scorpioides* e *Rhinoclemmys punctularia*, representam forte indicador da potencialidade dos ecossistemas dessa região em termos de qualidade de habitat. Além disso, existem poucos dados publicados para *R. punctularia*, considerada uma espécie altamente prioritária para pesquisa.

Considerando a sua grande extensão territorial e a crescente taxa de destruição do habitat natural, Colli et al. (2007) afirmam que o Cerrado seria o bioma brasileiro menos conhecido do ponto de vista da herpetofauna, sendo que, para o bioma, já foram registradas:

- 10 espécies de quelônios – das quais 4 estão ameaçadas: *Podocnemis expansa*, *P. unifilis*, *Geochelone carbonaria* e *G. denticulata*;
- 5 espécies de jacarés (todas ameaçadas);
- 15 espécies de anfisbenas, das quais 8 são endêmicas;
- 47 espécies de lagartos, das quais 12 são endêmicas e 5 estão ameaçadas: *Iguana iguana*, *Tupinambis cf. duseni*, *T. quadrilineatus*, *T. teguixin* e *T. merianae;*
- 103 espécies de serpentes, das quais *Boa constrictor*, *Corallus caninus*, *C. hortulanus*, *Epicrates cenchria*, *Eunectes murinus*, *E. notaeus* e *Hydrodynastes gigas* estão ameaçadas;
- 113 espécies de anfíbios, das quais 32 são endêmicas, e 3 estão ameaçadas: *Epipedobates braccatus*, *E. flavopictus* e *E. pictus.*

Rodrigues (2001) considera que, entre os domínios morfoclimáticos brasileiros, o da Caatinga é, de modo geral, o mais bem conhecido quanto à sua fauna de répteis e anfíbios. Conhecem-se, hoje, de localidades com a feição característica da Caatinga Semiárida, 47 espécies de lagartos, 10 espécies de anfisbenídeos, 52 espécies de serpentes, 4 de quelônios, 3 de Crocodylia, 48 de anfíbios anuros e 3 de Gymnophiona.

Avifauna

A lista de espécies da avifauna da Amazônia maranhense compilada mais recentemente é de autoria de Oren e Roma (2011), que consideram que o Maranhão dispõe de uma das avifaunas mais ricas do mundo, com mais de 640 espécies. Desse total, 503 são espécies de aves que ocorrem na parte amazônica, várias delas com distribuição mais abrangente.

Das 470 espécies residentes da Amazônia maranhense (excluindo-se aquelas de hábitos migratórios – 33 espécies), 122 (26%) são altamente específicas de habitats primários e incomuns em abundância, sendo classificadas com o mais alto nível de vulnerabilidade local.

Apesar de ainda não existir uma lista oficial de espécies ameaçadas do Estado do Maranhão, algumas das espécies indicadas como apresentando o mais alto grau

de vulnerabilidade local já constam da lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção, que leva em consideração todo o território nacional. São elas: mutum-pinima (*Crax fasciolata pinima*), jacamim-verde (*Psophia viridis obscura*), trinta-réis-real (*Thalasseus maximus*), arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), ararajuba (*Guarouba guarouba*), tiriba-pérola (*Pyrrhura lepida lépida*), araçari-de-pescoço-vermelho (*Pteroglossus bitorquatus bitorquatus*), arapaçu-canela (*Dendrexetastes rufigula paraenses*), arapaçu-detaoca (*Dendrocincla merula badia*) e mãe-de-taoca-pintado (*Phlegopsis nigromaculata paraenses*).

O estudo de Oren e Roma (2011) apontou que trinta e um táxons são endêmicos da Amazônia maranhense e do leste do Estado do Pará. Desse número, 16 táxons apresentam também alta especificidade para o habitat florestal e pequenas populações locais, e estão entre as aves com maiores probabilidades de se tornarem extintas em toda a sua extensão geográfica caso as florestas primárias do leste do Pará e oeste do Maranhão sejam completamente alteradas.

Estes táxons, apontados como raros e altamente ameaçados globalmente, são o mutum-pinima (*Crax fasciolata pinima*), o jacamim-verde (*Psophia viridis obscura*), a tiriba-pérola (*Pyrrhura perlata lépida*), o topázio-vermelho (*Topaza pella microrhynchus*), o mateiro (*Nystalus striolatus torridus*), o araçari-de-nuca-vermelha (*Pteroglossus b. bitorquatus*), o pica-pau-de-coleira (*Celeus torquatus pieteroyensi*), o arapaçu-da-taoca (*Dendrocincla merula badia*), o arapaçu-rabudo (*Deconychura longicauda zimmeri*), o arapaçu-canela (*Dendrexetastes rufigula paraenses*), o caneleirinho-cantor (*Piprites chloris grisescens*), a maria-rabirruiva (*Terenotriccus erythrurus hellmayri*), o bico-chato-da-copa (*Tolmomyias assimilis paraenses*), o vite-vite-uirapuru (*Hylophilus ochraceiceps rubrifrons*), o japuaçu (*Psarocolius b. bifasciatus*) e o policial-do-sul (*Granatellus pelzelni paraenses*).

Outros táxons que também devem ser considerados bastante ameaçados, pelo fato de serem endêmicos e com alta especificidade a habitats primários, são a choca-lisa (*Thamnophilus aethiops incertus*), a mãe-de-taoca-pintada (*Phlegopsis nigromaculata paraenses*), o tiê-galo (*Tachyphonus cristatus pallidigula*) e o olho-de-fogo-selado (*Pyriglena l. leuconota*).

Outros táxons endêmicos encontram-se relativamente menos ameaçados de se tornarem extintos, em decorrência da sua maior capacidade de viverem em habitats secundários. Estes táxons são o pica-pau-anão-dourado (*Picumnus exilis alegriae*), o pica-pau-de-coroa (*Piculus chrysochloros paraenses*), o joão-castanho

(*Synallaxis rutilans omissa)*, o chupa-dente-de-capuz (*Conopophaga roberti)* e o balança-rabo-de-bico-longo (*Ramphocaenus melanurus austerus*), o asa-de-sabre-cinza (*Campylopterus largipennis obscurus)*, o ferreirinho-pintado (*Todirostrum chrysocrotaphum illigeri*), o beija-flor-de-cinta (*Threnetes leucurus medianus)*, a rendeira-branca (*Manacus manacus purissimus*), o aracuã-pequeno (*Ortalis superciliaris*) e o bico-chato-de-orelha-preta (*Tolmomyias sulphurescens mixtus*).

Já o Bioma Cerrado como um todo apresenta avifauna extremamente rica e diversa, com cerca de 837 espécies. Das 97 famílias que compõem a avifauna brasileira, 89 estão presentes no Cerrado. Cerca de 32 espécies são endêmicas, as quais são, em sua maioria, associadas a ambientes abertos, porém a maior parte das espécies que ocorrem no Cerrado são, de alguma forma, dependentes de ambientes florestais. Estudos mostram que 72% das aves que se reproduzem no Cerrado são dependentes ou semidependentes de matas secas ou de galeria (SIGRIST, 2009).

A porção sul e sudeste do Estado do Maranhão, onde predominam os Cerrados, tem sido considerada uma nova fronteira agrícola que se desenvolve justamente em uma das áreas menos conhecidas do ponto de vista ornitológico, tendo recebido pouco esforço na produção de conhecimento ornitológico (SANTOS et al. 2010).

Para o Bioma Caatinga como um todo, Silva et al. (2002) registraram um total de 510 espécies de aves distribuídas em 62 famílias. Destas, 469 (91,96%) se reproduzem na região. As espécies restantes estão assim divididas: migrantes do norte (23; 4,51%); migrantes do sul (9; 1,76%); espécies extintas na natureza (1; 0,20%); e espécies com status desconhecido (8; 1,57%). As famílias mais numerosas entre as espécies residentes são: Tyrannidae (75 espécies), Trochilidae (28), Accipitridae (24), Thraupidae (23), Furnariidae (22) e Thamnophilidae (22).

Mastofauna

Para a Amazônia Maranhense, até o momento já foram identificadas 124 espécies pertencentes a 34 famílias de 9 ordens de mamíferos. As ordens com maior representatividade foram as dos morcegos, roedores, carnívoros e marsupiais didelfimorfos ("mucuras"), com 47, 21, 17 e 15 espécies, respectivamente. Dessa forma, as 77 espécies não voadoras da Amazônia maranhense representariam 21,5% da diversidade de espécies de mamíferos

terrestres não voadores do Brasil e 24,8% daquelas da porção amazônica. Desse total, 12 (15,6%) são consideradas nacionalmente ameaçadas de extinção, enquanto 14 (18,4%) o são no nível estadual. O percentual de espécies endêmicas da Amazônia foi de apenas 21,3% sendo, portanto, a maioria das espécies de ocorrência mais abrangente (OLIVEIRA, 2011).

Os marsupiais didelfimorfos (mucuras e mucuris), um dos grupos mais diversos, com 15 espécies registradas, apresentaram uma série de particularidades na Amazônia maranhense. Algumas, como *Gracilinanus agilis*, *Monodelphis americana* e *Monodelphis domestica*, foram encontradas fora dos seus habitats ou locais de ocorrências conhecidos.

O grupo dos tatus, tamanduás e preguiças, com dez espécies presentes, pertencentes a quatro famílias, apresentou-se bastante completo dentro do esperado para a região. Dos tatus (Dasypodidae), *Dasypus novemcinctus* (tatu-verdadeiro) e *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba) foram as espécies mais comumente encontradas. Este último pode estar se beneficiando com o processo de degradação ambiental da Amazônia maranhense.

Entre os tamanduás (Myrmecophagidae), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) aparenta ser raro, enquanto *Tamandua tetradactyla* (mambira) é bastante comum. Entre as preguiças, *Choloepus didactylus* (preguiça-real) aparenta ser bem menos frequente que *Bradypus variegatus* (preguiça), a qual é bastante comum.

Os morcegos já identificados na porção amazônica do Maranhão totalizaram 47 espécies distribuídas em 29 gêneros pertencentes às famílias Emballonuridae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Noctilionidae, Natalidae, Vespertilionidae e Molossidae. A riqueza encontrada preliminarmente para esta região representaria 32% do total de espécies registradas para o Brasil. Apenas duas espécies registradas até o presente são endêmicas da Amazônia, *Glyphonycteris daviesi* e *Artibeus glaucus.*

Os primatas da Amazônia maranhense pertencem a cinco famílias taxonômicas e seis gêneros. A família Callitrichidae é representada por uma única espécie na região, *Saguinus niger* (soim). Sua ocorrência no Maranhão é bastante ampla, e se estende até a área dos rios Mearim-Itapecuru, expandindo, assim, bastante seu limite de distribuição no estado.

A família Aotidae também é representada por uma única espécie na região, *Aotus infulatus* (macaco-da-noite). Entretanto, a espécie já foi observada em todos

os habitats amazônicos e de cerrado, incluindo as matas de babaçu da Zona dos Cocais, no Maranhão (SILVA JÚNIOR; FERNANDES, 1999).

A família Cebidae é representada por dois gêneros, Saimiri, com uma espécie, e Cebus, com duas. *Cebus apella* (macaco-prego) é uma espécie comum tanto em matas pouco perturbadas quanto em matas secundárias e manguezais e ocorre por toda Amazônia maranhense. Já *Cebus kaapori* (cairara-Ka'apor), descoberta apenas na última década do século 20, ocorre do leste do Pará até o interflúvio Pindaré-Grajaú, no Maranhão. Existem poucos dados sobre a biologia geral desta espécie rara, criticamente ameaçada e de difícil observação.

A família Pitheciidae é representada por uma única espécie na região, *Chiropotes satanas* (cuxiú-preto). Esta espécie, que ocorre em toda a Amazônia do Maranhão, atualmente está classificada na categoria "em perigo no brasil". A espécie era conhecida apenas em matas primárias de terra firme, entretanto, mais recentemente, tem sido observada também em matas secundárias e em outros tipos de ambientes fragmentados (PORT-CAVALHO; FERRARI, 2004), além de florestas de mangue.

A família Atelidae é representada por duas espécies, *Alouatta belzebul* e *A. ululata*. Embora *A. belzebul* seja alvo de caça, a espécie ainda é relativamente abundante, mesmo em áreas antropizadas, e ocorre em todos os tipos de habitat da região. A outra espécie, *A. ululata*, era conhecida apenas das florestas de mangue da costa leste do Maranhão. Contrariamente ao pensamento tradicional, a Amazônia maranhense apresenta-se atualmente como a parcela territorial mais rica em espécies de primatas do Centro de Endemias de Belém, e conta com um táxon (*Alouatta ululata*) a mais que o leste do Pará.

A comunidade dos carnívoros da Amazônia (onças, raposas, quatis e lontras) maranhense é bastante diversa, e conta com 17 espécies, mesmo número registrado para o Cerrado do estado (OLIVEIRA et al., 2006).

A maior parcela das espécies de mamíferos terrestres não voadores já registrados para a Amazônia do Maranhão tem padrão de distribuição geográfica ampla, são relativamente comuns e têm baixa especificidade de habitat. Dessa forma, apresentariam baixo grau de vulnerabilidade à extinção.

Entretanto, 14 espécies, a despeito de suas amplas áreas de ocorrência pelo Brasil, foram consideradas ameaçadas de extinção no estado (OLIVEIRA, 1997), apesar de apenas 12 destas constarem da listagem nacional (BRASIL, 2003;

MACHADO et al., 2005). Dessas 14 espécies, 8 (57,1%) são da ordem Carnivora, das quais 6 (42,9% do total ameaçado) são felinos. Entre os carnívoros, a situação mais crítica é a de *Pteronura brasiliensis* (ariranha), a qual chegou até mesmo a ser considerada como possivelmente extinta no estado.

As demais espécies ameaçadas desta ordem são todas da família Felidae. Dessas, a situação mais precária é a de *Panthera onca* (onça-pintada), em razão dos problemas decorrentes da perda e fragmentação do habitat, da caça indiscriminada das suas espécies-presa, e da ameaça que potencialmente representa à criação de animais domésticos. A região do Gurupi foi considerada como uma das áreas mais importantes para conservação da onça-pintada no Brasil (OLIVEIRA, 2002).

Puma concolor (onça-vermelha), apesar de apresentar maior flexibilidade adaptativa que *P. onca*, também se encontra em situação precária, pois ainda continua sendo abatida por representar ameaça à criação de gado. Dos demais felinos de menor porte, *Leopardus pardalis* (gato-maracajá-verdadeiro) aparenta maior resiliência.

Na Amazônia, *Leopardus tigrinus* (maracajá-í) foi considerada a espécie mais rara, com abundância relativa inferior às das onças, de porte consideravelmente maior (OLIVEIRA, 2004). Nenhuma das espécies chega a ser comumente encontrada e todas, assim como as onças, também chegam a ser perseguidas por representarem ameaça às criações de galináceos (OLIVEIRA, 2007).

Para o Bioma Cerrado, Marinho-Filho et al. afirmam que cerca de 195 espécies de mamíferos ocorrem no Bioma Cerrado, sendo 18 endêmicas e 16 incluídas na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção.

Cruz et al. (2005) afirmam que os estudos de mastozoologia na Caatinga são escassos, havendo apenas alguns levantamentos específicos para a área de Caatinga restrita ao Nordeste (MARES et al., 1981, 1985; PAIVA, 1973; WILLIG; MARES, 1989). Dois inventários sobre a diversidade de mamíferos da Caatinga recentemente publicados (OLIVEIRA et al., 2003, 2004) desmistificam a pobreza relativa e o baixo grau de endemismo, características sustentadas por todos os levantamentos que os antecederam. A única constatação que não foi derrubada à luz das novas informações foi sobre o baixo nível de investimento no conhecimento não apenas da mastofauna, mas da grande maioria dos grupos zoológicos desse bioma.

Oliveira et al. (2003) listaram pelo menos 148 espécies de mamíferos do Bioma Caatinga, com 10 casos de endemismos, demonstrando que mais estudos e registros de coleta são necessários nessa região.

3.1.2.4. **Ecossistemas aquáticos**

Ecossistemas costeiros e marinhos

A zona costeira maranhense abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental. Ao longo do litoral alternam-se mangues, restingas, campos inundáveis, dunas, estuários, recifes de corais e outros ambientes importantes do ponto de vista ecológico. Diferentemente de outros estados brasileiros, a zona costeira maranhense revela expressiva ocorrência de manguezais relativamente preservados, concentrados no litoral ocidental (Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão).

Com relação à biodiversidade fitoplanctônica dos sistemas marinhos, estuarinos e limnéticos para a costa do Estado do Maranhão, pode-se constatar que os conhecimentos disponíveis indicaram riqueza em número de táxons, especialmente de diatomáceas e algas verdes. Como as algas, nesses ambientes, estão na base da cadeia trófica e servem de alimentos para animais aquáticos, como zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes, constituem organismos de fundamental importância para qualquer iniciativa em aquicultura.

Ecossistemas aquáticos continentais

A Bacia do Rio Turiaçu tem como grande associação vegetal, dominante no seu médio curso, a floresta de igapó (mata ripária ou ciliar), composta de elementos de várias famílias, principalmente Leguminosae e Arecaceae (palmeiras), além de vastos campos inundáveis (campos de várzea ou campos baixos) dominados por ciperáceas (*Cyperus* spp.) e gramíneas, especialmente a espécie *Paratheria prostrata* (SEMATUR, 1991). Os vários lagos que são formados ao longo do curso médio do Rio Turiaçu no período chuvoso, dão origem a uma flora macrofítica grande produtora de biomassa. Essas plantas desempenham papel ecológico marcante no fornecimento de alimento e abrigo para a desova de peixes na "piracema". Foram reconhecidas, até o momento, 21 espécies de plantas

frequentes em vários desses lagos. A espécie mais comum é *Eichhornia crassipes* (Família Pontederiaceae), além de *Montrichardia arborescens* (Família Araceae) e *Salvinia auriculata*.

O Lago de Viana, ligado ao baixo curso do Rio Pindaré, é o ecossistema estudado que apresenta a maior diversidade em macrófitas aquáticas, com 26 espécies. As famílias mais numerosas foram Poaceae e Pontederiaceae, com 4 espécies cada uma. As espécies mais produtivas no lago foram *E. crassipes* e *Paspalum repens*, com 8,6 ton./ha e 4,4 ton./ha, respectivamente, apesar de *P. repens* ocupar uma área maior do que a primeira.

Os campos e lagos extensos da Baixada Maranhense já foram citados em algumas publicações, que dão destaque às macrófitas aquáticas, ou simplesmente as citam como vegetação predominante (SEMATUR, 1991). Um grande exemplo de exuberância em vegetação aquática são os campos inundáveis entre o Rio Aurá e o igarapé Bacurituba, que apresentam inclusive um gradiente horizontal de salinidade crescente na direção do Rio Aurá.

Em coleta recente de 1 dia por cerca de 10 km de campo, foram encontradas 20 espécies de macrófitas, sendo a família Pontederiaceae a mais numerosa, com 5 espécies. A espécie mais frequente foi *Eichhornia azurea*, da mesma família, e as que apresentaram maior densidade foram *Eleocharis acutangula* e *Scirpus californicus* (Família Cyperaceae) (COSTA-NETO et al. 2002).

Nos campos inundáveis de São Bento, foram observados (BARBIERI et al. 1989) 15 gêneros e 19 espécies de macrófitas aquáticas, e 2 herbáceas resistentes à inundação (*Ipomoea fistulosa* e *Marsilea crotophora*), pertencentes a 14 famílias. Três espécies de Poaceae são comuns na região. Algumas espécies são especialmente abundantes na área de estudo: Pontederiaceae (*Eichhornia crassipes*, *Pontederia parviflora*), Cyperaceae (*Cyperus giganteus*, *Eleocharis mutata*) e Salviniaceae (*Salvinia auriculata*).

No Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, foram reconhecidas 15 espécies de plantas em 2 estudos diferentes (RIETZLER et al., 1998), das quais 3 espécies são comuns nos estudos: *Cyperus* sp., *Eleocharis capillaceae* e *E. interstincta*. Na Ilha do Caju, foram identificadas 11 espécies de herbáceas e macrófitas aquáticas, entre as quais 4 são comuns àquelas observadas no Parque Nacional.

Na Ilha de Maranhão, ou Upaon-Açú, já foram identificadas 12 plantas (MARANHÃO; GEAGRO, 2003) que ocorrem desde áreas úmidas até lagunas de água salgada (polihalinas). A família Cyperaceae é a mais comum, representada principalmente pelo gênero *Cyperus*. A espécie mais frequente em riachos e/ou nascentes no interior da ilha é *Montrichardia arborescens* (Família Araceae), junto a juçaras e buritis. A espécie mais comum nos corpos d'água poluídos é *Eichhornia crassipes* (Família Pontederiaceae – mururu).

Na porção norte da ilha, correspondente aos ambientes de praias arenosas, o estudo de Gomes (2000) revelou que a comunidade fitoplanctônica da região é composta por 112 táxons específicos e infraespecíficos, distribuídos em 5 divisões, 30 ordens, 44 famílias e 64 gêneros. A divisão Bacillariophyta teve 94 representantes, 84% do total de táxons; Cianophyta teve 7 (6,25%); Pyrrophyta, 6 (5,35%); Chlorophyta, 4 (2,6%); e Chromophyta, 2 (1,8%).

No estuário do Rio Anil, foram identificados (MARANHÃO; GEAGRO, 2003) 311 táxons, distribuídos nos dois períodos sazonais. Das 229 espécies encontradas no período chuvoso, 217 constituem a divisão Bacillariophyta (94,8%); 4, Euglenophyta (1,7%); 5, Pyrrophyta (2,2%); 2, Chlorophyta (0,9%); e 1, Chromophyta (0,4%). Das 218 registradas no período de estiagem, 185 constituem a divisão Bacillariophyta (correspondendo a 84,9%); 18, Euglenophyta (8,3%); 8, Pyrrophyta (3,7%); 6, Chlorophyta (2,8%); e 1, Chromophyta (0,5%).

No sudoeste da ilha, Veras (2001) trabalhou com as diatomáceas de sedimento do manguezal de Parna-Açu. Em um relatório, Cutrim e Azevedo (2003) estudaram a comunidade fitoplanctônica próximo ao porto da Alumar e na Baía do Arraial.

Esses trabalhos identificaram 198 espécies, 20 variedades, 6 divisões, 32 ordens, 49 famílias e 74 gêneros, representados principalmente por Bacillariophyta, cujos gêneros mais representativos foram: Nitzschia com 13 espécies; e Chaetoceros, Odontella, Coscinodiscus e Thalassiosira com 9 espécies cada uma.

O fitoplâncton da praia de Panaquatira foi estudado por Martins (2001), que identificou 128 espécies, das quais 88% corresponderam à divisão Bacillariophyta; 5%, Cyanophyta; 3%, Pyrrophyta; 2%, Chrysophyta; 1%, Chlorophyta; e 1%, Chromophyta.

3.1.2.5. Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade

Em decorrência da grande representatividade e importância da biodiversidade brasileira, é necessário avaliar e identificar áreas e ações prioritárias para a conservação dos biomas brasileiros e para o desenvolvimento sustentável. Entre 1997 e 2000, o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio) fez uma ampla consulta para definir áreas prioritárias para conservação na Amazônia, Caatinga, no Cerrado e Pantanal, na Mata Atlântica e nos Campos Sulinos, e na Zona Costeira e Marinha.

De maneira geral, a definição das áreas mais relevantes foi baseada nas informações disponíveis sobre biodiversidade e pressão antrópica e na experiência dos pesquisadores participantes dos seminários de cada bioma. O grau de prioridade de cada uma foi definido por sua riqueza biológica, importância para as comunidades tradicionais e povos indígenas e sua vulnerabilidade.

Como resultado final, foram escolhidas 900 áreas que foram reconhecidas pelo Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004, e instituídas pela Portaria nº 126 de 27 de maio de 2004, do Ministério do Meio Ambiente.

Posteriormente, essas áreas passaram por um processo de revisão, já que novas informações biológicas advindas de levantamentos e expedições se tornaram disponíveis. A metodologia proposta para revisão das áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira adota como base o mapa de biomas do IBGE e incorpora os princípios de planejamento sistemático para conservação e seus critérios básicos (representatividade, persistência e vulnerabilidade dos ambientes), e prioriza o processo participativo de negociação e formação de consenso. Essas novas áreas prioritárias foram reconhecidas mediante a Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007, do Ministério de Meio Ambiente.

Entre as ações prioritárias que são indicadas para cada área identificada, estão a criação e/ou ampliação de unidades de conservação, a criação de mosaicos de áreas protegidas e corredores ecológicos, a recuperação ambiental, a execução de inventários de diversidade de espécies, o manejo de bacias hidrográficas, a educação ambiental e a recuperação de áreas degradadas.

No Estado do Maranhão, foram identificadas 49 áreas prioritárias que abrangem uma área total de cerca de 16.758.383 ha e estão descritas na Tabela 7. A Figura 36 mostra as áreas prioritárias de acordo com sua importância. A Figura 37 mostra as áreas de acordo com sua prioridade de execução, e a Figura 38 mostra as ações a serem executadas em cada uma destas áreas.

Tabela 7. Áreas prioritárias para conservação no Estado do Maranhão.

Nome	Código	Bioma	Sub-bioma	Ação prioritária	Área (ha)	Importância	Prioridade
Corredor APAs Maranhão	AmZc182	Am	Zc	Recuperação	125.804,00	Alta	Alta
Corredor Turiaçu	AmZc202	Am	Zc	Cria UC – Indef.	469.168,00	Alta	Alta
MA-05	AmZc197	Am	Zc	Ordenamento	17.132,00	Alta	Alta
Guarapiranga	AmZc196	Am	Zc	Cria UC – Indef.	3.779,00	Alta	Muito alta
Baixada	AmZc186	Am	Zc	Mosaico/Corredor	312.625,00	Alta	Muito alta
Manguezais e várzeas do Rio Anil	AmZc200	Am	Zc	Cria UC – Indef.	1.953,00	Alta	Extr. alta
Buriticupu	Am152	Am		Recuperação	314.847,00	Alta	Extr. alta
Maracaçumé	Am217	Am		Cria UC – US	684.619,00	Muito alta	Muito alta
Lago da Pedra	Am151	Am		Recuperação	427.300,00	Muito alta	Muito alta
Sul APA Baixada Maranhense – Divisa MA/PA	AmZc229	Am	Zc	Recuperação	108.224,00	Muito alta	Muito alta
APA do Gurupi	Am658	Am		Cria UC – US	39.743,00	Muito alta	Extr. alta
Ulianópolis	Am165	Am		Mosaico/Corredor	504.365,00	Muito alta	Extr. alta
Curupu/Panaquatira	AmZc205	Am	Zc	Cria UC – Indef.	12.268,00	Muito alta	Extr. alta
Lago Quebra Pote	AmZc209	Am	Zc	Cria UC – US	119.197,00	Muito alta	Extr. alta
Ilha dos Caranguejos	AmZc190	Am	Zc	Inventário	48.445,00	Muito alta	Extr. alta
Meso Região Imperatriz	Am143	Am		Manejo de bacia	2.084.798,00	Muito alta	Extr. alta
Itinga	Am153	Am		Cria UC – Indef.	548.356,00	Muito alta	Extr. alta

Conexão Pindaré	Am166	Am		Manejo de bacia	573.029,00	Muito alta	Extr. alta
RESEX Baia do Tubarão	AmZc206	Am	Zc	Cria UC – US	111.883,00	Extr. alta	Extr. alta
Sistema Foz do Gurupi e Baía de Turiaçu	AmZc236	Am	Zc	Cria UC – US	266.980,00	Extr. alta	Extr. alta
Ponta do Bico do Papagaio	Am140	Am		Cria UC – PI	49.108,00	Extr. alta	Extr. alta
Centro Novo	Am161	Am		Cria UC – Indef.	140.549,00	Extr. alta	Extr. alta
Leste da Baía de São José	AmZc184	Am	Zc	Manejo de bacia	853.633,00	Extr. alta	Extr. alta
Cocais 2	Ca184	Ca		Cria UC – US	96.321,00	Alta	Alta
Médio Parnaíba	Ca131	Ca		Cria UC – Indef.	753.299,00	Alta	Extr. alta
Sul da APA Foz do Rio Preguiças	CaZc210	Ca	Zc	Recuperação	6.615,00	Muito alta	Muito alta
Lagoas do Baixo Parnaíba	Ca190	Ca		Cria UC – Indef.	467.019,00	Muito alta	Muito alta
Baixo Parnaíba (Delta)	CaZc208	Ca	Zc	Cria UC – PI	171.406,00	Extr. alta	Extr. alta
Montes Altos – Querubina	Ce239	Ce		Cria UC – US	125.398,00	Alta	Muito alta
Corredor Cocais	Ce242	Ce		Cria UC – US	436.272,00	Muito alta	Alta
MA-06	CeZc251	Ce	Zc	Educ. Ambiental	7.209,00	Muito alta	Muito alta
Croeira	Ce230	Ce		Cria UC – US	820.979,00	Muito alta	Muito alta
Serra Negra (MA)	Ce233	Ce		Cria UC – US	233.893,00	Muito alta	Muito alta
Sambaíba-Fragoso	Ce223	Ce		Cria UC – US	452.312,00	Muito alta	Muito alta
Sul da APA Foz do Rio Preguiças	CeZc247	Ce	Zc	Inventário	4.110,00	Extr. alta	Alta
Ilha do Caju	CeZc249	Ce	Zc	Inventário	8.091,00	Extr. alta	Alta
Ampliação RESEX do Delta	CeZc248	Ce	Zc	Recuperação	28.289,00	Extr. alta	Muito alta

Timbiras	Ce243	Ce		Cria UC – Indef.	654.281,00	Extr. alta	Muito alta
Baixo Parnaíba	Ce241	Ce		Cria UC – US	168.928,00	Extr. alta	Muito alta
Serra das Alpercatas	Ce237	Ce		Mosaico/Corredor	419.879,00	Extr. alta	Muito alta
Pastos Bons	Ce234	Ce		Cria UC – PI	636.593,00	Extr. alta	Muito alta
Luzilândia	Ce244	Ce		Cria UC – US	93.518,00	Extr. alta	Muito alta
Norte da APA Foz do Rio Preguiças	CeZc250	Ce	Zc	Cria UC – US	17.426,00	Extr. alta	Extr. alta
Chapadinha	Ce245	Ce		Cria UC – US	1.185.021,00	Extr. alta	Extr. alta
Rio das Flores	Ce240	Ce		Cria UC – Indef.	155.389,00	Extr. alta	Extr. alta
Carolina	Ce229	Ce		Mosaico/Corredor	867.200,00	Extr. alta	Extr. alta
Rio Balsas	Ce225	Ce		Cria UC – PI	356.820,00	Extr. alta	Extr. alta
Alto Parnaíba	Ce218	Ce		Cria UC – US	735.189,00	Extr. alta	Extr. alta
Baías das Canárias	CeZc246	Ce	Zc	Recuperação	39.121,00	Extr. alta	Extr. alta

Fonte: Brasil (2007).

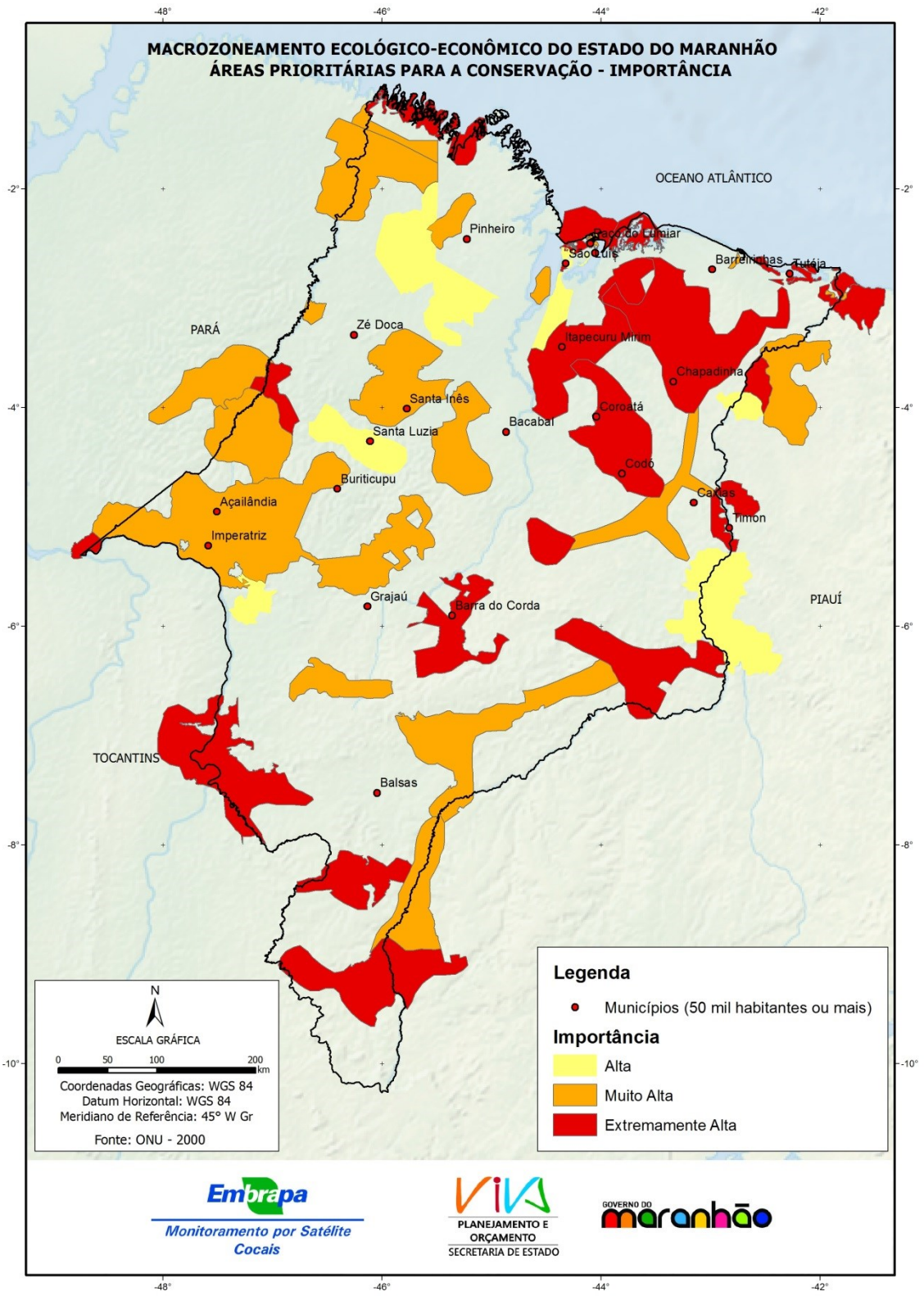


Figura 36. Áreas prioritárias para a conservação, de acordo com sua importância.

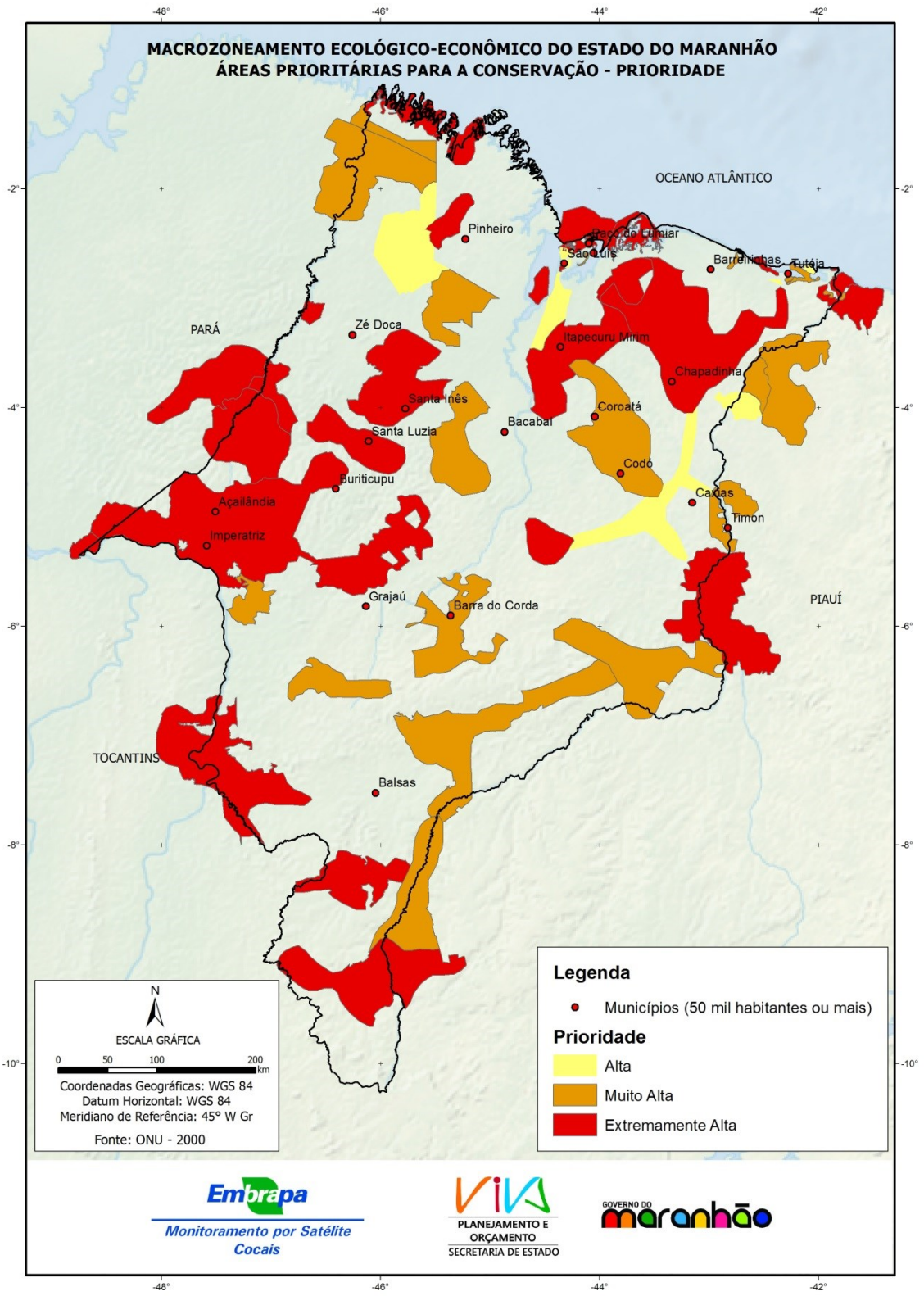


Figura 37. Áreas prioritárias para a conservação, de acordo com sua prioridade de execução.

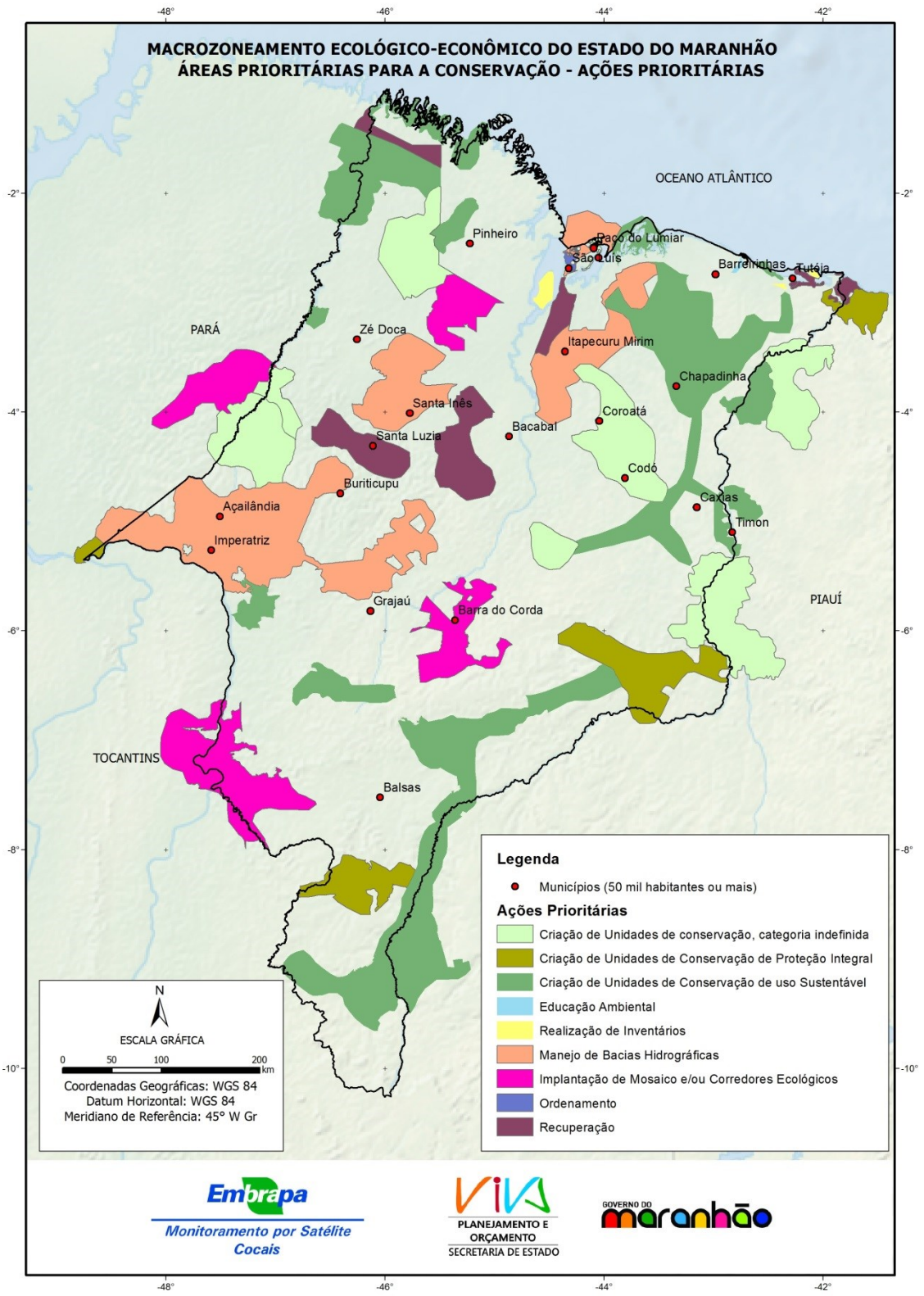


Figura 38. Áreas prioritárias para conservação, de acordo com as ações prioritárias a serem executadas.

3.1.2.6. **Espaços territoriais protegidos**

Unidades de conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) foi instituído em 18 de julho de 2000, através da Lei nº 9.985. Essa lei estabeleceu critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, definindo unidade de conservação como "espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção".

As unidades de conservação são criadas por ato do poder público (federal, estadual ou municipal). A sua criação deve ser precedida de estudos técnicos e de consulta pública que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados para a unidade. Para a criação de estação ecológica ou de reserva biológica não é obrigatória a consulta pública.

As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas:

I - Unidades de proteção integral, cujo objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais;

II - Unidades de uso sustentável, com o objetivo básico de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

Por sua vez, esses dois grupos subdividem-se em diversas categorias de unidades de conservação, cada uma com objetivos diferentes, bem como diferentes restrições e usos permitidos. As Tabelas 8 e 9 sintetizam algumas características das categorias de unidades de conservação, de acordo com a Lei nº 9.985/2000.

Tabela 8. Unidades de conservação do grupo de proteção integral.

Categoria	**Objetivo**	**Usos permitidos**	**Usos proibidos/restritos**	**Posse e domínio das terras**
Estação ecológica	preservação da natureza e realização de pesquisas científicas	pesquisa científica[4]	visitação pública, exceto quando com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o plano de manejo; alterações nos ecossistemas	Público[5]
Reserva biológica	preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais	pesquisa científica[1]	visitação pública, exceto quando com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o plano de manejo; interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados	Público[2]
Parque nacional	preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica	pesquisas científicas[1], educação e interpretação ambiental, recreação em contato com a natureza e turismo ecológico	atividades incompatíveis com os objetivos da área e plano de manejo	Público[2]

[4] Depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.
[5] As áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

Monumento natural	preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica	pesquisa científica[1]; visitação pública[6]	atividades incompatíveis com os objetivos da área e o plano de manejo	Privado[7]
Refúgio de vida silvestre	proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória	pesquisa científica[1]; visitação pública[3]	atividades incompatíveis com os objetivos da área e o plano de manejo	Privado[4]

Fonte: adaptado da Lei nº 9.985/2000.

[6] Sujeita às normas e restrições estabelecidas no plano de manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e àquelas previstas em regulamento.
[7] Desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários. Havendo incompatibilidade entre os objetivos da área e as atividades privadas ou não havendo aquiescência do proprietário às condições propostas pelo órgão responsável pela administração da unidade, a área deve ser desapropriada, de acordo com o que dispõe a lei.

Tabela 9. Unidades de conservação do grupo de uso sustentável.

Categoria	Objetivo	Usos permitidos	Usos proibidos/restritos	Posse e domínio das terras
Área de proteção ambiental	proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais	respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada na unidade		Público e/ou privado
Área de relevante interesse ecológico	manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza	respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada na unidade		Público e/ou privado
Floresta nacional / municipal / estadual	uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas	pesquisa científica[1]; visitação pública[3]; permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação, em conformidade com o disposto em regulamento e no plano de manejo	caça amadorística ou profissional	Público[2]
Reserva extrativista	proteger os meios de vida e a cultura de populações extrativistas tradicionais e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade	pesquisa científica[1]; visitação pública[3]; extrativismo; agricultura de subsistência; criação de animais de pequeno porte	exploração de recursos minerais e a caça amadorística ou profissional	Público[5]

Reserva de fauna	área natural com populações animais de espécies nativas, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos	pesquisa científica[1]; visitação pública[3]	caça amadorística ou profissional	Público[2]
Reserva de desenvolvimento sustentável	preservar a natureza e assegurar as condições e meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de das populações tradicionais; valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por estas populações	pesquisa científica[1]; visitação pública[3]; exploração de componentes dos ecossistemas naturais em regime de manejo sustentável e a substituição da cobertura vegetal por espécies cultiváveis, desde que sujeitas ao zoneamento, às limitações legais e ao plano de manejo da área	caça amadorística ou profissional	Público[2]
Reserva particular do patrimônio natural	área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica	pesquisa científica e visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais	caça amadorística ou profissional	Privado[6]

Fonte: adaptado da Lei nº 9.985/2000.

Inserido na política ambiental brasileira, o SNUC (BRASIL, 2008) tem como compromisso, entre outros, contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais e para a manutenção da diversidade biológica no território nacional.

Dessa forma, é necessário o conhecimento dessas áreas de conservação em relação à extensão e as características da vegetação preservada. No Maranhão, as unidades de conservação totalizam cerca de 20% do estado (Figura 39 e Tabela 10) e englobam as categorias reserva biológica, parque nacional e estadual, como unidades de proteção integral, e área de proteção ambiental, reserva extrativista e reserva particular do patrimônio natural, como unidades de uso sustentável, detalhadas a seguir.

Tabela 10. Unidade de conservação.

Referência no mapa	**Nome da unidade de conservação**
1	PARQUE ESTADUAL MARINHO DO PARCEL DE MANUEL LUIS
2	PARQUE ESTADUAL DO MIRADOR
3	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CABECEIRA DO RIO DAS BALSAS
4	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA LAGOA DE JANSEN
5	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BAIXADA MARANHENSE
6	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA FOZ DO RIO DAS PREGUIÇAS – PEQUENOS LENÇÓIS – REGIÃO LAGUNAR ADJACENTE
7	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA REGIÃO DO MARACANÃ
8	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS REENTRÂNCIAS MARANHENSES
9	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE UPAON–AÇU / MIRITIBA / ALTO PREGUIÇAS
10	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DELTA DO PARNAIBA
11	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ITAPIRACÓ
12	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS MORROS GARAPENSES
13	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SERRA DA TABATINGA
14	ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO SÍTIO RANGEDOR
15	PARQUE ESTADUAL DO BACANGA
16	PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DAS MESAS
17	PARQUE NACIONAL DAS NASCENTES DO RIO PARNAIBA
18	PARQUE NACIONAL DOS LENÇOIS MARANHENSES
19	RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI
20	RESERVA EXTRATIVISTA CHAPADA LIMPA
21	RESERVA EXTRATIVISTA DE CURURUPU
22	RESERVA EXTRATIVISTA DO CIRIÁCO
23	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO DELTA DO PARNAIBA
24	RESERVA EXTRATIVISTA MATA GRANDE
25	RESERVA EXTRATIVISTA QUILOMBO DO FRECHAL

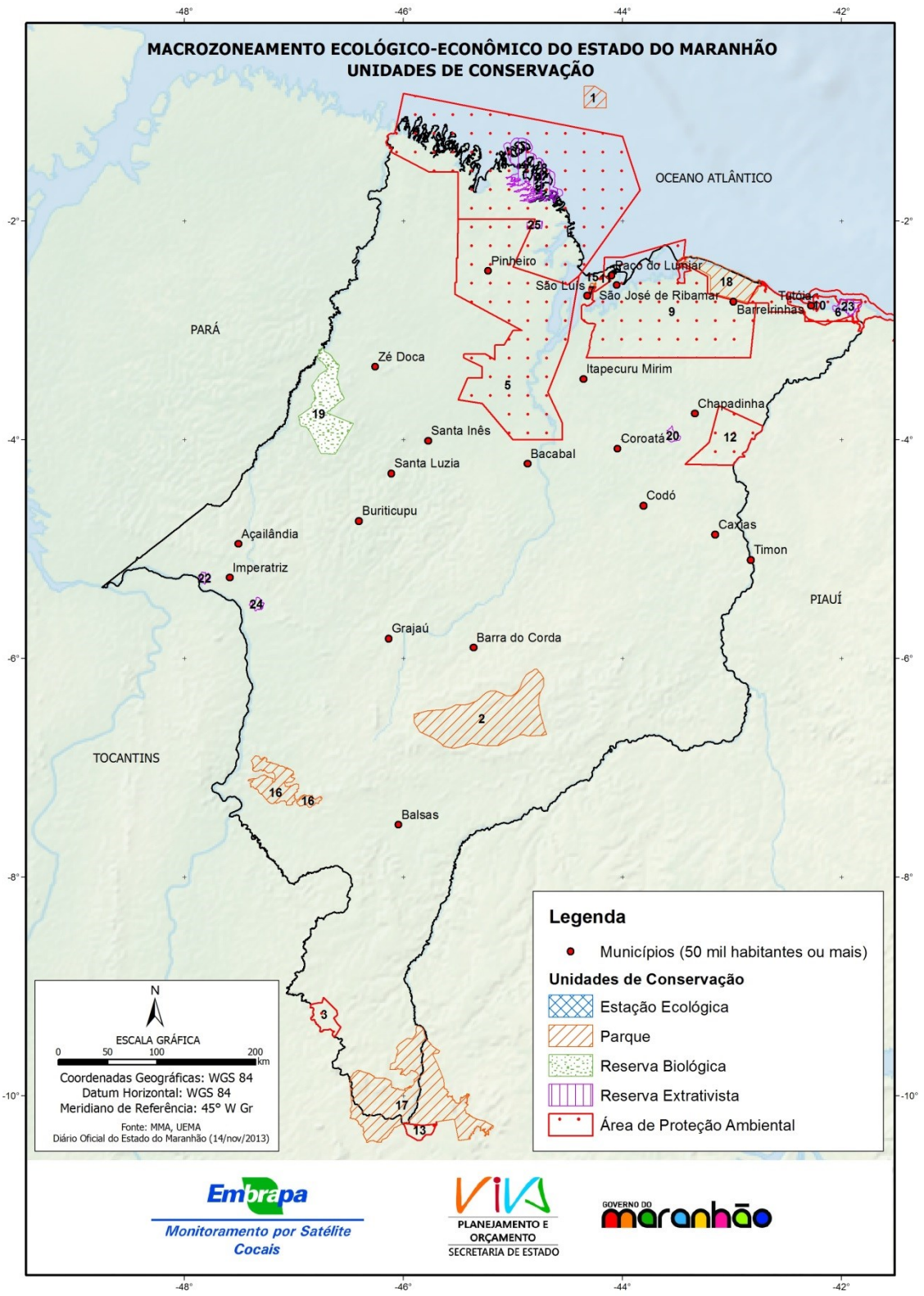


Figura 39. Unidades de conservação do Estado do Maranhão.

Obs1: As RPPNs não aparecem no mapa em decorrência do tamanho dessas áreas.

Obs2: Os nomes das unidades de conservação estão na Tabela 12.

Reserva biológica (Rebio)

Essa categoria refere-se à área destinada à preservação da diversidade biológica, na qual são realizadas medidas de recuperação dos ecossistemas alterados para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica, e que pode ser visitada apenas com objetivo educacional.

Até o momento, no Estado do Maranhão, foi criada somente uma unidade de conservação desta categoria, a Reserva Biológica do Gurupi, por meio do Decreto nº 95.614, de 12 de janeiro de 1988. Ela abrange parte dos municípios de Centro Novo do Maranhão e Bom Jardim, ocupa uma área de 270.725 ha (0,82% do estado), e é uma unidade federal, administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

O Plano de Manejo da Rebio do Gurupi foi elaborado em 1999 e aprovado pela Portaria IBAMA nº 167/02, de 24 de dezembro de 2002. No entanto, esse plano nunca foi aplicado eficientemente em decorrência de toda a problemática enfrentada pela unidade até os dias de hoje (Moura et al., 2011).

Para Oliveira (2011), a Rebio Gurupi e as Terras Indígenas (TI) adjacentes, Alto Turiaçu, Awa e Caru, além da TI Araribóia, são os últimos remanescentes de grandes blocos de matas contínuas ainda encontradas no Maranhão, já que as quatro primeiras encontram-se conectadas, formando uma unidade biológica com 11.628,42 km^2. Se adicionarmos às mesmas as áreas de vegetação contínuas adjacentes, não protegidas, esse total aumentaria (em dados para o ano 2000) para 15.032 km^2.

A manutenção da conexão entre essas áreas é de crucial importância para a manutenção de uma variedade de espécies raras/ameaçadas de extinção/endêmicas, apresentando, assim, importância máxima para conservação no cenário nacional. A Tabela 11 apresenta a lista de espécies ameaçadas já registradas na Reserva Biológica do Gurupi.

Tabela 11. Lista de espécies ameaçadas registradas na Rebio Gurupi.

Nome científico	Nome comum
Cebus kaapori	Caiarara ka'apor; caiarara; cairara
Chiropotes satanas	Cuxiú; cuxiú-preto
Crax fasciolata pinima	Mutum-pinima; mutum-de-penacho
Dendrocincla merula badia	Arapaçu-da-taoca
Dendrocolaptes certhia medius	Arapaçu-barrado
Guarouba guarouba (Guaruba guarouba)	Ararajuba; guaruba
Leopardus pardalis mitis	Jaguatirica; gato-maracajá; maracajá-verdadeiro; maracajá-açu
Leopardus tigrinus	Gato-do-mato; gato-macambira; pintadinho; mumuninha; maracajá-i; gato-maracajá
Leopardus wiedii	Gato-maracajá; gato-peludo; maracajá-peludo
Panthera onca	Onça-pintada; onça-preta; onça-canguçu
Phlegopsis nigromaculata paraensis	Mãe-de-taoca-pintada
Psophia viridis obscura	Jacamim-de-costas-verdes
Pteroglossus bitorquatus bitorquatus	Araçari-de-pescoço-vermelho
Pyrrhura lepida coerulescens	Tiriba-pérola
Pyrrhura lepida lepida	Tiriba-pérola
Speothos venaticus	Cachorro-do-mato-vinagre; cachorro-vinagre; cachorro-do-mato

Fonte: Nascimento e Campos (2011).

Parque

A categoria de parque nacional (PN), e estadual (PE), é destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica. O parque é a categoria que possibilita maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas.

No Maranhão, já foram criados seis parques: Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Parque Nacional da Chapada das Mesas, Parque Estadual do Bacanga, Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luís e Parque Estadual do Mirador. A categoria totaliza 1.214.009 ha (3,7% do Maranhão), sendo 646.590 ha de parques nacionais e 567.420 ha de parques estaduais. A Tabela 12 apresenta a lista de espécies ameaçadas já registradas nos parques nacionais do Maranhão.

Tabela 12. Lista de espécies ameaçadas registradas nos parques nacionais do Maranhão.

Unidades de conservação	Nome científico	Nome comum
Parque Nacional da Chapada das Mesas	*Anodorhynchus hyacinthinus*	Arara-azul; arara-azul-grande; arara-preta; araraúna
	Chrysocyon brachyurus	Lobo-guará; lobo-de-crina
	Crax fasciolata pinima	Mutum-pinima; mutum-de-penacho
	Harpyhaliaetus coronatus	Águia-cinzenta
	Leopardus pardalis mitis	Jaguatirica; gato-maracajá; maracajá-verdadeiro; maracajá-açu
	Leopardus tigrinus	Gato-do-mato; gato-macambira; pintadinho; mumuninha; maracajá-i; gato-maracajá
	Myrmecophaga tridactyla	Tamanduá-bandeira; tamanduá-cavalo; tamanduá-açu; jurumim
	Puma concolor greeni	Onça-parda; suçuarana; puma; onça-vermelha; mossoroca; bodera
	Speothos venaticus	Cachorro-do-mato-vinagre; cachorro-vinagre; cachorro-do-mato
	Sporophila maximiliani (Oryzoborus maximiliani)	Bicudo; bicudo-verdadeiro
Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba	*Panthera onca*	Onça-pintada; onça-preta; onça-canguçu
	Penelope jacucaca	Jacucaca; jacu-da-testa-branca; jacu-goela
	Priodontes maximus	Tatu-canastra; tatu-carreta; tatu-açu
	Puma concolor greeni	Onça-parda; suçuarana; puma; onça-vermelha; mossoroca; bodera
	Speothos venaticus	Cachorro-do-mato-vinagre; cachorro-vinagre; cachorro-do-mato
Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	*Chelonia mydas*	Tartaruga-verde, aruanã, uruanã
	Corvoheteromeyenia heterosclera	Sem registro
	Leopardus tigrinus	Gato-do-mato; gato-macambira; pintadinho; mumuninha; maracajá-i; gato-maracajá

Fonte: Nascimento e Campos (2011).

Área de proteção ambiental (APA)

A área de proteção ambiental (APA) é dotada de atributos naturais, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Geralmente é uma área extensa, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, ordenar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, e é constituída por terras públicas e privadas.

O Maranhão tem 11e áreas de proteção ambiental criadas, totalizando cerca de 4.834.183 ha (14,6% do estado). São elas: APA Delta do Parnaíba, APA das Reentrâncias Maranhenses, APA da Baixada Maranhense, APA de Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiças, APA da Foz do Rio das Preguiças/ Pequenos Lençóis, APA do Itapiracó, APA dos Morros Garapenses, APA da Região do Maracanã, APA da Serra da Tabatinga, APA da Nascente do Rio das Balsas e APA Lagoa da Jansen. A Tabela 13 apresenta as espécies ameaçadas já registradas na APA do Delta do Parnaíba.

Tabela 13. Lista de espécies ameaçadas registradas na APA do Delta do Parnaíba.

Nome científico	Nome comum
Alouatta belzebul ululata	Guariba (CE, PI, MA); Capelão (CE, PI)
Chelonia mydas	Tartaruga-verde, aruanã, uruanã
Pristis pectinata	Espadarte (PA, AP e parte do MA) ou peixe-serra (demais estados onde ocorre)
Pristis perotteti	Espadarte (PA, AP e parte do MA) ou peixe-serra (demais estados onde ocorre)
Trichechus manatus	Peixe-boi marinho

Fonte: Nascimento e Campos (2011).

Reserva extrativista (Resex)

A reserva extrativista é a área natural utilizada por populações extrativistas tradicionais, onde elas exercem suas atividades baseadas no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais existentes, e é permitida visitação pública e pesquisa científica.

No Maranhão, as áreas de Resex totalizam 153.387 ha (0,46% do estado). São elas: Resex Marinha do Delta do Parnaíba, Resex Mata Grande, Resex

Cururupu, Resex do Ciriáco, Resex Quilombo do Frechal e Resex Chapada Limpa. A Tabela 14 apresenta as espécies ameaçadas já registradas nas Reservas Extrativistas do Maranhão.

Tabela 14. Lista de espécies ameaçadas já registradas nas reservas extrativistas do Maranhão.

Unidades de conservação	Nome científico	Nome comum
Reserva Extrativista Cururupu	*Trichechus manatus*	Peixe-boi marinho
Reserva Extrativista Mata Grande	*Chiropotes satanas*	Cuxiú; cuxiú-preto
Reserva Extrativista Quilombo Frexal	*Chiropotes satanas*	Cuxiú; cuxiú-preto
	Trichechus manatus	Peixe-boi marinho
Reserva Extrativista Ciriáco	*Chiropotes satanas*	Cuxiú; cuxiú-preto

Reserva particular do patrimônio natural (RPPN)

A RPPN é uma categoria criada pela iniciativa de proprietários rurais e tem como principal característica a conservação da diversidade biológica, garantindo ao proprietário a titularidade do imóvel (ICMBio, 2013a). De acordo com dados cadastrados no ICMBio[8], o Maranhão tem 12 RPPNs, que totalizam 3.829,12 ha (0,01% do estado). São elas: RPPN Amoreira (Município de Rosário), RPPN Estância Pedreiras (São Luís), RPPN Estiva (São Benedito do Rio Preto), RPPN Fazenda Boa Esperança (São Luís), RPPN Fazenda Pantanal (Codó), RPPN Fazenda Santo Antonio do Pindaré/Gleba Barra da Jurema (Açailândia), RPPN Fazenda São Francisco (Bacabal), RPPN Fazenda São José/Gleba Itinga A/Lote 390 (Açailândia), RPPN Ilha do Caju (Araioses), RPPN Jaguarema (São José do Ribamar), RPPN Sítio Jaquarema (São Luís) e RPPN Prata (Barreirinhas).

Considerando-se os limites dos biomas, as áreas de unidades de conservação estão concentradas na Amazônia, 56,2% do total. Contudo, apenas 4,3% delas fazem parte de categorias de proteção integral – estação ecológica, reserva biológica e parque –, e o restante faz parte de categorias de uso sustentável. No Cerrado, com 43,2% do total de unidades de conservação, 18,7% fazem parte da categoria de proteção integral "parque", e o restante é de uso sustentável. De

[8] Fonte: http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/rppn/MA/.

modo geral, o Cerrado tem a menor porcentagem de áreas sob proteção integral em relação aos *hotspots* mundiais (BRASIL, 2013a), com 8,21% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação, sendo que, desse total, 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36%, unidades de conservação de uso sustentável, incluindo RPPNs (0,07%).

A Caatinga no Maranhão somente é representada nas categorias área de proteção ambiental e reserva extrativista, ambas de uso sustentável, com apenas 0,6% do total de áreas de unidade de conservação no estado. De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente, na Caatinga, mesmo com as ações do governo para concretizar uma agenda de criação de mais unidades de conservação federais e estaduais, o bioma continuará como um dos menos protegidos do País, já que pouco mais de 1% destas unidades são de proteção integral.

Ademais, grande parte das unidades de conservação do bioma, especialmente as APAs, têm baixo nível de implementação (BRASIL, 2013a).

Terras indígenas

De acordo com o texto constitucional, parágrafo 1º do artigo 23, sobre o conceito de terras tradicionalmente ocupadas pelos índios, essas áreas são definidas como sendo aquelas "por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições", sendo bens públicos de uso especial, não podendo ser objeto de utilização de qualquer espécie por outros que não os próprios índios (FUNAI, 2013a).

Assim como as unidades de conservação, as terras indígenas (Figura 40) são áreas de concentração de recursos naturais, e necessitam da caracterização e quantificação da vegetação preservada.

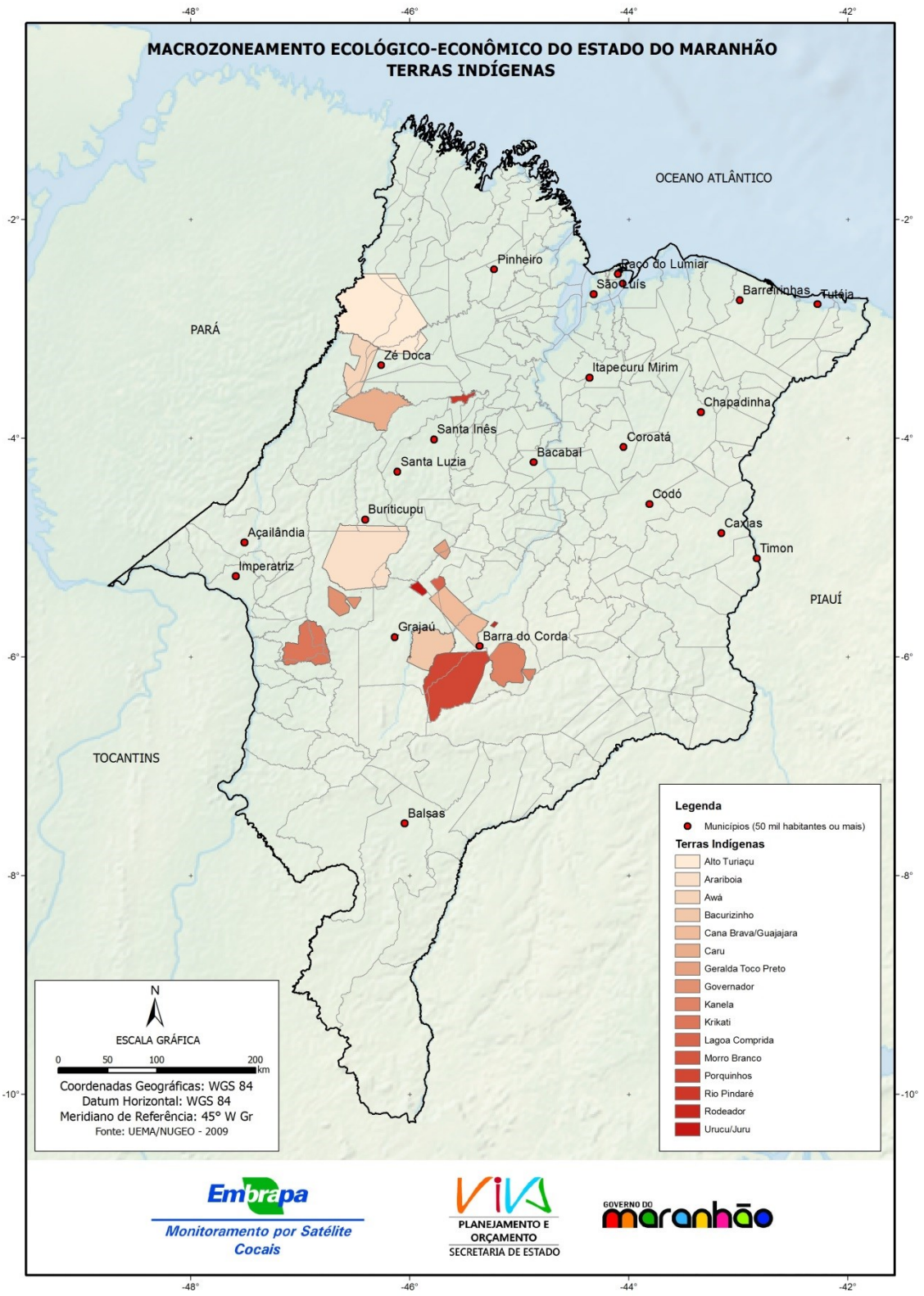


Figura 40. Terras indígenas do Estado do Maranhão.

O Maranhão abriga povos indígenas de dois troncos linguísticos, o Tupi-Guarani – representado pelos Guajajaras, Ka'apor e Awá/Guajá, presentes na porção amazônica do estado –, e o Macro-Jê. As áreas indígenas são as únicas ainda não alteradas em relação à vegetação no estado. Infelizmente, por este motivo, estas matas são alvos preferenciais por parte de madeireiras, o que representa a maior ameaça à existência e manutenção dos povos indígenas da área, notadamente dos Ka'apor e, em especial, dos Awá/Guajá, haja vista os Guajajaras já estarem consideravelmente aculturados (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

No Maranhão, as terras indígenas perfazem 2.368.790 ha, ou 7,2% do estado (Figuras 41 e 42). Estão distribuídas pelos biomas Amazônia, com 52,8% de seu total, e Cerrado, com 47,2%, mas não têm representatividade no Bioma Caatinga.



Figura 41. Artesanato indígena vendido às margens da rodovia.



Figura 42. Habitação indígena.

3.1.2.7. **Considerações sobre o tema**

Para a caracterização dos aspectos bióticos, foram levantados dados de vegetação, flora e fauna do Estado do Maranhão. Nessa compilação, dados secundários oficiais, especificamente PROBIO (2007) e IBGE (2012), foram empregados para a caracterização da vegetação, com identificação das fisionomias vegetais e regiões fitoecológicas do estado. Apesar de a formação de cerrado dominar a paisagem do Maranhão, com 23%, as fisionomias de florestas perfazem cerca de 18% do estado, sobressaindo também as áreas de vegetação secundária, com aproximadamente 26% do estado. Adicionalmente, dados com descrições de flora e fauna do estado foram empregados, ocasião em que se observou a escassez dessas informações, principalmente com atributos espaciais. Em relação à conservação, apesar de cerca de 20% do estado ser coberto por unidades de conservação, menos de 5% dessas áreas são da categoria de proteção integral. Ainda nessa categoria, sobressai-se o Parque Estadual do Mirador, localizado em área de alta importância para conservação, formando um mosaico de vegetação com as terras indígenas vizinhas, mas bastante deficiente em dados ecológicos. A pesquisa bibliográfica realizada para este diagnóstico revelou grandes lacunas de informação e de trabalhos científicos voltados para o conhecimento e a caracterização da diversidade biológica de forma geral.

A localização geográfica associada à ocorrência de três biomas diferentes contribui para que do estado tenha rica diversidade biológica e de paisagens. Apesar disso, o Maranhão é o estado da Amazônia Legal que apresenta o menor grau de ocupação do espaço com áreas protegidas, além de apresentar alto grau de desmatamento e fragmentação florestal. A quantidade de espécies ameaçadas, raras e endêmicas, nos mais variados grupos de animais e plantas, atesta a importância biológica da região não só para o Estado do Maranhão, mas para o País como um todo.

3.2. Síntese do diagnóstico

De acordo com o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, que estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil, o território em questão foi dividido em zonas, considerando, além de informações constantes do sistema de informações geográficas, dos cenários tendenciais e alternativos e de Diretrizes Gerais e Específicas (art. 14º do Decreto), o diagnóstico dos recursos naturais, da socioeconomia e do marco jurídico-institucional, objeto deste relatório sobre o macrozoneamento ecológico-econômico do Maranhão.

Como resultante da Fase do Diagnóstico, a etapa de apresentação dos produtos de síntese detalha a geração dos dados referentes a unidades dos sistemas ambientais, potencialidade natural, fragilidade natural potencial, corredores ecológicos, tendências de ocupação e condições de vida da população, incompatibilidades legais e áreas institucionais.

3.2.1. Unidades dos sistemas ambientais

Os sistemas ambientais são constituídos a partir de sínteses interdisciplinares, que permitem identificar arranjos espaciais pela convergência de semelhanças de seus componentes físicos e bióticos e de sua dinâmica, de acordo com as Diretrizes Metodológicas do Zoneamento Territorial (BRASIL, 2013).

Ainda segundo esse documento, alguns atributos são indicadores marcantes para definir essas unidades naturais, entre eles os diferentes tipos de cobertura vegetal, de solo, de relevo e hidrografia. A hidrografia, a vegetação e o relevo são atributos de rápida identificação por meio do sensoriamento remoto, por exprimirem a fisionomia das paisagens; os demais atributos necessitam ser trabalhados a partir desses primeiros, que servem de indicadores de potencialidade e fragilidade potencial.

Neste Diagnóstico, as unidades dos sistemas ambientais foram oriundas do Projeto Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão (BRASIL, 1997), cujo estudo obedeceu o plano de trabalho do IBGE para o Zoneamento Ecológico-Econômico da Bacia do Rio Itapecuru, MA.

Considerando que esse projeto do Zoneamento Geoambiental realizou o trabalho baseado principalmente em estudos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos, da vegetação, além de indicadores socioeconômicos, refletidos nas formas de ocupação e uso da terra da época do projeto, optou-se por empregar esses compartimentos como base para as análises de síntese deste Diagnóstico.

O Zoneamento Geoambiental resultou na compartimentação de 28 sistemas naturais identificados pelas semelhanças de seus componentes físicos e bióticos (descritos no Anexo 8.7) com as unidades agrupadas em cinco regiões definidas pelas características fitoclimáticas regionais (Tabela 15 e Figura 43).

Essas unidades, bem como seus agrupamentos em regiões, serão base para esta síntese.

Tabela 15. Regiões e sistemas naturais do Maranhão.

Região	Referência da região	Descrição	Sistemas naturais	Referência dos sistemas naturais
Planícies e tabuleiro na região das Formações Pioneiras	A	Posicionada na parte norte do estado, nas proximidades do litoral, esta região está inserida no domínio das Formações Pioneiras submetidas a clima úmido. Corresponde às áreas planas em cotas altimétricas que variam de 0 m a 50 m, talhadas sobre os depósitos sedimentares inconsolidados quaternários.	Planícies Litorâneas	1
			Tabuleiros do Lençóis Maranhenses	2
			Baixada Maranhense	3
Superfícies e tabuleiros na região da Floresta Ombrófila	B	Esta região está situada na parte noroeste do estado. Corresponde às superfícies dissecadas em baixas colinas que ocorrem na Bacia do Gurupi e aquela que contorna a Baixada Maranhense, além dos tabuleiros costeiros. Abrange cinco sistemas naturais.	Superfície Sublitorânea de Bacabal	4
			Superfície do Gurupi	5
			Superfície do Baixo Gurupi	6
			Colinas e Cristas do Gurupi	7
			Tabuleiros Costeiros Maranhenses	8
Planaltos na região das Florestas Estacional e Ombrófila	C	Na parte central do Estado do Maranhão ocorrem dois planaltos dissecados, numa área de variação climática que vai do úmido, na porção norte, e do subúmido ao semiárido, no sul.	Planalto Dissecado do Pindaré/Grajaú	9
			Planalto Dissecado do Itapecuru	10
Chapada, tabuleiros e depressão na área de Tensão Ecológica da Savana/Floresta Estacional	D	Posicionada na parte centro-leste da área estudada, esta região, que engloba seis sistemas naturais, marca a transição dos climas úmidos para os semiáridos, com a dominância dos tipos climáticos de subúmido a semiárido.	Chapada de Barra do Corda	11
			Depressão de Imperatriz	12
			Tabuleiros Sublitorâneos	13
			Patamar de Caxias	14
			Tabuleiros do Parnaíba	15
			Tabuleiros do Médio Itapecuru	16
Chapadas,	E	Situada na parte sul do Maranhão, esta região pertence ao domínio	Patamar das Cabeceiras do Mearim	17

tabuleiros e depressões na região da Savana		da Savana (Cerrado) sob influência do clima subúmido a semiárido, e engloba 11 sistemas naturais.	Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras	18
			Planos Arenosos de Riachão	19
			Depressão do Rio Sereno	20
			Tabuleiros de Balsas	21
			Vãos do Alto Itapecuru	22
			Chapadões do Alto Itapecuru	23
			Chapadas do Alto Parnaíba	24
			Vãos do Alto Parnaíba	25
			Cabeceiras do Parnaíba	26
			Chapada das Mangabeiras	27
Unidade atípica, que corta vários sistemas naturais, independendo da região fitoclimática. Corresponde às várzeas e aos terraços fluviais, dispostos ao longo dos rios principais, compostos pelas aluviões holocênicas, e estão sujeitos a inundações durante as enchentes.			Planícies Fluviais	28

Fonte: Adaptado de Montes et al. (1997).

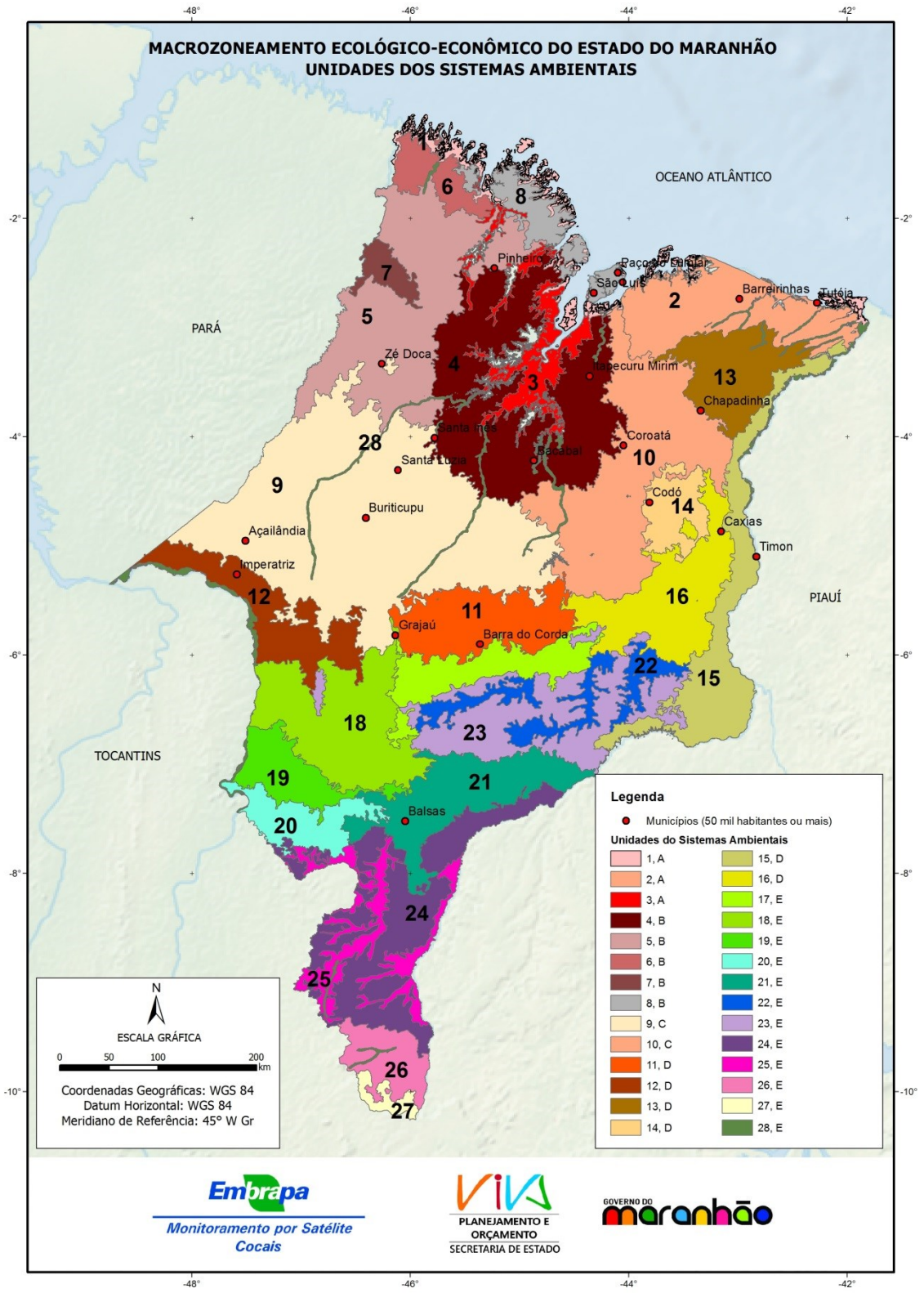


Figura 43. Unidades dos sistemas ambientais e agrupamentos em regiões do Estado do Maranhão.

3.2.2. Potencialidade natural

De acordo com o Decreto nº 4.297/02, a potencialidade natural é definida pelos serviços ambientais dos ecossistemas e pelos recursos naturais disponíveis, incluindo, entre outros, a aptidão agrícola, o potencial madeireiro e o potencial de produtos florestais não madeireiros, que inclui o potencial para a exploração de produtos derivados da biodiversidade.

3.2.2.1. **Serviços ambientais dos ecossistemas**

Os serviços ecossistêmicos podem ser definidos como os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas, de acordo com Andrade e Romeiro (2009). Para esses autores, o conceito de serviços ecossistêmicos agrupa sob a mesma denominação os "bens" (tangíveis, como alimentos, fibras, madeiras, etc.) e os "serviços" (benefícios muitas vezes intangíveis) gerados pelos ecossistemas, considerados os serviços gerados por ecossistemas naturais e cultivados.

Para definir os serviços ambientais de uma área específica, é preciso identificar seus recursos potenciais (FOREST TRENDS, 2008). Para que os ecossistemas continuem a prover esses serviços, é necessário que estejam em equilíbrio, o que requer a redução dos impactos gerados pelo homem (OLIVEIRA; ROCHA, 2012). Um dos mecanismos empregados para incentivar os agentes que fazem a proteção, conservação e manutenção desse ambiente é o pagamento por serviços ambientais (PSA). Segundo Wunder et al. (2008), há duas formas pelas quais moradores locais podem se beneficiar de PSA: mediante a venda de serviços ambientais (benefícios diretos) e mediante impactos positivos de um PSA no meio ambiente ou na economia local (benefícios indiretos).

Wunder et al. (2009) citados por Oliveira e Rocha (2012) citam como os principais serviços ambientais comercializados atualmente a água, biodiversidade, captura de carbono, qualidade de solos e beleza cênica. Para a Amazônia, por exemplo, as iniciativas de pagamentos por serviços ambientais são quatro: Proambiente, Programa Bolsa Floresta, Projeto

Florestal Carbono Suruí e Programa Bolsa Verde (OLIVEIRA; ROCHA, 2012).

O PSA requer uma definição explícita do serviço ambiental remunerado, o que geralmente implica a necessidade de desenvolver medidas e indicadores para os serviços (WUNDER et al., 2008). Na prática, a maior parte dos estudos de valoração não avalia todos os serviços ecossistêmicos, mas foca apenas em alguns (VIANA, 2012). Nas diversas abordagens desse tema, a manutenção da integridade do ecossistema desponta como premissa para serviços ambientais. No caso do ecossistema terrestre, a mitigação da pressão das mudanças do uso da terra é essencial para que os impactos negativos da perda de biodiversidade terrestre e dos serviços ecossistêmicos associados possam ser minimizados (Brasil, 2010). Alguns projetos, como o Regional Integrated Silvopastoral Ecosystem Management Project (Risemp) (para biodiversidade e conteúdo de carbono) e o Conservation Reserve Program (CRP), empregam a atribuição de pontuação de serviços ambientais associados a determinados usos da terra, em vez da medição direta dos serviços, por permitir um monitoramento a custos razoáveis. Contudo, essa prática não é igualmente adequada para todos os casos, por exemplo, para programas de proteção hídrica (WUNDER et al., 2008). Outros programas de incentivo à manutenção de serviços ambientais associam a ideia de diminuição do desmatamento e conservação da floresta em pé, a exemplo do Projeto Bolsa Floresta.

Em estudo sobre perspectivas para a Amazônia Legal em relação aos pagamentos por serviços ambientais, Wunder et al. (2008) indicam como "Áreas prioritárias para PSA" todas aquelas sob risco de desmatamento até 2050 e com custos de oportunidade competitivos no atual nível de preços do mercado de carbono. Essa definição exclui, portanto, terras já desmatadas, uma vez que os custos da provisão de serviços ambientais nessas áreas são geralmente mais altos; por outro lado, as áreas prioritárias incluem locais em que PSAs não serão viáveis, ou por se encontrarem em situações fundiárias não recomendáveis para implementação, ou por limitações legais e restrições determinadas pela estrutura da economia local. Nesses estudos de cenários de desmatamento futuro, TI e UC de uso sustentável contribuiriam cada qual com cerca de 9% da área total desmatada no período de 2007 a 2050.

A produção de oxigênio pelas plantas, a manutenção do clima, o

equilíbrio hidrológico, a capacidade de produção de água, a integridade do solo e as belas paisagens para atividade de turismo são alguns exemplos de serviços ambientais de ecossistemas naturais (SIMÕES, 2008). No caso de unidades de conservação, outro aspecto positivo é o fato de que elas promovem a geração de renda e estimulam o desenvolvimento regional e local, apoiando programas de turismo sustentável, criação de cooperativas de ecoprodutos, entre outros, além de incentivarem atividades de pesquisa científica e processos educativos, oferecendo benefícios para além das suas fronteiras (SIMÕES, 2008). O Projeto de Lei nº 792/2007, em tramitação desde 2007 até este momento de 2013, e que define os serviços ambientais e prevê a transferência de recursos, monetários ou não, aos que ajudam a produzir ou conservar esses serviços, propõe como requisitos prioritários de acesso ao programa a conservação e preservação da vegetação nativa, da vida silvestre e do ambiente natural em áreas de elevada diversidade biológica, e a conservação, recuperação ou preservação das unidades de conservação e terras indígenas (SANTOS et al., 2012). Nesse contexto, torna-se clara a dificuldade em mapear esses serviços ambientais, uma vez que são necessários conhecimentos do ecossistema em questão em relação a suas funções, seu fluxo e ao próprio tipo de ecossistema: terrestre, aquático, etc. No caso específico do Maranhão, não foram identificados levantamentos realizados sobre os serviços ambientais dos ecossistemas e áreas potenciais para implantação que abrangessem todo o estado. Contudo, considerando que a manutenção da integridade do ecossistema natural minimiza o impacto negativo sobre possíveis serviços ecossistêmicos, áreas de vegetação seriam indicativas de potenciais serviços ambientais. Para a construção dessa informação (Figura 44), foi empregada a base de uso da terra 2010, destacando-se áreas com vegetação em áreas protegidas – unidades de conservação (base de dados do MMA e UEMA) e terras indígenas (base MMA), considerando que essas áreas têm como objetivo a manutenção do ecossistema e estão sob constante pressão de desmatamento.

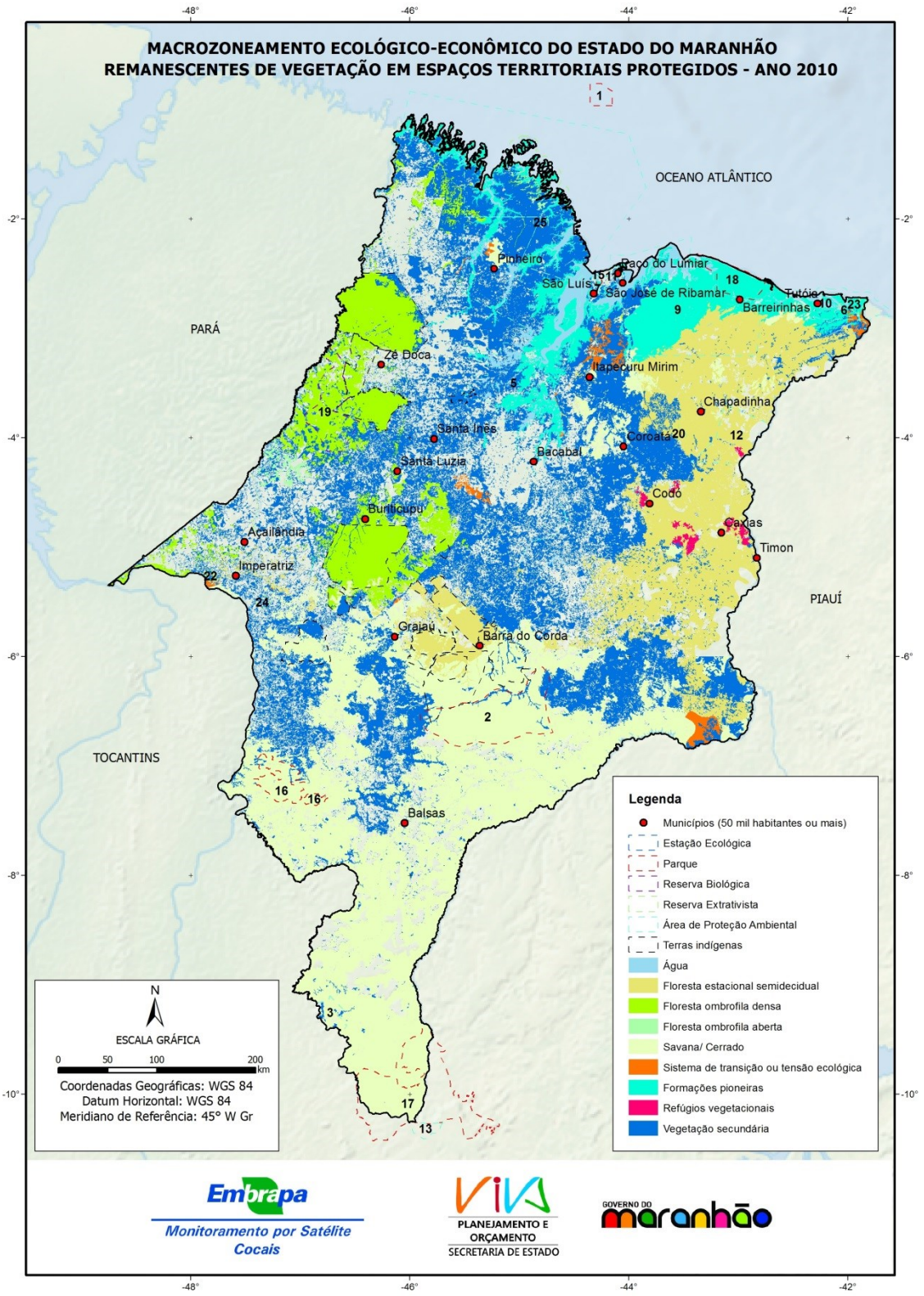


Figura 44. Vegetação e espaços territoriais protegidos – unidades de conservação e terras indígenas – do Estado do Maranhão.

3.2.2.2. **Aptidão agrícola**

O sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras

A metodologia para avaliação da aptidão agrícola das terras normalmente utilizada no Brasil foi desenvolvida por Ramalho Filho e Beek (1995) com base em experiências brasileiras para a interpretação de levantamentos de solos e no esquema geral proposto pela FAO (1976). Essa metodologia, denominada "sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras", interpreta as qualidades do ecossistema pela estimativa das limitações das terras para uso agrícola e pelas possibilidades de correção ou redução dessas limitações, de acordo com diferentes níveis de manejo tecnológico (CARVALHO FILHO et al., 2000). Seus resultados propiciam o uso adequado da oferta ambiental e fornecem subsídios para projetar e dimensionar a oferta potencial de terras para atender a uma demanda, também projetada, por produtos agrícolas (RAMALHO FILHO; PEREIRA, 1999). Ao adotar os diferentes níveis de manejo, reconhece, ainda, a distinta importância dos problemas de solos de acordo com as condições socioeconômicas do agricultor e da região (CARVALHO FILHO et al., 2000). Por seu caráter indicativo da potencialidade agrícola de uma região baseado em aspectos do meio-físico e sua distinção quanto às condições socioeconômicas de exploração dessa potencialidade, os levantamentos de aptidão agrícola das terras tornam-se instrumentos imprescindíveis para a elaboração de zoneamentos ecológico-econômicos.

O sistema proposto por Ramalho Filho e Beek (1995) considera cinco fatores limitantes à utilização das terras: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, avaliados a partir de atributos do solo, do relevo e do clima, com base nas fases de vegetação natural. A partir desses fatores, definem-se quatro classes de aptidão agrícola das terras (boa, regular, restrita e inapta) segundo três níveis de manejo (A, B e C) e quatro tipos de utilização (lavoura, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural). Os níveis de manejo A, B e C representam, respectivamente, baixo nível tecnológico, nível tecnológico médio e alto nível tecnológico.

Uma simbologia baseada em letras (Tabela 16) foi criada para representar cada tipo de utilização e manejo. As letras podem ser grafadas de diferentes formas – maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses – de acordo com as classes de aptidão das terras para cada nível de manejo.

Tabela 16. Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.

Classe de aptidão agrícola	Tipo de utilização					
	Lavoura			Pastagem plantada	Silvicultura	Pastagem natural
	Manejo A	Manejo B	Manejo C	Manejo B	Manejo B	Manejo A
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995).

As classes de aptidão definidas pelo sistema refletem as limitações para a produção sustentada de um determinado nível de utilização nas condições de manejo consideradas. Essas limitações não são importantes para as terras consideradas de aptidão boa; são moderadas para a classe de aptidão regular; e são fortes para a classe restrita. Nas terras consideradas inaptas, as condições desfavoráveis excluem a possibilidade de produção sustentada. Em terras com aptidão boa, as poucas restrições não reduzem significativamente a produtividade, não aumentam a relação custo/benefício, nem aumentam a utilização de insumos acima de um nível aceitável. Já as limitações das terras com aptidão regular reduzem a produtividade ou os benefícios e elevam a necessidade do uso de insumos, a fim de aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso das terras. As terras da classe de aptidão restrita apresentam limitações que reduzem a produtividade ou os benefícios ou, então, aumentam a necessidade do uso de insumos de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Os níveis tecnológicos são caracterizados pela aplicação de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições naturais das terras e pelas práticas agrícolas adotadas. No nível de manejo A, a aplicação de capital é pouca e as práticas agrícolas são fundamentadas em

trabalho braçal, tração animal e implementos agrícolas simples. No nível de manejo B, a aplicação de capital e resultados de pesquisa é modesta e as práticas agrícolas podem empregar a calagem, adubação NPK e o preparo mecanizado do solo. O nível C pressupõe intensa aplicação de capital, de resultados de pesquisa e a presença da motomecanização nas diversas fases das operações agrícolas. As terras consideradas passíveis de melhoramento parcial ou total, mediante a aplicação de fertilizantes e corretivos, ou o emprego de técnicas como drenagem, controle da erosão, proteção contra inundações, remoção de pedras, etc. são classificadas de acordo com as limitações persistentes para o nível de manejo considerado.

A representação cartográfica da aptidão agrícola das terras é feita por grupos e subgrupos de aptidão agrícola. Os grupos são representados por algarismos de 1 a 6, em escalas decrescentes, segundo as possibilidades de utilização das terras. As limitações que afetam os diversos tipos de utilização aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo, consequentemente, as alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas. As possibilidades de uso das terras para cada grupo de aptidão estão indicadas na Tabela 17. Os tipos de uso considerados, do mais intensivo para o menos intensivo, são: lavouras, pastagem plantada, pastagem natural ou silvicultura e preservação da flora e da fauna.

Tabela 17. Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.

Grupo de aptidão agrícola	→ → Aumento da intensidade de uso → →					
	Preservação da flora e da fauna	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
				Aptidão restrita	Aptidão regular	Aptidão boa
1	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	
3	X	X	X	X		
4	X	X	X			
5	X	X				
6	X					

Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995).

Os grupos 1, 2 e 3 representam terras aptas para lavouras ou usos menos intensivos (pastagens, silvicultura, preservação da flora e da fauna). Quando a terra apresenta aptidão boa para lavoura em pelo menos um dos níveis de manejo, ela é inserida no grupo 1. Caso contrário, é inserida no grupo 2, se apresentar aptidão regular para lavouras para pelo menos um dos níveis de manejo, ou no grupo 3, se a aptidão para lavouras for apenas restrita. Os demais grupos compreendem terras inaptas para lavouras. As terras do grupo 4 suportam como uso mais intensivo as pastagens plantadas. As terras do grupo 5 suportam a silvicultura e a pastagem natural como os usos mais intensivos. O grupo 6 compreende as terras recomendadas apenas para a preservação da flora e da fauna naturais. Os subgrupos de aptidão agrícola indicam as variações que podem existir dentro de cada grupo e expressam as classes de aptidão agrícola para os diferentes níveis de manejo, representados pela simbologia apresentada na Tabela 16. O subgrupo 1(a)bC, por exemplo, representa aptidão restrita para lavouras no nível de manejo A, aptidão regular para lavouras no nível de manejo B e aptidão boa para lavouras no nível de manejo C. O algarismo 1 é representativo do grupo, terras indicadas para lavouras com aptidão boa para pelo menos um dos níveis de manejo (nível de manejo C).

Aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão

O mapeamento da aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão foi executado por Valladares et al. (2007), com base no Mapa Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão (JACOMINE et al. 1986), digitalizado a partir do original impresso em papel. A avaliação dos fatores limitantes à utilização agrícola das terras e a atribuição das classes de aptidão para cada nível de manejo foram baseadas nos atributos morfológicos, químicos, físicos e mineralógicos das unidades de mapeamento de solo descritos no Boletim de Pesquisa "Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão (JACOMINE et al. 1986), bem como em dados de clima, vegetação nativa e relevo. Para a avaliação do relevo, foram calculadas as declividades das superfícies do terreno, a partir de um modelo numérico de elevação construído com dados de altimetria obtidos por radar pelo projeto de levantamento suborbital Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Os dados de declividade expressos em um modelo numérico de terreno foram usados na construção do mapa de classes

de declividade, posteriormente cruzado com o mapa digital de solos em um sistema de informação geográfica. Tal procedimento permitiu a avaliação das limitações atribuídas à declividade do terreno dentro de cada unidade de mapeamento de solos. Os grupos e subgrupos de aptidão agrícola das terras encontrados no Maranhão são apresentados na Tabela 18. Para facilitar a interpretação do significado de cada subgrupo, a tabela também apresenta o tipo de uso mais intensivo recomendado para cada subgrupo e as classes de aptidão para os diferentes níveis de manejo. Um subgrupo específico, o "3(c)arroz" foi criado para terras com risco de inundação e com aptidão apenas para lavouras de arroz, com restrições.

Tabela 18. Subgrupos de aptidão agrícola das terras encontrados no Estado do Maranhão, com o tipo de uso mais intensivo recomendado e a classe de aptidão agrícola para esse uso, segundo o nível de manejo adotado.

Subgrupo	Uso mais intensivo recomendado	Classe de aptidão		
		Nível de manejo A	Nível de manejo B	Nível de manejo C
1aBC	Lavoura	Regular	Boa	Boa
1aBc	Lavoura	Regular	Boa	Regular
1abC	Lavoura	Regular	Regular	Boa
1(a)BC	Lavoura	Restrita	Boa	Boa
1(a)Bc	Lavoura	Restrita	Boa	Regular
1(a)bC	Lavoura	Restrita	Regular	Boa
1(ab)C	Lavoura	Restrita	Restrita	Boa
1(b)C	Lavoura	Inapta	Restrita	Boa
2abc	Lavoura	Regular	Regular	Regular
2ab(c)	Lavoura	Regular	Regular	Restrita
2(a)bc	Lavoura	Restrita	Regular	Regular
2(a)b(c)	Lavoura	Restrita	Regular	Restrita
2(ab)c	Lavoura	Restrita	Restrita	Regular
2bc	Lavoura	Inapta	Regular	Regular
2(b)c	Lavoura	Inapta	Restrita	Regular
3(abc)	Lavoura	Restrita	Restrita	Restrita
3(ab)	Lavoura	Restrita	Restrita	Inapta
3(bc)	Lavoura	Inapta	Restrita	Restrita
3(c)	Lavoura	Inapta	Inapta	Restrita
3(c)arroz	Lavoura	Inapta	Inapta	Restrita
4P	Pastagem plantada	–	Boa	–
4p	Pastagem plantada	–	Regular	–
4(p)	Pastagem plantada	–	Restrita	–
	Silvicultura	–	Restrita	–
5(sn)	Pastagem natural	Restrita	–	–
5N	Pastagem natural	Boa	–	–
5n	Pastagem natural	Regular	–	–
5(n)	Pastagem natural	Restrita	–	–
6	Preservação da flora e da fauna	–	–	–

Fonte: Quartaroli et al. (2008).

As áreas ocupadas por cada grupo e subgrupo de aptidão agrícola são apresentadas na Tabela 19, em quilômetros quadrados e em percentual relativo à área total do estado. As áreas que constam dessa tabela como "sem informação" referem-se a áreas classificadas como corpos d'água no mapa pedológico utilizado para a avaliação da aptidão agrícola. Um mapa em escala reduzida, apenas com os grupos de aptidão agrícola das terras, é apresentado na Figura 185.

Tabela 19. Aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão. Áreas em km^2 e percentuais relativos à área total do estado mapeada.

Grupo/Subgrupo	Área (km^2)	Percentual (%)
1aBC	1.653,24	0,50
1aBc	3.591,89	1,08
1abC	565,01	0,17
1(a)BC	252,02	0,08
1(a)Bc	1.457,11	0,44
1(a)bC	15.922,90	4,80
1(ab)C	90,13	0,03
1(b)C	852,37	0,26
Total Grupo 1	**24.384,67**	**7,35**
2abc	6.911,79	2,08
2ab(c),	8.420,72	2,54
2(a)bc	14.139,86	4,26
2(a)b(c),	543,73	0,16
2(ab)c	19.136,55	5,77
2bc	4.133,17	1,25
2(b)c	64.865,18	19,54
Total Grupo 2	**118.151,01**	**35,60**
3(abc)	14.719,75	4,43
3(ab)	154,47	0,05
3(bc)	5.418,97	1,63
3(c)	6.349,29	1,91
3(c)-arroz	4.157,07	1,25
Total Grupo 3	**30.799,56**	**9,28**
4P	35.077,32	10,57
4p	38.744,37	11,67
4(p)	29.962,41	9,03
Total Grupo 4	**103.784,11**	**31,27**
5(sn)	6.430,09	1,94
5N	1.866,35	0,56
5n	9.671,99	2,91
5(n)	12.961,63	3,91
Total Grupo 5	**30.930,06**	**9,32**
Total Grupo 6	**16.783,45**	**5,06**
Sem informação	**7.074,92**	**2,13**
Total geral	**331.907,78**	**100**

Fonte: Adaptada de Quartaroli et al. (2008).

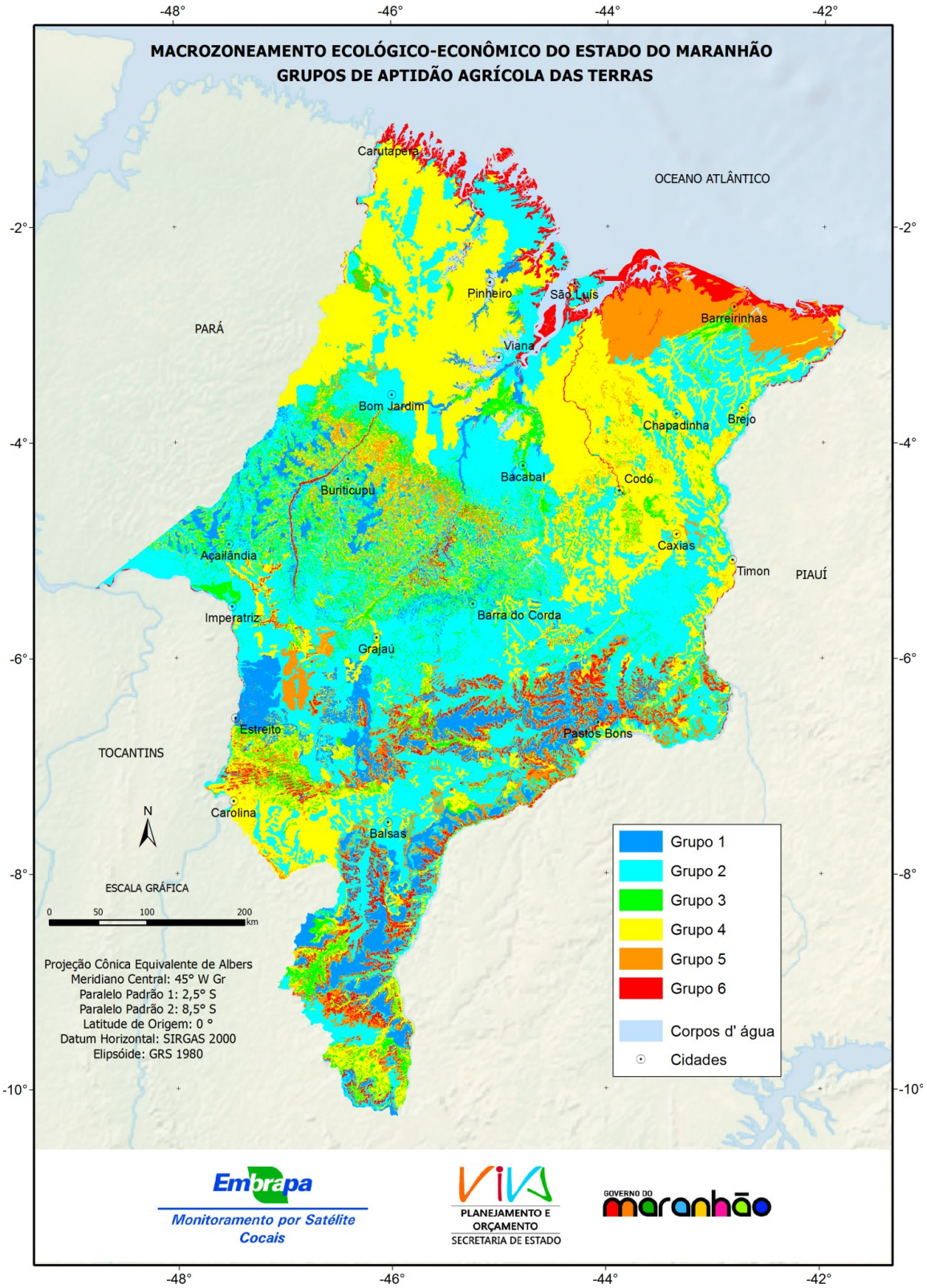


Figura 45. Localização das terras pertencentes aos diferentes grupos de aptidão agrícola no Estado do Maranhão.

No Maranhão, predominam as terras do grupo 2 de aptidão agrícola, que correspondem a 35,6% das terras do estado, caracterizado por terras com aptidão regular para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo. Outro grupo com áreas expressivas é o grupo 4, com 31,27% das terras do estado, que compreende terras que não apresentam aptidão para lavouras, mas sim para pastagens e outras formas de uso menos intensivas.

A distribuição dos grupos de aptidão agrícola nos 28 sistemas ambientais é apresentada na Tabela 20, com áreas quantificadas em km^2 e percentuais em relação à área total de cada unidade. As unidades dos sistemas ambientais e a numeração respectiva são as mesmas relacionadas na Tabela 15 e descritas no Anexo 8.7, a saber: 1 - Planícies Litorâneas, 2 - Tabuleiros do 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 da área de cada unidade de sistema ambiental ocupados pelos diferentes grupos de aptidão agrícola das terras (Tabela 20) é possível qualificar essas unidades quanto à sua aptidão agrícola e uso mais intensivo recomendado. Algumas unidades apresentam amplo predomínio de áreas recomendadas para lavouras como uso mais intensivo. São os casos das unidades 3, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 18 e 22, cujos percentuais de terras nos grupos 1, 2 e 3 de aptidão superam os 70%.

Outras unidades também apresentam predomínio de terras indicadas para lavouras, porém os percentuais de terras aptas para usos menos intensivos são expressivos (superiores a 30%). São os casos das unidades 7, 9, 15, 21, 24, 25, 26, 27 e 28. Há unidades que se destacam pelos elevados percentuais de terras com maiores restrições à atividade agrícola, como a unidade 1, com cerca de 80%

de sua área em terras do grupo 6; a unidade 2, com cerca de 70% de suas terras no grupo 5; e a unidade 23, com cerca de 44% de suas terras distribuídas entre os grupos 5 e 6. Há unidades que apresentam ampla predominância de terras do grupo 4, recomendadas para pastagens plantadas ou usos menos intensivos, como os casos das unidades 6, 14 e 20, com percentuais superiores a 70% nesse grupo. Outras unidades ainda apresentam predominância de terras do grupo 4, porém com áreas expressivas (superiores a 30%) aptas para lavouras, como as unidades 4, 5 e 10.

Há diferenças nas extensões dos corpos d'água entre os mapas de unidades dos sistemas ambientais (MONTES et al., 1997) e o mapa de solos (JACOMINE et al., 1986) utilizado como base para o mapa de aptidão agrícola. Essas diferenças devem-se possivelmente às diferentes tecnologias e produtos utilizados nos mapeamentos. Tecnologias mais recentes de mapeamento digital e produtos de sensoriamento remoto normalmente permitem o delineamento de feições terrestres, como os corpos d'água, com melhor exatidão.

Outras causas podem ser as variações sazonais no nível dos corpos d'água entre as datas tomadas como referência para os dois mapeamentos, ou mesmo obras de represamento executadas no período entre os dois mapeamentos. Como consequência, algumas áreas mapeadas como “água” no mapa de unidades dos sistemas ambientais (primeira linha da Tabela 20) apresentam aptidão agrícola, pois foram mapeadas como “solo” no mapa de solos utilizado como base para a aptidão agrícola.

Tabela 20. Quantificação das áreas dos grupos de aptidão agrícola dentro de cada unidade dos sistemas ambientais. Áreas em km^2 e percentuais em relação à área total de cada unidade dos sistemas ambientais.

Sistemas ambientais	km^2							%					
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Total	Gr.1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 5	Gr. 6
Água	157,96	772,57	169,79	422,92	98,19	4.102,02	5.723,45	2,76	13,5	2,97	7,39	1,72	71,67
1	12,51	536,40	1,61	396,20	106,93	4.343,74	5.397,40	0,23	9,94	0,03	7,34	1,98	80,48
2	–	322,65	380,53	455,43	10.410,57	1.949,89	13.519,08	0	2,39	2,81	3,37	77,01	14,42
3	1.028,50	3.167,08	1.165,27	1.177,75	14,18	491,7	7.044,54	14,6	44,96	16,54	16,72	0,20	6,98
4	426,90	6.915,24	829,33	18.362,66	84,82	249,59	26.868,54	1,59	25,74	3,09	68,34	0,32	0,93
5	142,57	7.100,13	529,81	16.143,06	48,26	62,84	24.026,66	0,59	29,55	2,21	67,19	0,20	0,26
6	5,17	241,69	3,91	3.572,01	4,93	37,08	3.864,80	0,13	6,25	0,10	92,42	0,13	0,96
7	–	665,31	412,50	906,70	129,32	23,94	2.137,78	0,0	31,12	19,3	42,41	6,05	1,12
8	–	3.759,87	15,22	677,63	6,00	575,29	5.034,01	0,0	74,69	0,30	13,46	0,12	11,43
9	5.366,57	19.422,104	11.511,20	10.288,91	4.848,10	659,04	52.095,96	10,3	37,28	22,1	19,75	9,31	1,27
10	0,35	6.478,61	1.598,37	15.168,66	847,60	89,89	24.183,47	0,0	26,79	6,61	62,72	3,50	0,37
11	587,44	7.777,33	1.176,36	929,63	46,26	4,66	10.521,69	5,58	73,92	11,18	8,84	0,44	0,04
12	237,10	6.534,58	878,99	845,19	848,73	35,38	9.379,97	2,53	69,67	9,37	9,01	9,05	0,38
13	–	5.967,11	204,33	2.434,47	150,77	0,02	8.756,70	0,00	68,14	2,33	27,8	1,72	0,00
14	–	188,79	543,78	3.687,26	90,68	2,34	4.512,85	0,00	4,18	12,05	81,71	2,01	0,05
15	100,98	5.497,64	877,69	5.008,60	1.222,56	548,77	13.256,24	0,76	41,47	6,62	37,78	9,22	4,14
16	65,13	10.380,14	481,75	1.823,85	230,68	36,10	13.017,65	0,50	79,74	3,7	14,01	1,77	0,28
17	57,22	5.783,94	581,14	813,22	366,08	132,34	7.733,93	0,74	74,79	7,51	10,51	4,73	1,71
18	5.292,62	5.294,86	802,33	2.315,37	1.462,07	462,71	15.629,96	33,86	33,88	5,13	14,81	9,35	2,96
19	127,79	223,99	1.215,77	2.777,67	708,73	568,09	5.622,04	2,27	3,98	21,63	49,41	12,61	10,1
20	–	1.277,48	87,32	3.740,57	104,69	18,33	5.228,39	0,00	24,43	1,67	71,54	2,00	0,35
21	402,66	7.309,11	494,14	2.406,60	1.116,30	289,83	12.018,64	3,35	60,81	4,11	20,02	9,29	2,41
22	1.059,54	3.567,57	478,91	625,83	547,27	390,45	6.669,57	15,89	53,49	7,18	9,38	8,21	5,85
23	3.238,70	3.268,98	719,84	1.120,21	3.241,18	3.203,61	14.792,51	21,89	22,1	4,87	7,57	21,91	21,66
24	5.620,58	3.960,54	639,95	1.463,50	2.799,64	2.616,19	17.100,40	32,87	23,16	3,74	8,56	16,37	15,30
25	158,97	2.809,24	1.209,30	1.780,47	525,54	492,84	6.976,36	2,28	40,27	17,33	25,52	7,53	7,06
26	145,42	1.306,04	904,81	1.779,07	358,76	200,01	4.694,11	3,10	27,82	19,28	37,90	7,64	4,26
27	249,07	467,73	113,87	159,90	73,34	188,07	1.251,98	19,89	37,36	9,10	12,77	5,86	15,02
28	388,70	1.569,34	615,02	852,80	289,95	433,94	4.149,75	9,37	37,82	14,82	20,55	6,99	10,46
Total	**24.872,51**	**122.566,12**	**28.642,83**	**102.136,13**	**30.782,11**	**22.208,72**	**331.208,42**	**7,51**	**37,01**	**8,65**	**30,84**	**9,29**	**6,71**

Áreas aptas para lavouras

A Tabela 21 apresenta o total de terras aptas para lavouras, por classe de aptidão (boa, regular, restrita), para cada nível de manejo (A, B e C), em km^2 e em percentuais em relação à área total do estado. As terras aptas para lavouras sem consideração da classe de aptidão ou do nível tecnológico compreendem 52,22% da área total do estado, ou 173.335,23 km². As terras aptas para o nível de manejo C (alto nível tecnológico) correspondem a 52,18% da área total do estado, predominando aquelas com aptidão regular, que perfazem 34,42% da área total do estado. As terras com aptidão boa para o nível de manejo C correspondem a apenas 5,83% da área total do estado, e aquelas com aptidão restrita, a 10,68%. No nível de manejo B, de médio nível tecnológico, a área apta para lavouras é pouco menor, 49,06% da área total do estado. Porém, as áreas com aptidão restrita aumentam consideravelmente (31,71% da área total do estado) e as áreas com aptidão boa reduzem-se a 2,10% da área do estado. A área total apta para lavouras no nível de manejo A (baixo nível tecnológico) é bastante reduzida, correspondendo a apenas 26,38% da área total do estado. Entre essas terras predominam as áreas com aptidão restrita (20,01% da área total do estado) e não há áreas com aptidão boa. A localização das áreas aptas para lavouras por nível tecnológico e classificadas quanto à classe de aptidão pode ser vista nas Figuras 46 a 48.

Tabela 21. Áreas aptas para lavouras por nível de manejo e classe de aptidão agrícola. Percentuais em relação à área total do estado.

Nível de manejo	Classe de aptidão	Área (km^2)	Percentual (%)
A	Boa	0	0
A	Regular	21.142,65	6,37
A	Restrita	66.416,52	20,01
Total (A)		87.559,17	26,38
B	Boa	6.954,26	2,10
B	Regular	50.637,19	15,26
B	Restrita	105.237,42	31,71
Total (B)		162.828,87	49,07
C	Boa	19.335,68	5,83
C	Regular	114.235,55	34,42
C	Restrita	35.452,47	10,68
C	Restrita (arroz)	4.157,07	1,25
Total (C)		173.180,77	52,18

Fonte: Adaptada de Quartaroli et al. (2008).

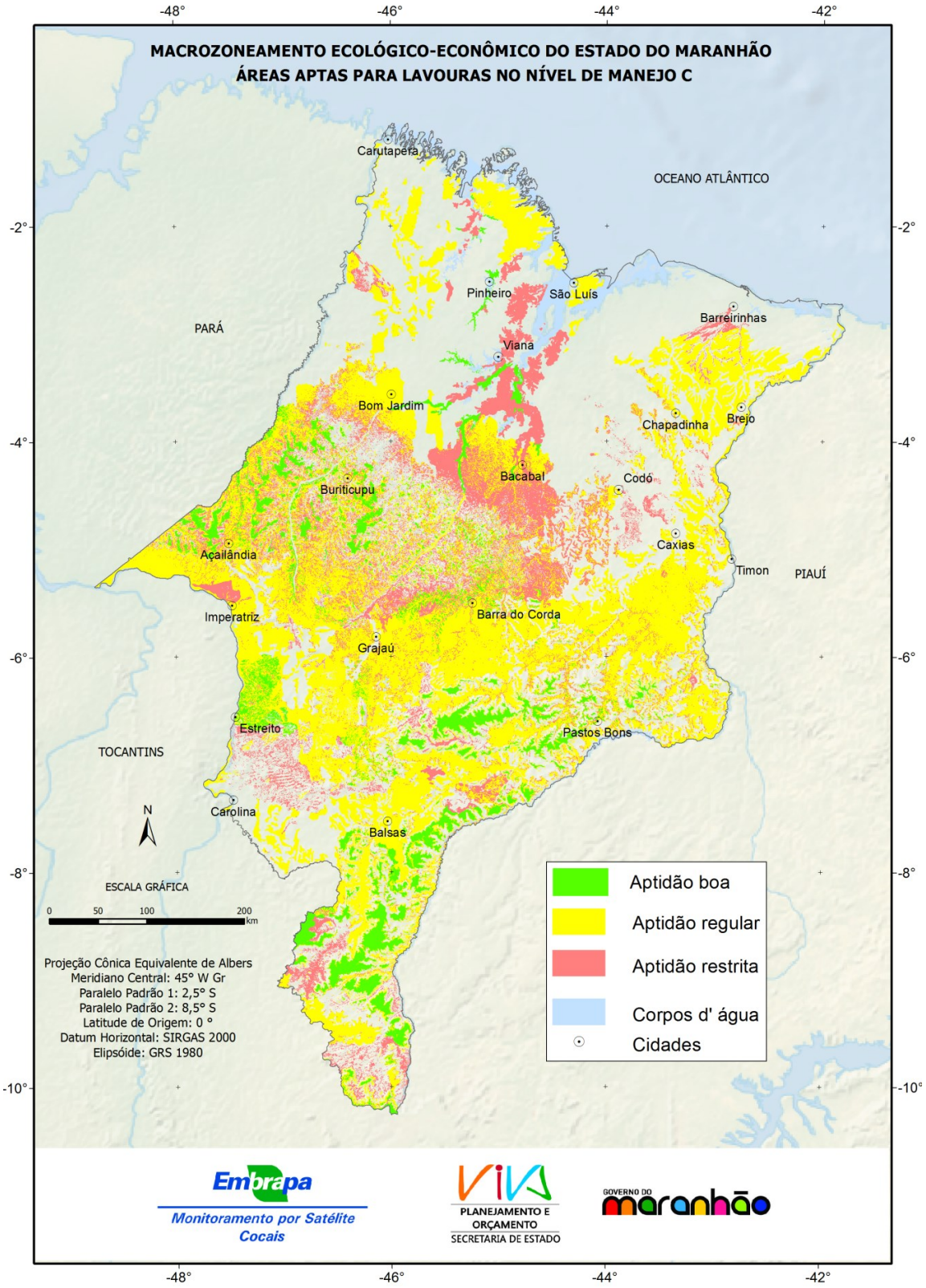


Figura 46. Áreas aptas para lavouras no nível de manejo C.

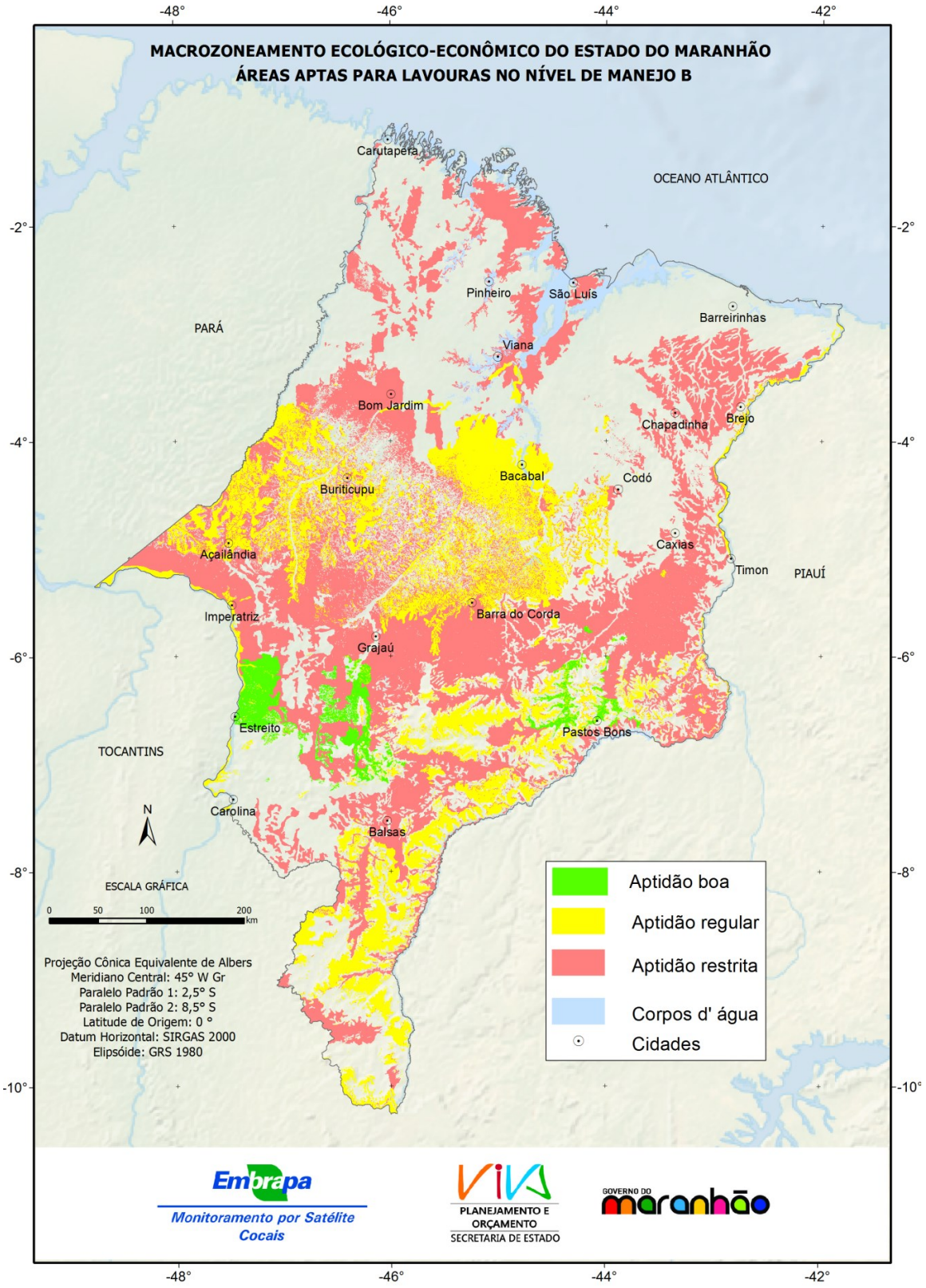


Figura 47. Áreas aptas para lavouras no nível de manejo B.

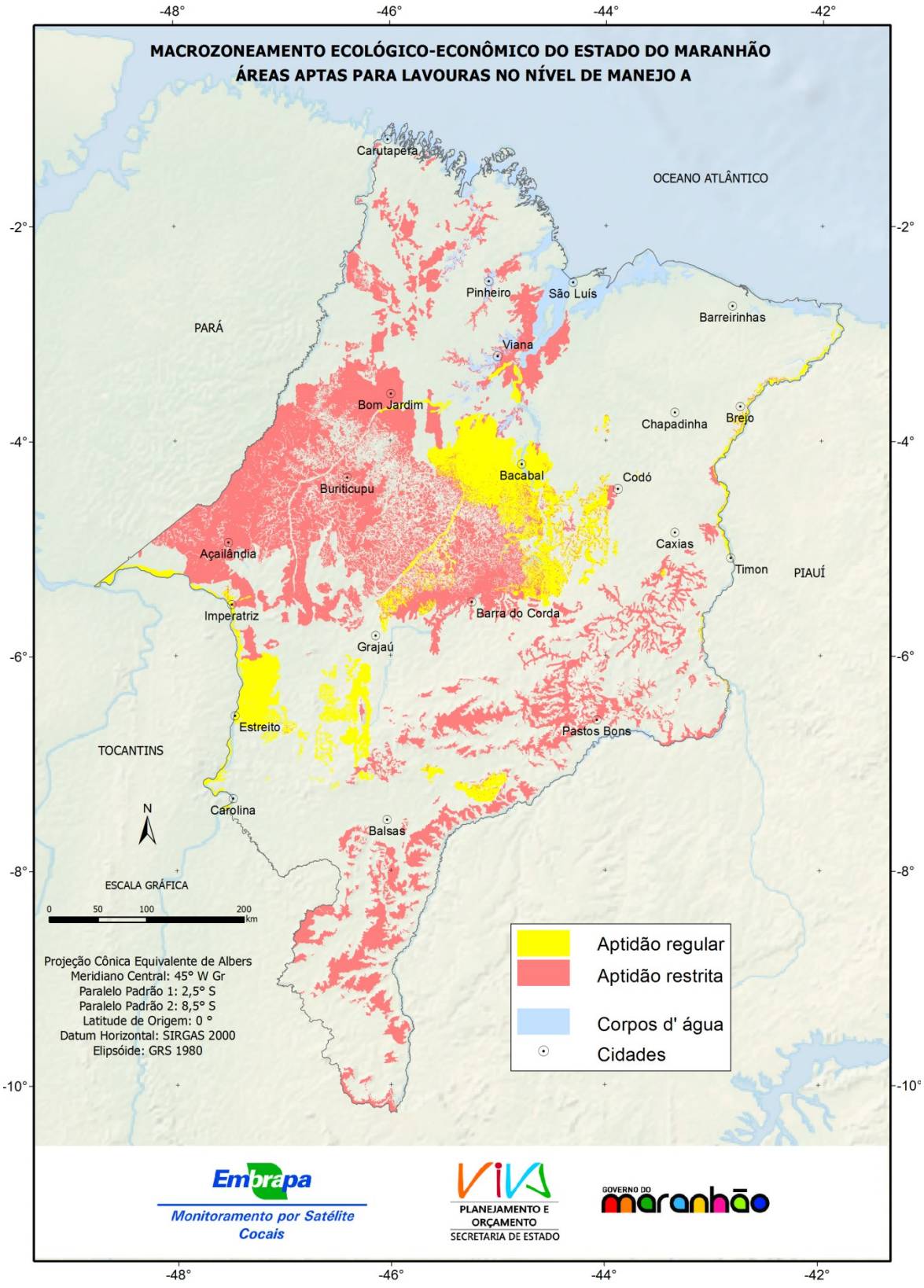


Figura 48. Áreas aptas para lavouras no nível de manejo A.

3.2.2.3. Potencial madeireiro e o potencial de produtos florestais não madeireiros

As florestas são fonte de produtos de grande importância econômica, como madeira, frutos, óleos, resinas e outros, segundo Lele et al. (2000) citado por Medeiros e Young (2011). No estudo sobre a "Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional", Medeiros e Young (2011) ponderam que as florestas brasileiras representam importante ativo econômico, com enorme potencial de exploração, e que a implantação de um modelo de uso sustentável de produtos florestais madeireiros e não madeireiros, sobretudo para a região amazônica, seria condição imperativa para conter a devastação e a degradação que tantos prejuízos econômicos e sociais causam ao País.

Ainda de acordo com esse trabalho, no Brasil, algumas dessas áreas de produção são representadas pelas florestas nacionais, estaduais e municipais, uma categoria de unidade de conservação prevista no SNUC com a qual a atividade produtiva do setor florestal é totalmente compatível.

Pelo fato de não terem sido identificadas informações sobre o potencial madeireiro e de produtos florestais não madeireiros no Maranhão, os dados dessas unidades de conservação, em que o manejo e a exploração dos recursos naturais são atividades compatíveis com a conservação, poderiam retratar áreas potenciais para a produção de produtos madeireiros e produtos florestais não madeireiros. No caso desse estado, seria a categoria das reservas extrativistas, unidades de conservação do grupo de uso sustentável.

Adicionalmente a essa análise, também devem ser consideradas as áreas em que a exploração desses produtos já vem ocorrendo e, para isso, foram consultados dados sobre a produção da extração vegetal e da silvicultura do estado levantados pelo IBGE (2011). Essa publicação apresenta a quantidade e o valor da produção decorrente dos processos de exploração dos recursos vegetais nativos e dos maciços florestais plantados, por grandes regiões e Unidades da Federação.

Para o Maranhão, sobre o extrativismo vegetal, foram levantadas informações sobre a coleta de alimentícios, fibras, aromáticos e oleaginosos; sobre a silvicultura, são informações sobre carvão vegetal, lenha e madeira em tora

(Figuras 49 a 55). Nessas análises de produtos florestais não madeireiros, devem, ainda, ser consideradas as informações sobre exploração do babaçu, especialmente da sua castanha, constantes do item Socioeconomia.

Segundo o diagnóstico socioeconômico, dados históricos de 2004 a 2010 provenientes do IBGE sobre produção de amêndoas por município demonstram variação média anual entre -165 toneladas (decréscimo) a +142 toneladas (incremento).

A distribuição espacial dessa variação na produção mostra que os municípios que obtiveram maior incremento de produção estão concentrados na parte central da região caracterizada pela floresta dos Cocais; nessa região, também estão concentrados os municípios que apresentaram maior regularidade no incremento da produção.

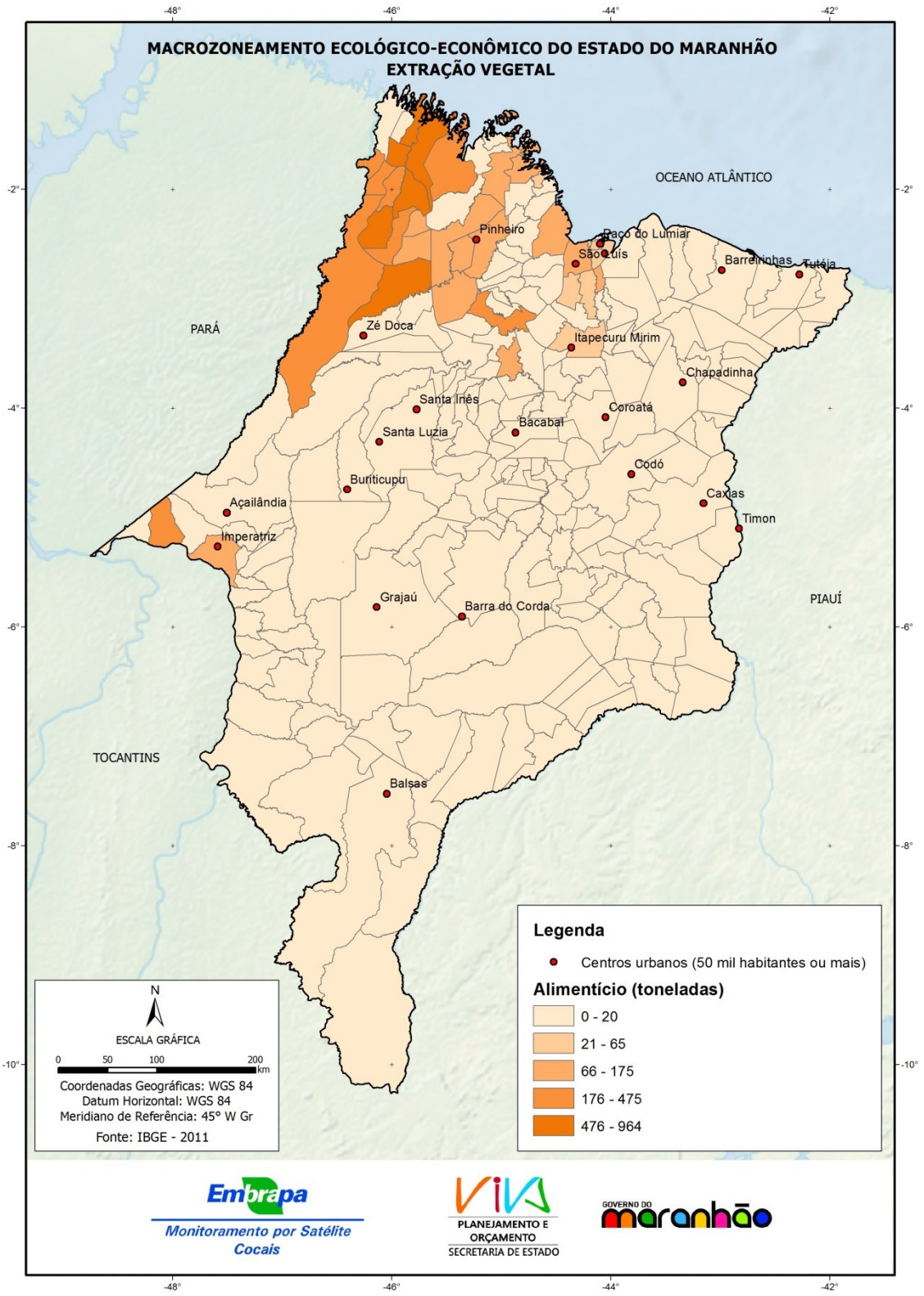


Figura 49. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – alimentícios.

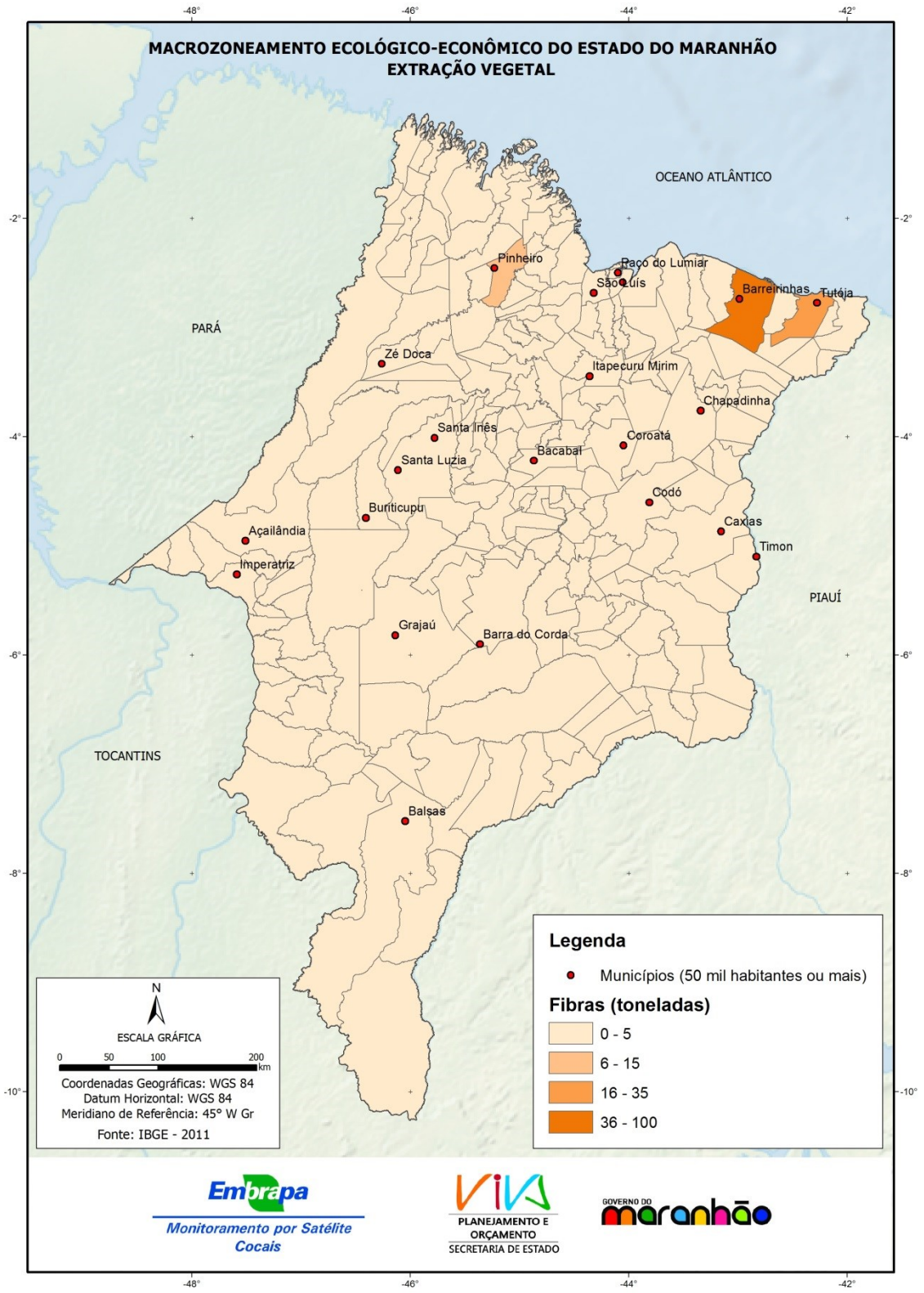


Figura 50. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – fibras.

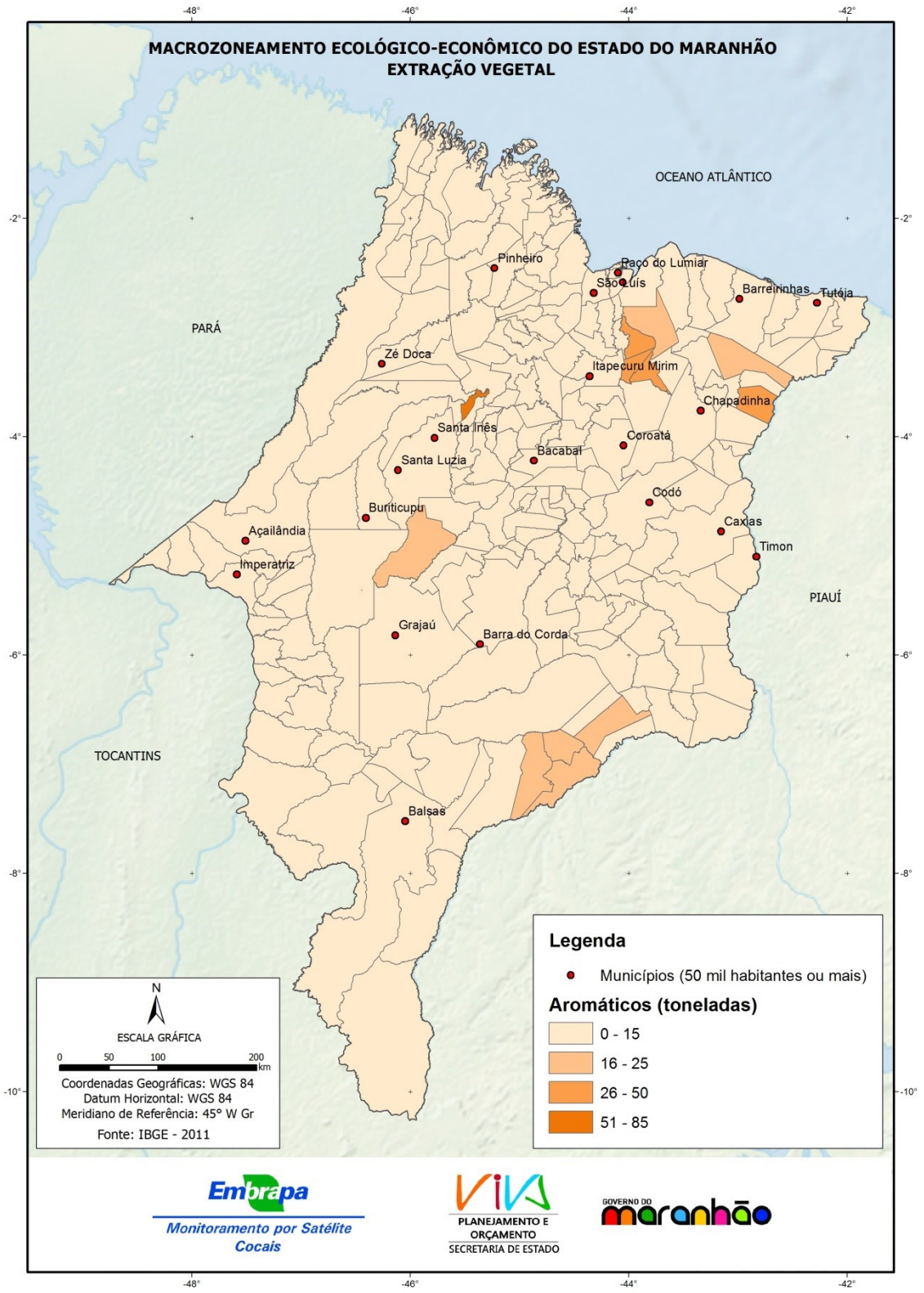


Figura 51. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – aromáticos.

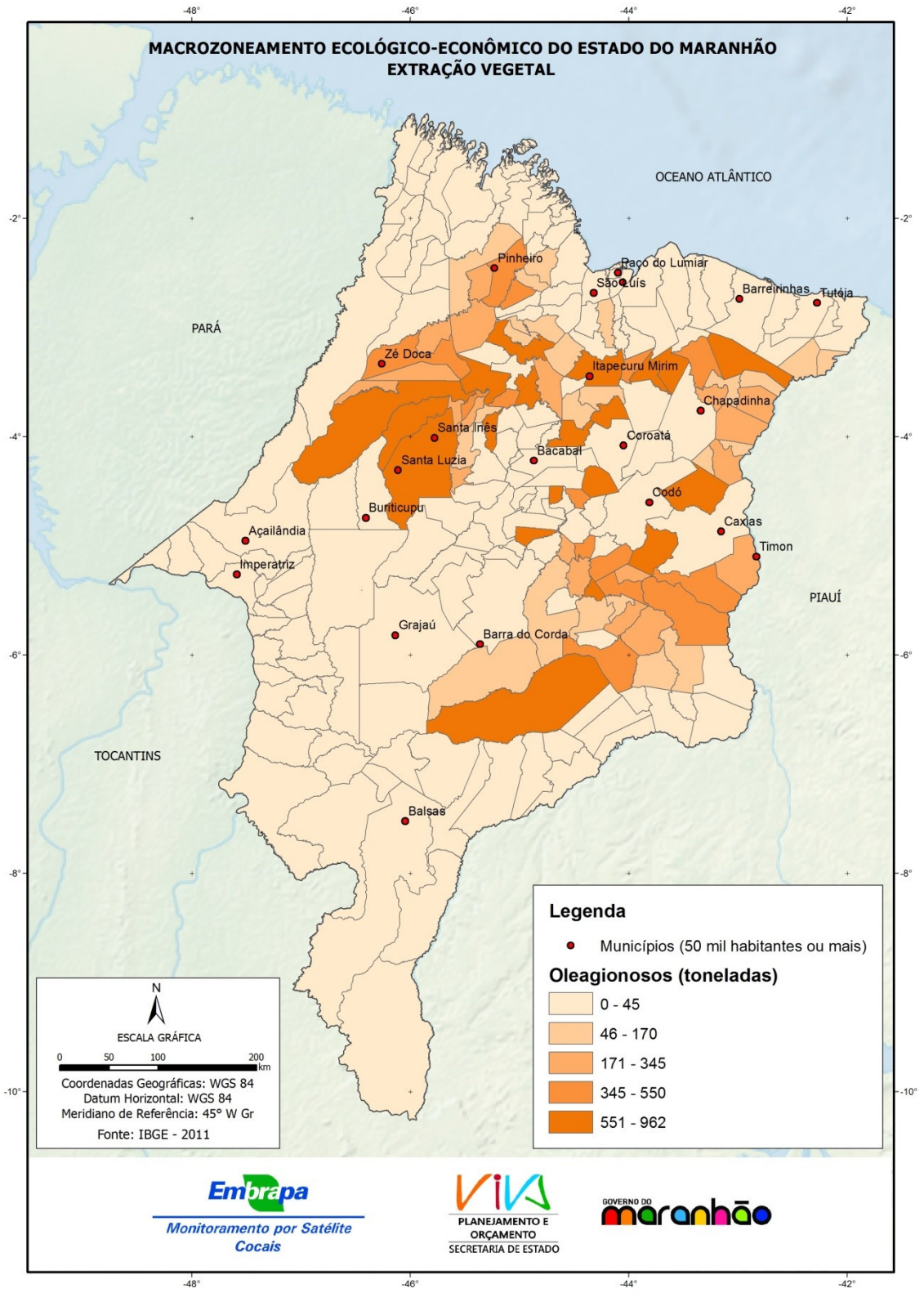


Figura 52. Produção da extração vegetal do Estado do Maranhão – oleaginosos.

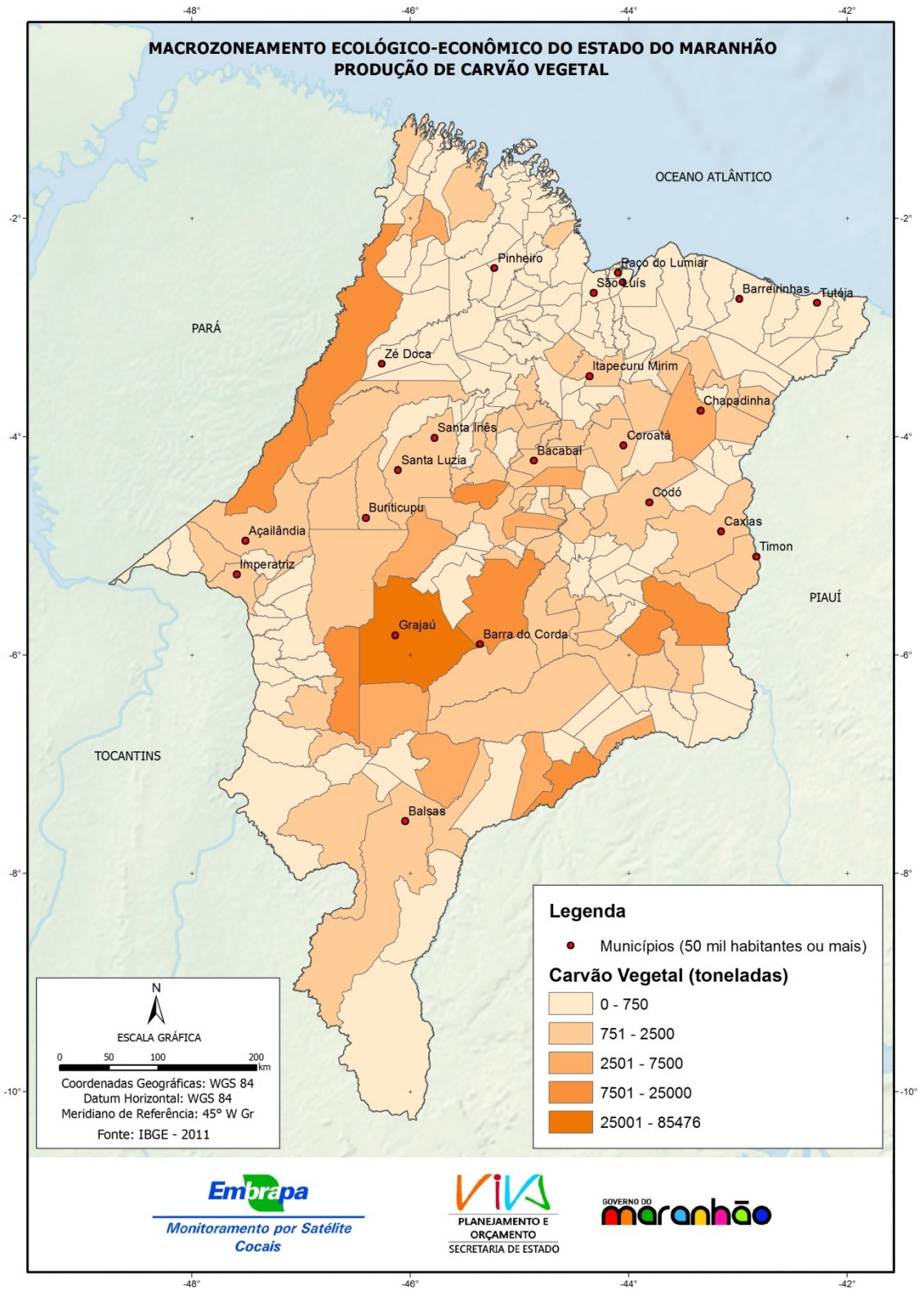


Figura 53. Produção da silvicultura do Estado do Maranhão – carvão vegetal.

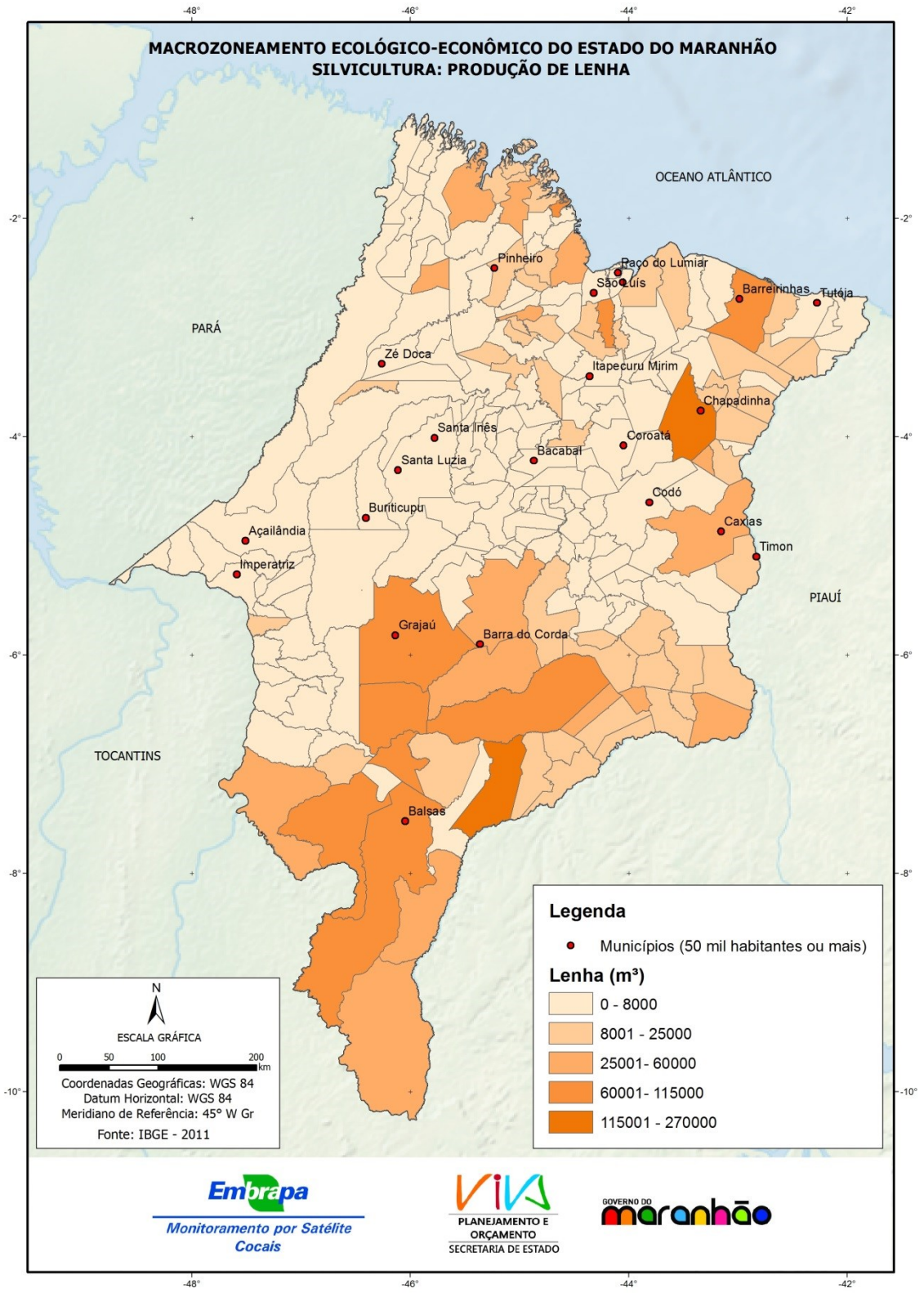


Figura 54. Produção da silvicultura do Estado do Maranhão – lenha.

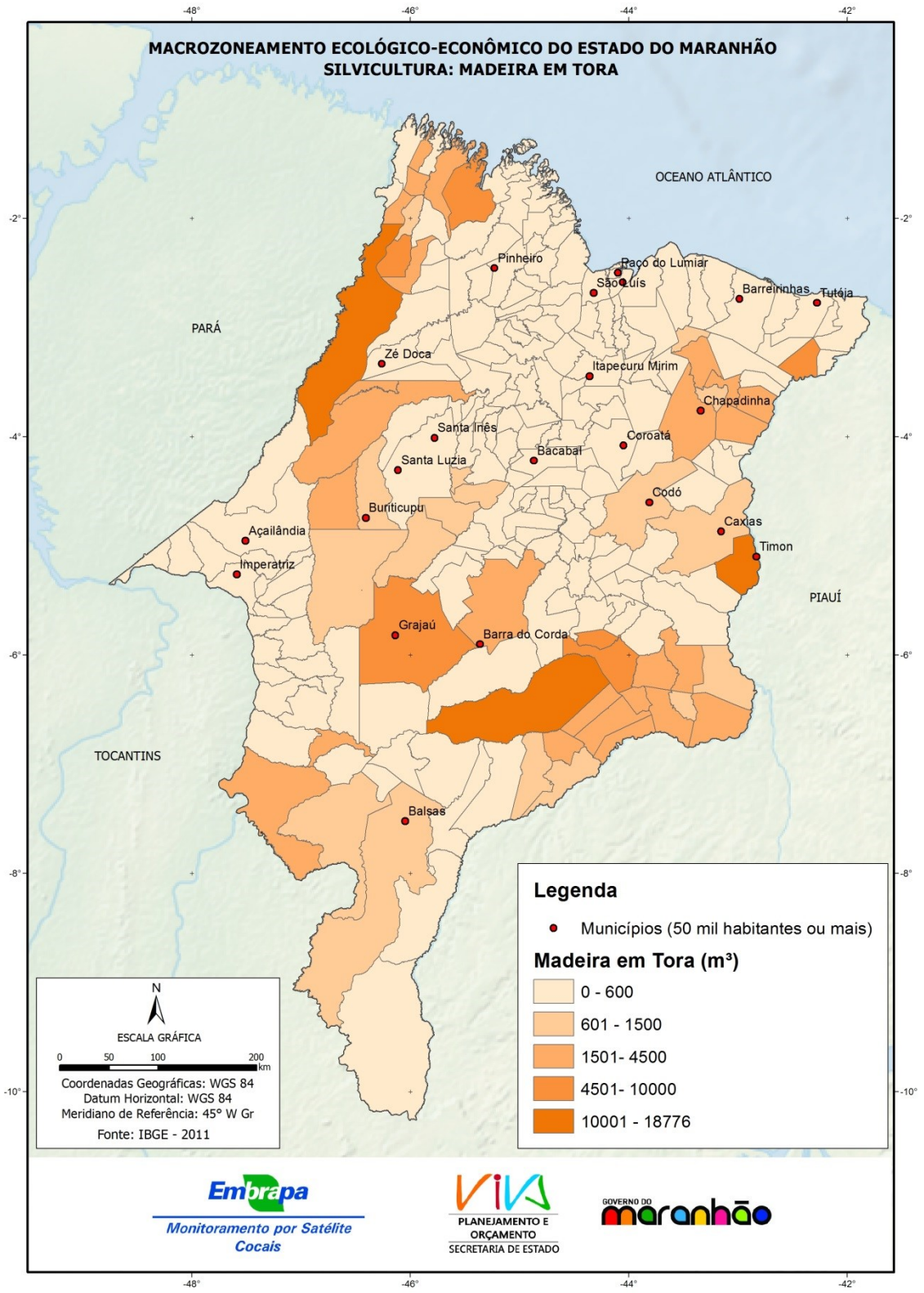


Figura 55. Produção da silvicultura do Estado do Maranhão – madeira em tora.

3.2.3. Fragilidade natural potencial

A fragilidade natural potencial é definida, conforme o Decreto nº 4.297/02, por indicadores de perda da biodiversidade, vulnerabilidade natural à perda de solo e quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, este último descrito no item Diagnóstico do meio físico-biótico.

3.2.3.1. **Indicadores de perda da biodiversidade**

A biodiversidade abrange toda a variedade de espécies de flora, fauna e micro-organismos, as funções ecológicas desempenhadas por esses organismos nos ecossistemas e as comunidades, habitats e ecossistemas formados por eles, sendo responsável pela estabilidade dos ecossistemas, pelos processos naturais e produtos fornecidos por eles e pelas espécies que modificam a biosfera (BRASIL, 2013d).

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), a biodiversidade abrange três níveis de organização: ecossistemas, espécies e recursos genéticos. Como não existe uma única medida que capte o estado atual ou as tendências da biodiversidade global, uma variedade de indicadores foi desenvolvida para fornecer avaliações cientificamente rigorosas da evolução do estado dos diversos componentes da biodiversidade (genes, populações, espécies, ecossistemas), as pressões que lhes são impostas e as medidas que estão sendo adotadas para enfrentar a perda de biodiversidade (BRASIL, 2010).

Essa avaliação do estado da biodiversidade de uma região não é simples, considerando que a biodiversidade compreende dinâmicas de ecossistemas e espécies, em muitas escalas diferentes, mediante processos ecológicos e evolutivos que mantêm a variabilidade genética e populacional (Noss, 1990, citado por Galindo-Leal et al., 2005); as comunidades, por sua vez, interagem com as diferentes paisagens, que respondem, ao longo do tempo, às pressões antrópicas e naturais.

Dessa forma, Noss (1990) citado por Galindo-Leal et al. (2005) sugere cinco níveis de organização para a análise da perda de biodiversidade – cultural, genético, espécies e população, ecossistema e comunidade e paisagem.

Galindo-Leal et al. (2005) citam como indicadores do nível de paisagem:

a) para o monitoramento da perda de habitat e fragmentação: proporção de habitats inalterados remanescentes, frequência de distribuição dos fragmentos de habitats remanescentes, número de fragmentos grandes ($> 100\ km^2$, $> 1.000\ km^2$, $> 10.000\ km^2$), distribuição espacial da perda de habitat e dos remanescentes e o grau de conectividade;

b) para o monitoramento da deterioração do habitat: proporção de habitat intacto remanescente e proporção de habitat alterado remanescente.

Essa abordagem de perda de biodiversidade associada à alteração de área de vegetação é sugerida por outros autores, como Vieira et al. (2005), para quem a perda de biodiversidade é a principal consequência do desflorestamento na Amazônia. As alterações em habitats naturais, com sua diminuição em extensão e integridade, são indicativas de contínuo declínio da biodiversidade (BRASIL, 2010). Assim, mudança no uso da terra, com a conversão do ecossistema original para outros usos como agricultura, mineração, pecuária, urbanização e desenvolvimento de infraestrutura, teriam efeitos diretos sobre a biodiversidade.

Considerando a escassez de dados especializados sobre a biodiversidade no Brasil, especialmente no nível de populações e espécies, além da escala deste macrozoneamento de 1:1.000.000, neste documento, a perda da biodiversidade é discutida no nível de paisagem.

Assim, para análise da perda de biodiversidade, será usada como indicador a integridade da paisagem natural, com avaliação da perda de área de vegetação, especialmente em espaços territoriais protegidos – unidades de conservação e terras indígenas –, na qual uma das premissas é a conservação de recursos naturais.

Nessa análise, também devem ser consideradas as áreas prioritárias para conservação, definidas pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio) para as áreas da Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal, Mata Atlântica e Campos Sulinos, e na Zona Costeira e Marinha. Essas áreas foram reconhecidas pelo Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004 e instituídas pela Portaria nº 126, de 27 de maio de 2004, do Ministério do Meio Ambiente, com posterior atualização de áreas mediante a Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007.

A definição das áreas mais relevantes foi baseada nas informações disponíveis sobre biodiversidade e pressão antrópica e na experiência dos pesquisadores

participantes dos seminários de cada bioma, e o grau de prioridade de cada uma foi definido por sua riqueza biológica, importância para as comunidades tradicionais e povos indígenas e sua vulnerabilidade. Assim, essas áreas já são indicadores de biodiversidade e essenciais para análises de sua manutenção.

A base de dados para análise da perda de vegetação foi organizada a partir do Diagnóstico de uso e cobertura da terra, integrante deste documento. Para o uso e a cobertura da terra, foram empregados os dados do Probio 2002, atualizados para 2010 pela Embrapa Monitoramento por Satélite.

Assim, a dinâmica da vegetação nesse período (Figura 56) propicia a avaliação da perda de área com vegetação como indicador da perda da biodiversidade.

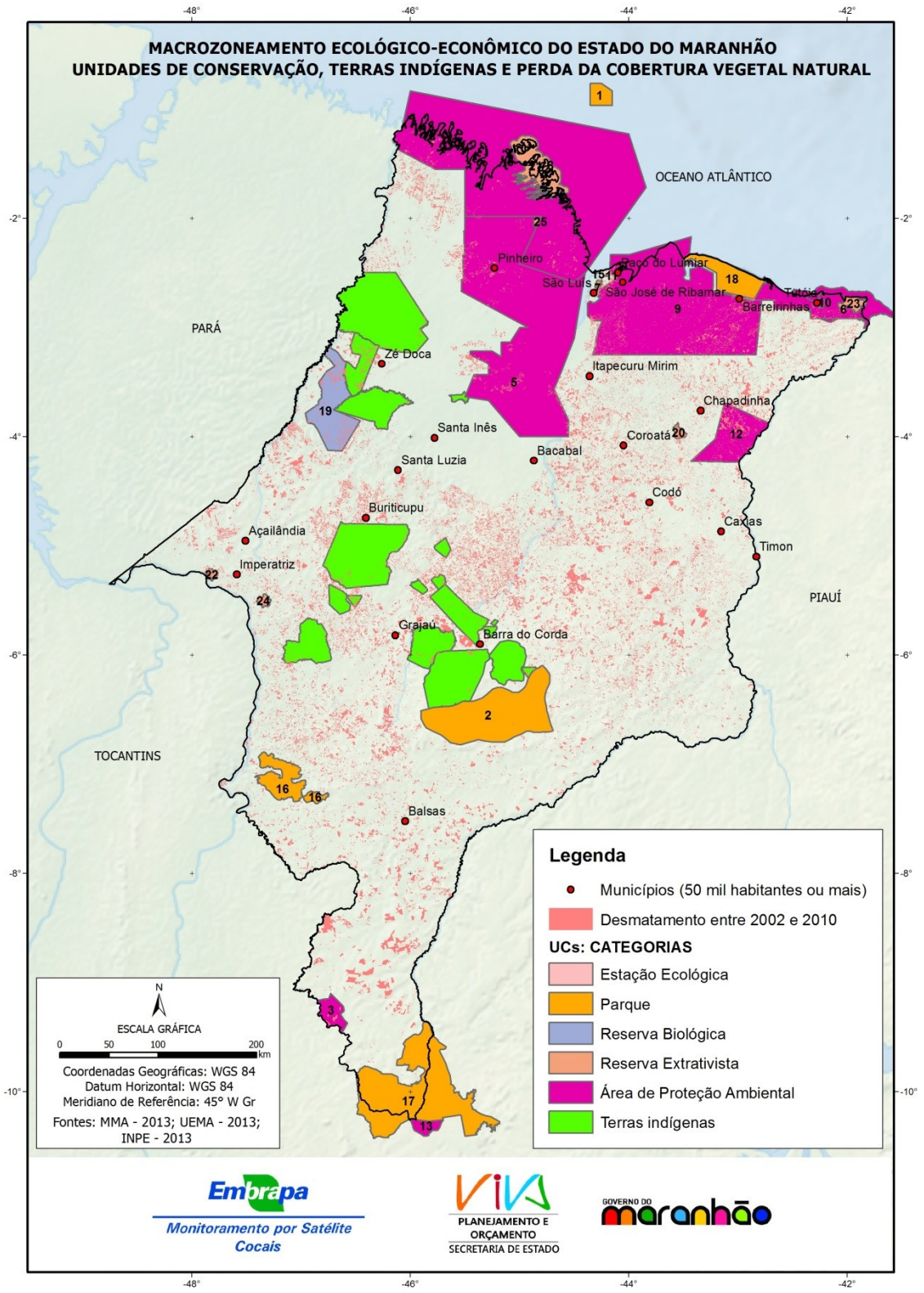


Figura 56. Unidades de conservação, terras indígenas e desmatamento entre 2002 e 2010.

3.2.3.2. **Vulnerabilidade natural à perda de solo**

A carta de da 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. Essa metodologia é baseada nos princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977) que classifica as paisagens naturais em três categorias morfodinâmicas:

1) Meios estáveis: caracterizados por cobertura vegetal densa, dissecação moderada e ausência de manifestações vulcânicas;

2) Meios intermediários: caracterizados pelo balanço entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas;

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.

Crepani et al. (1996, 2001) consideraram que a vulnerabilidade natural de uma unidade da paisagem está relacionada ao grau de estabilidade e à relação pedogênese/morfogênese de sua categoria morfodinâmica e estabeleceram valores de estabilidade/vulnerabilidade para cada categoria morfodinâmica, conforme a Tabela 22. Posteriormente, expandiram a escala de estabilidade/vulnerabilidade para 21 valores, conforme a Tabela 23.

Tabela 22. Relação pedogênese/morfogênese e valor de estabilidade/vulnerabilidade para cada categoria morfodinâmica .

Categoria morfodinâmica	**Relação pedogênese/morfogênese**	**Valor**
Estável	Prevalece a pedogênese	1,0
Intermediária	Equilíbrio pedogênese/morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a morfogênese	3,0

Tabela 23. Escala de vulnerabilidade natural e sua representação cartográfica segundo Crepani et al. (1996, 2001).

	Vulnerabilidade		Representação cartográfica			
	Valores	Classes	vermelho	verde	azul	cores
ESTABILIDADE / VULNERABILIDADE	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		0	255	102	
	1,7	Moderadamente estável	0	255	153	
	1,6		0	255	204	
	1,5		0	255	255	
	1,4		0	204	255	
	1,3	Estável	0	153	255	
	1,2		0	102	255	
	1,1		0	51	255	
	1,0		0	0	255	

Para a avaliação da vulnerabilidade natural à perda de solos, Crepani et al. (1996, 2001) propuseram que valores relativos e empíricos de vulnerabilidade, segundo a escala da Tabela 23, fossem atribuídos aos elementos do meio físico e biótico, sintetizados em cinco temas: Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação/Uso da Terra e Clima. A vulnerabilidade natural à perda de solo seria, então, calculada pela média aritmética simples da vulnerabilidade dos cinco temas, supondo que cada tema tenha a mesma importância (peso) para o estabelecimento do grau de vulnerabilidade natural à perda de solo.

Para o Estado do Maranhão, a vulnerabilidade dos elementos do meio físico-biótico foram avaliadas pela interpretação de mapas temáticos digitais dos cinco temas propostos por Crepani et al. (1996, 2001). Às unidades de mapeamento de cada tema, foram atribuídos valores de vulnerabilidade conforme a Tabela 23, 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). Desse procedimento, resultaram as cinco cartas de vulnerabilidade natural temáticas, referentes a Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação/Uso da terra e Clima. Os valores de vulnerabilidade nessas cartas foram representados pelas cores especificadas na Tabela 23.

Posteriormente, procedeu-se 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 1:

$$V = (G + R + S + Vg + C)/5 \qquad \text{(Equação 1)}$$

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. A representação cartográfica da estabilidade, ou vulnerabilidade, dessas unidades territoriais também foi feita pelas 21 cores especificadas na Tabela 2. Essas cores foram obtidas a partir da combinação das três cores aditivas 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. Na escolha das cores, procurou-se obedecer aos critérios de comunicação visual que buscam associar às cores "quentes" e seus matizes (vermelho, amarelo e laranja) situações de emergência, e às cores "frias" e seus matizes (azul, verde) situações de tranquilidade (CREPANI et al., 2001).

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 23.

Cartas de vulnerabilidade temáticas

Os produtos iniciais da aplicação da metodologia de Crepani et al. (1996, 2001) são as cartas de vulnerabilidade referentes aos cinco temas do meio físico e biótico: Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação/Uso da Terra e Clima. Essas cartas são apresentadas a seguir, em escala reduzida, antecipadas por considerações e critérios aplicados a cada tema para a atribuição de valores de vulnerabilidade.

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. Por grau de coesão das rochas entende-se a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem (CREPANI et al., 2001).

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 24). As unidades geológico-ambientais consideradas e seus respectivos litótipos são aquelas que constam do Mapa de Geodiversidade do Estado do Maranhão (CPRM, 2013).

Os valores atribuídos às unidades geológico-ambientais são apresentados na Tabela 25. 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 57.

Tabela 24. Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns.

Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Filito, metassiltito	2,1
Ríólito, granito, dacito	1,1	Ardósia, metargilito	2,2
Granodiorito, quartzo diorito, granulitos, tonalitos	1,2	mármores	2,3
Migmatitos, gnaisses	1,3	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Fonólito, nefelina sienito, traquito, sienito	1,4	Conglomerados, subgrauvacas	2,5
Andesito, diorito, basalto	1,5	Grauvacas, arcózios	2,6
Anortosito, gabro, peridotito	1,6	Siltitos, argilitos	2,7
Milonitos, quartzo-muscovita-biotita-clorita-xisto	1,7	Folhelhos	2,8
Piroxenito, anfibolito, kimberlito, dunito	1,8	Calcários, dolomitos, margas, evaporitos	2,9
Hornblenda, Tremolina, Actiolita xisto	1,9	Sedimentos inconsolidados, aluviões, colúvios	3,0
Estaurolita xisto, xistos granatíferos	2,0		

Fonte: Adaptada de Crepani et al. (2001).

Tabela 25. 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.	3,0
DCDL	Depósitos detrito-lateríticos – Provenientes de processos de laterização em rochas de composições diversas, sem a presença de crosta.	3,0
DCDLi	Horizonte laterítico in situ – Proveniente de processos de laterização em rochas de composições diversas, formando crosta. Exemplo: Crostas ferruginosas.	3,0
DCEf	Dunas fixas – Material arenoso fixado pela vegetação.	3,0
DCEm	Dunas móveis – Material arenoso inconsolidado.	3,0
DCfl	Ambiente fluviolacustre – Predomínio de sedimentos arenosos, intercalados com camadas argilosas, ocasionalmente com presença de turfa.	3,0
DCGMGLaf	Anfibolitos.	1,8
DCGMGLgnp	Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas.	1,2
DCGMGLmgi	Migmatitos indiferenciados	1,3
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.	1,2
DCm	Ambiente misto (marinho/continental) – Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (mangues).	3,0
DCMa	Predomínio de sedimentos arenosos, de deposição continental, lacustre, fluvial ou eólica – arenitos. Exemplo: Formação Urucuia.	2,4
DCmc	Ambiente marinho costeiro – Predomínio de sedimentos arenosos.	3,0

Sigla da unidade	Caracterização da unidade geológico-ambiental segundo CPRM (2013)	Vulnerabilidade
DCSR	Relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas – Coberturas arenoconglomeráticas e/ou síltico-argilosas associadas a superfícies de aplainamento.	3,0
DCT	Alternância irregular entre camadas de sedimentos de composição diversa (arenito, siltito, argilito e cascalho).	2,9
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.	3,0
DSP1acgsa	Predomínio de sedimentos arenosos e conglomeráticos, com intercalações subordinadas de sedimentos síltico-argilosos.	2,6
DSP2mqmtc	Metarenitos, quartzitos e metaconglomerados.	2,4
DSP2x	Predomínio de metassedimentos síltico-argilosos, representados por xistos.	1,3 a 1,7
DSVMPacg	Predomínio de arenitos e conglomerados.	2,6
DSVMPae	Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição eólica.	2,4
DSVMPaef	Predomínio de espessos pacotes de arenitos de deposição mista (eólica e fluvial)	2,4 a 2,7
DSVMPasac	Intercalações irregulares de sedimentos arenosos, síltico-argilosos e calcários.	2,7
DSVMPasaf	Intercalações de sedimentos arenosos, síltico-argilosos e folhelhos.	2,5 a 2,6
DSVMPsaa	Predomínio de sedimentos síltico-argilosos com intercalações arenosas.	2,6 a 2,7
DSVMPsabc	Predomínio de sedimentos síltico-argilosos intercalados de folhelhos betuminosos e calcários	2,8
DSVMPsaca	Predomínio de sedimentos síltico-argilosos e calcários com intercalações arenosas subordinadas.	2,6
DSVP1va	Predomínio de vulcanismo de ácido a intermediário.	1,1 a 1,3
DSVP2gratv	Metarenitos feldspáticos, metarenitos, tufos e metavulcânicas de básicas a intermediárias.	1,4
DSVP2mqsafmg	Predomínio de metarenitos e quartzitos com intercalações irregulares de metassedimentos síltico-argilosos e formações ferríferas ou manganesíferas.	1,0
DSVP2pbu	Predomínio de metapelitos com intercalações de rochas metabásicas e/ou metaultramáficas.	1,1 a 1,9
DVMba	Predomínio de basalto com *intertraps* subordinados de arenito	1,5
DVMgd	Predomínio de rochas básicas intrusivas.	1,5

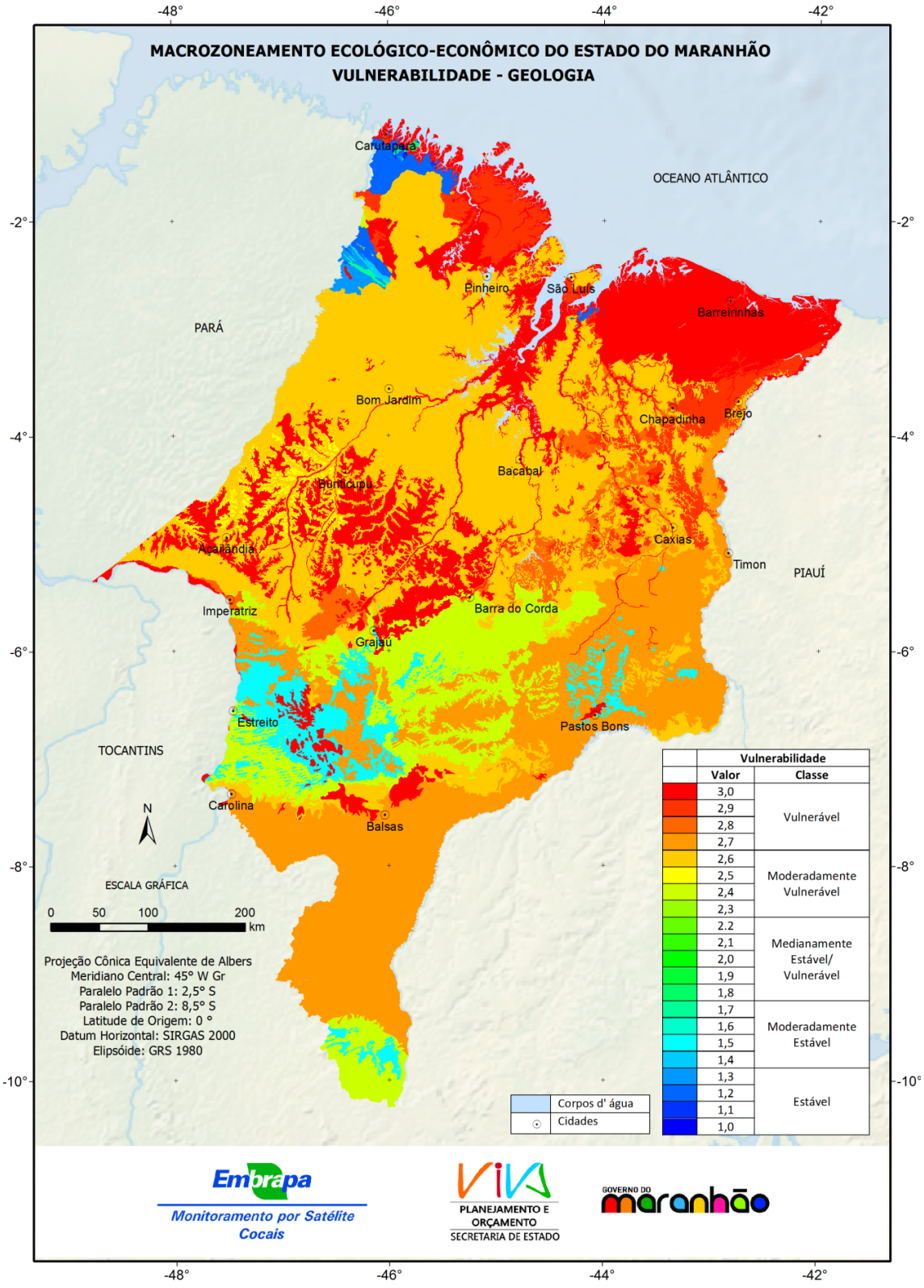


Figura 57. Carta de vulnerabilidade para o tema Geologia.

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 58) que constam do Mapa de Geodiversidade do Estado do Maranhão (CPRM, 2013). Os valores atribuídos (Tabela 26) 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 26.

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 59.

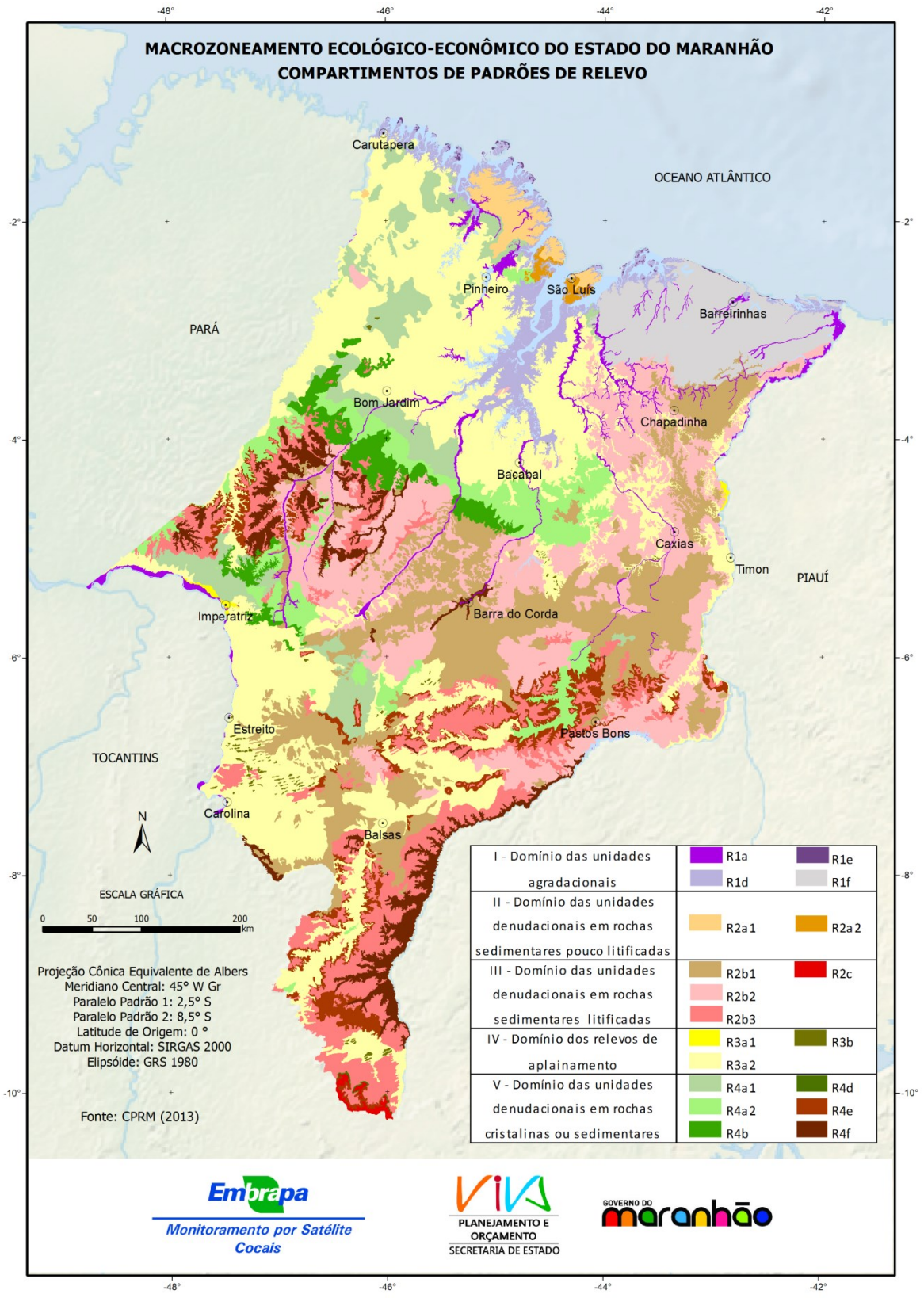


Figura 58. Mapa de padrões de relevo.

Tabela 26. 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.	1,0
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.	1,2
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.	1,2
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. A despeito 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	1,3

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
		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.	
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). • Amplitude de relevo de 20 m a 50 m. Vertentes com topo plano (0° a 30°). Localmente ressaltam-se vertentes acentuadas (10° a 25°).	1,3
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°.	1,2
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).	1,7

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
		• 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°).	
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°.	1,4
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°).	2,0
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 esporádica de processos	2,1

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
		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°).	2,8
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°).	2,8
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.	2,9

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
		• 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°.	
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 meandrantes 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°)	3,0
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°.	3,0
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°).	3,0
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	3,0

Sigla	Padrão de relevo	Características principais, segundo DANTAS (2013)	Vulnerabilidade
		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°)	
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°.	3,0

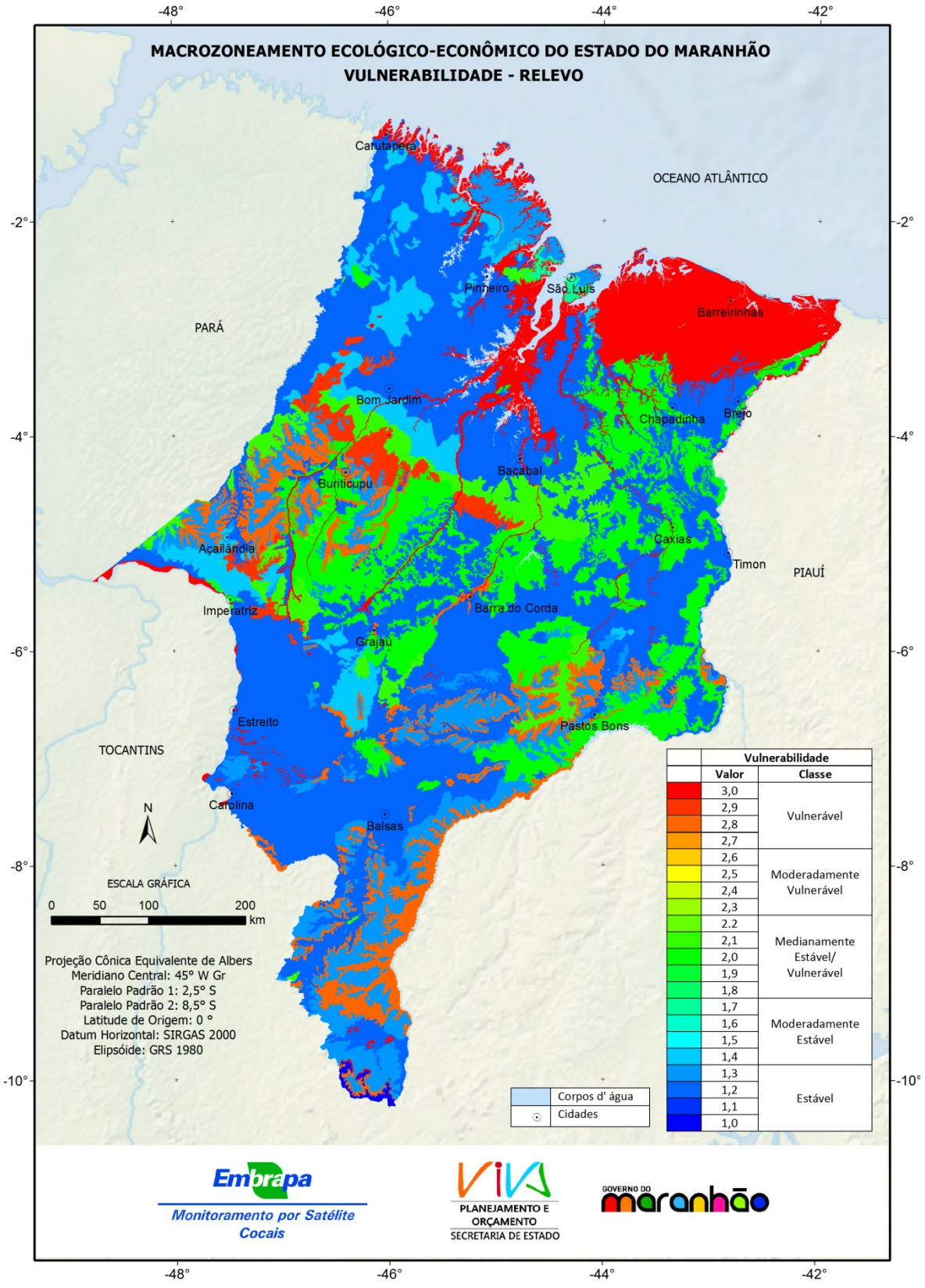


Figura 59. Carta de vulnerabilidade para o tema Geomorfologia.

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 27.

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 27. 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	1,3
Latossolo Vermelho-Escuro	Latossolo Vermelho	1,2
Latossolo Roxo	Latossolo Vermelho	1,0
Terra Roxa Estruturada	Nitossolo Vermelho	1,5
Brunizém avermelhado	Chernossolo	1,8
Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo, Nitossolo	1,5
Podzólico Vermelho-Amarelo Concrecionário	Plintossolo	1,8
Podzólico Acinzentado	Argissolo acinzentado	2,2
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	Luvissolo, Argissolo, Nitossolo	1,5
Plintossolo	Plintossolo	2,7
Plintossolo Concrecionário	Plintossolo Pétrico	2,8
Planossolo	Planossolo	2,2
Cambissolo	Cambissolo	2,3
Vertissolo	Vertissolo	2,9
Vertissolo Tiomórfico	Vertissolo	3,0
Solos Indiscriminados de Mangues		3,0
Gleissolo	Gleissolo	2,8
Gleissolo Tiomórfico	Gleissolo Tiomórfico	3,0
Solonetz-Solodizado	Planossolo Nátrico	2,9
Solonchak-Solonétzico	Gleissolo	2,9
Solos Aluviais	Neossolo Flúvico	2,9
Areias Quartzosas	Neossolo Quartzarênico	2,9
Areias Quartzosas Marinhas	Neossolo Quartzarênico	2,9
Areias Quartzosas Hidromórficas	Neossolo Quartzarênico	2,9
Dunas		3,0
Solos Litólicos	Neossolo Litólicos	2,9
Afloramento de rochas		3,0

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 60.

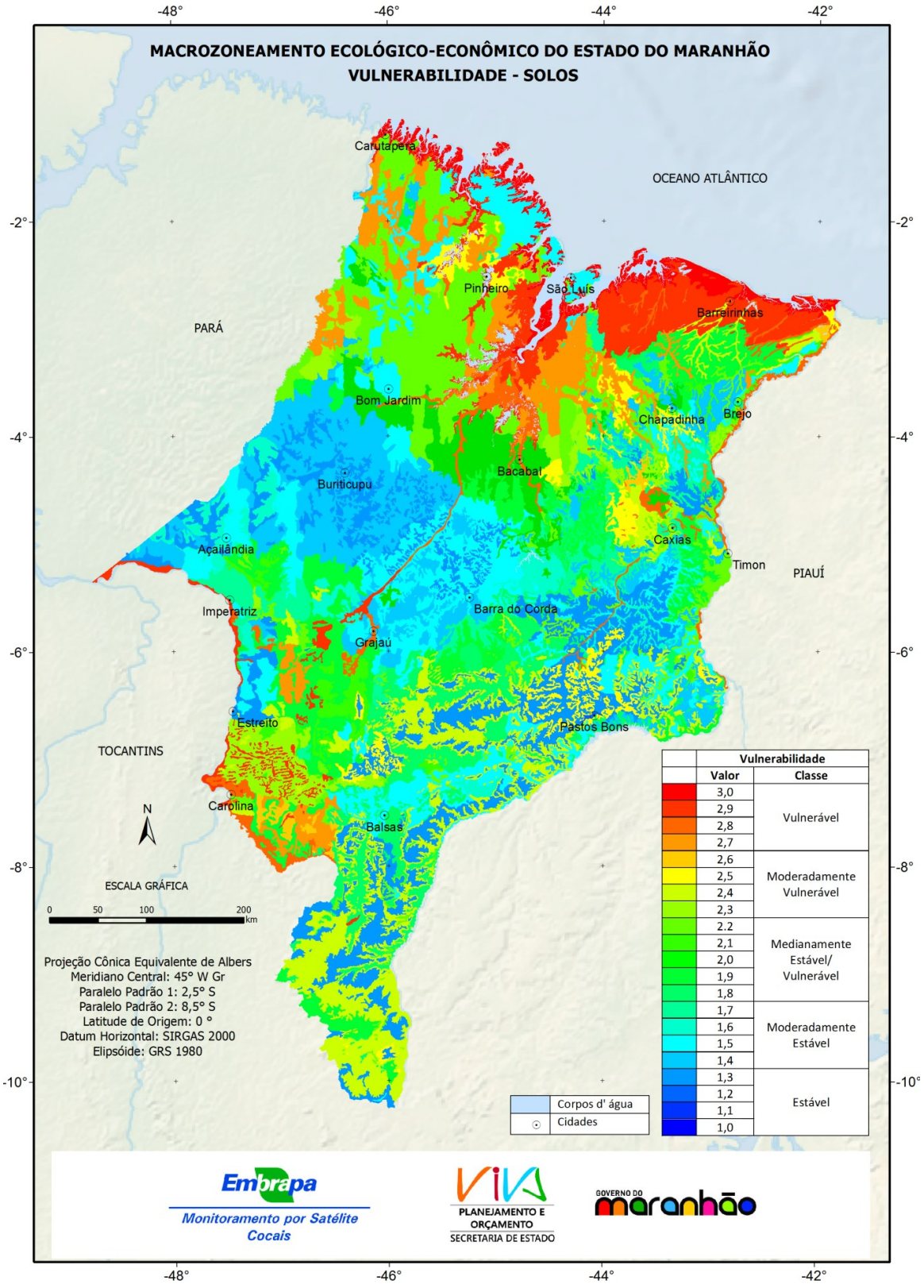


Figura 60. Carta de vulnerabilidade para o tema Solo.

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).

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 28 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 61).

Tabela 28. 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
Iu	Influência urbana	3,0
Pm	Vegetação com influência marinha	3,0

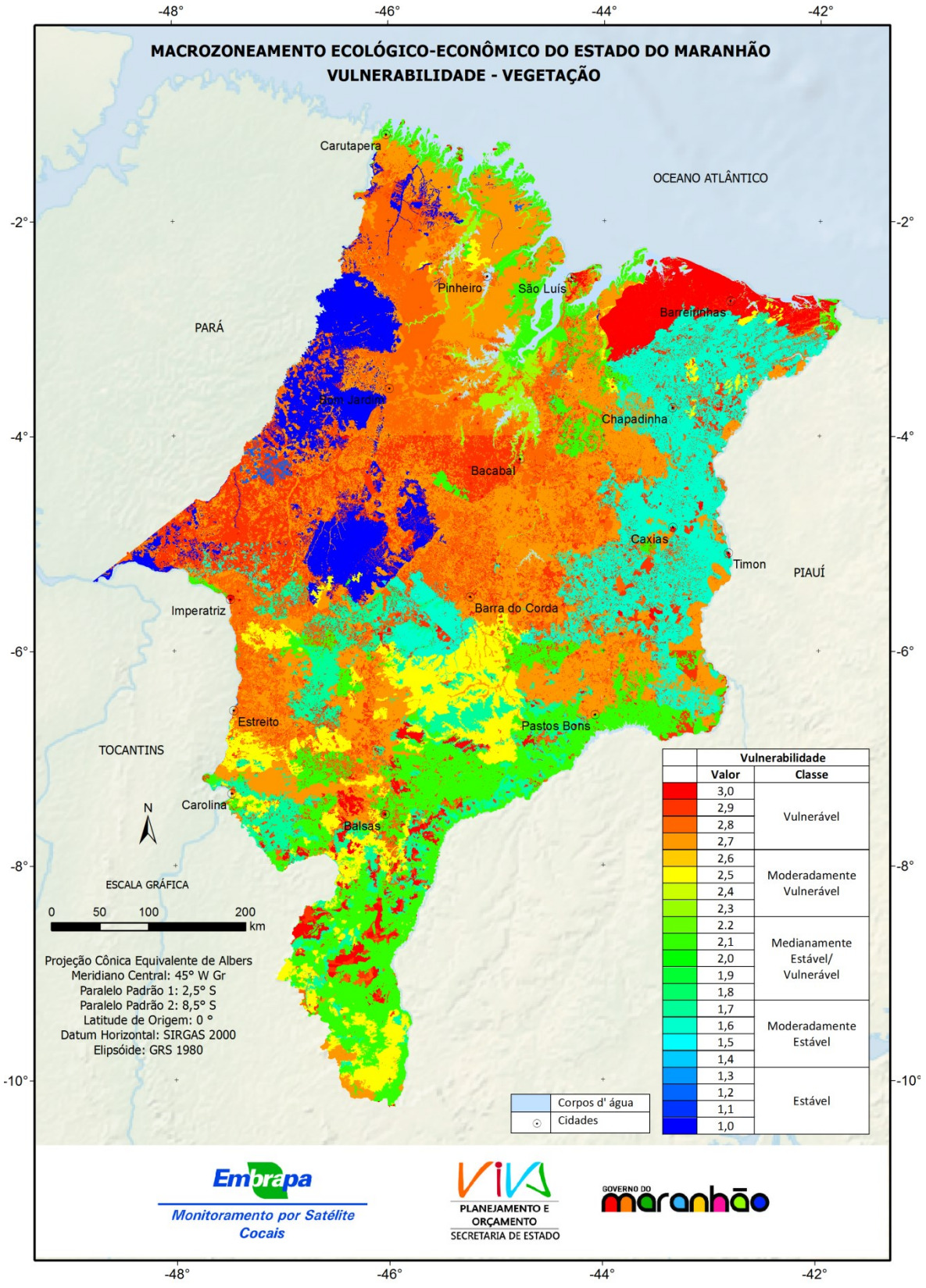


Figura 61. Mapa de vulnerabilidade para o tema Vegetação.

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).

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 29.

Tabela 29. Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo segundo Crepani et al. (2001).

Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnera-bilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnera-bilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnera-bilidade
< 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

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 isoeitas 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 29.

A cada classe atribui-se o valor correspondente de vulnerabilidade, segundo a mesma Tabela 29, gerando o mapa de vulnerabilidade para o tema Clima da Figura 62.

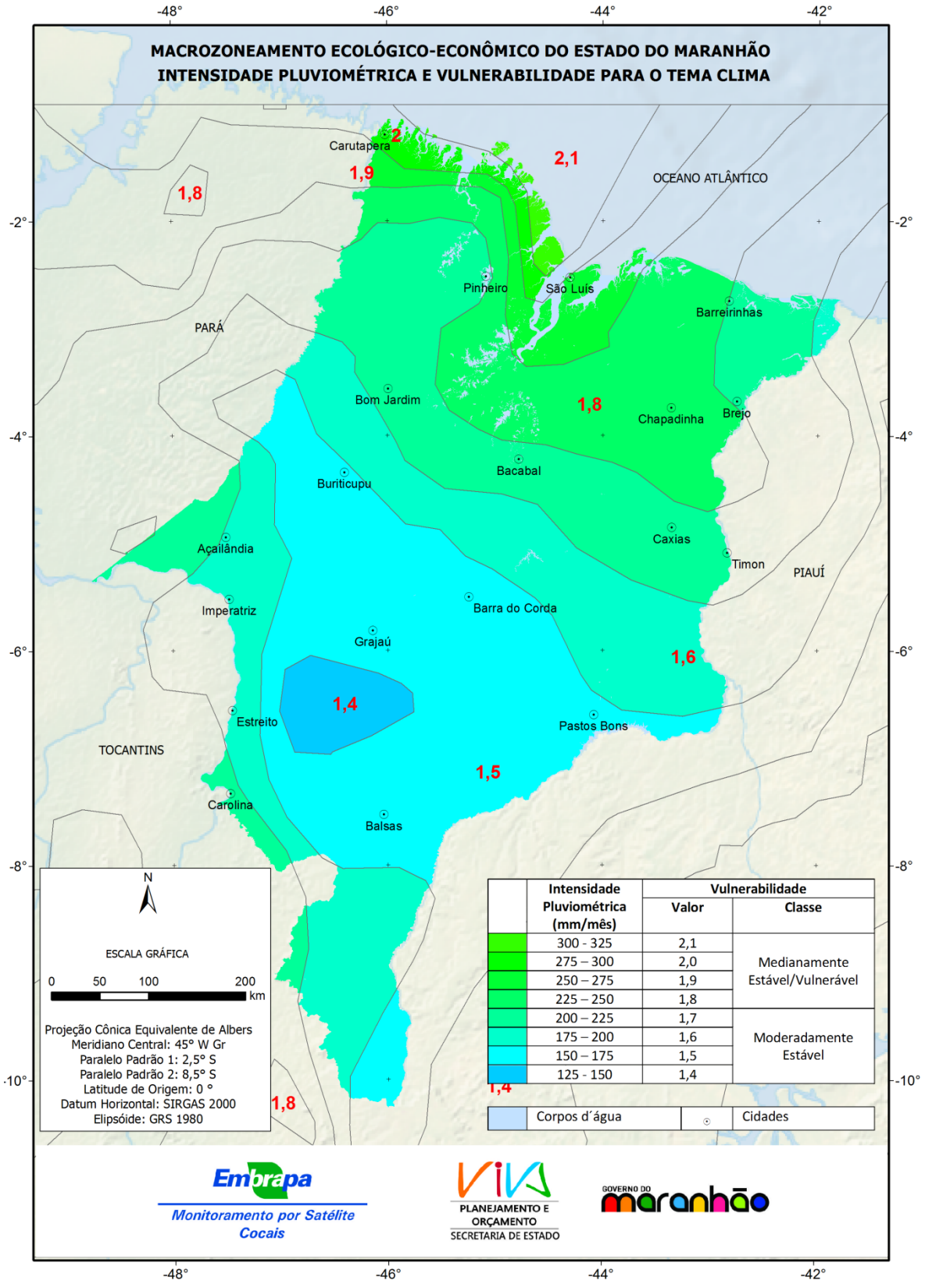


Figura 62. Mapa de vulnerabilidade para o tema Clima.

Cartas síntese de vulnerabilidade natural à perda de solos

As cartas síntese de vulnerabilidade natural à perda de solos (Figuras 63 e 64) resultaram da aplicação da Equação 1 às cartas de vulnerabilidade referentes aos temas Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Clima. A Figura 63 apresenta os valores de vulnerabilidade dentro da faixa de 1,0 a 3,0.

Na Figura 64, 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 30 e 31.

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 31).

Áreas menores classificadas como moderadamente estáveis e moderadamente vulneráveis estão espalhadas por todo o estado de permeio com as áreas mediamente estáveis/vulneráveis.

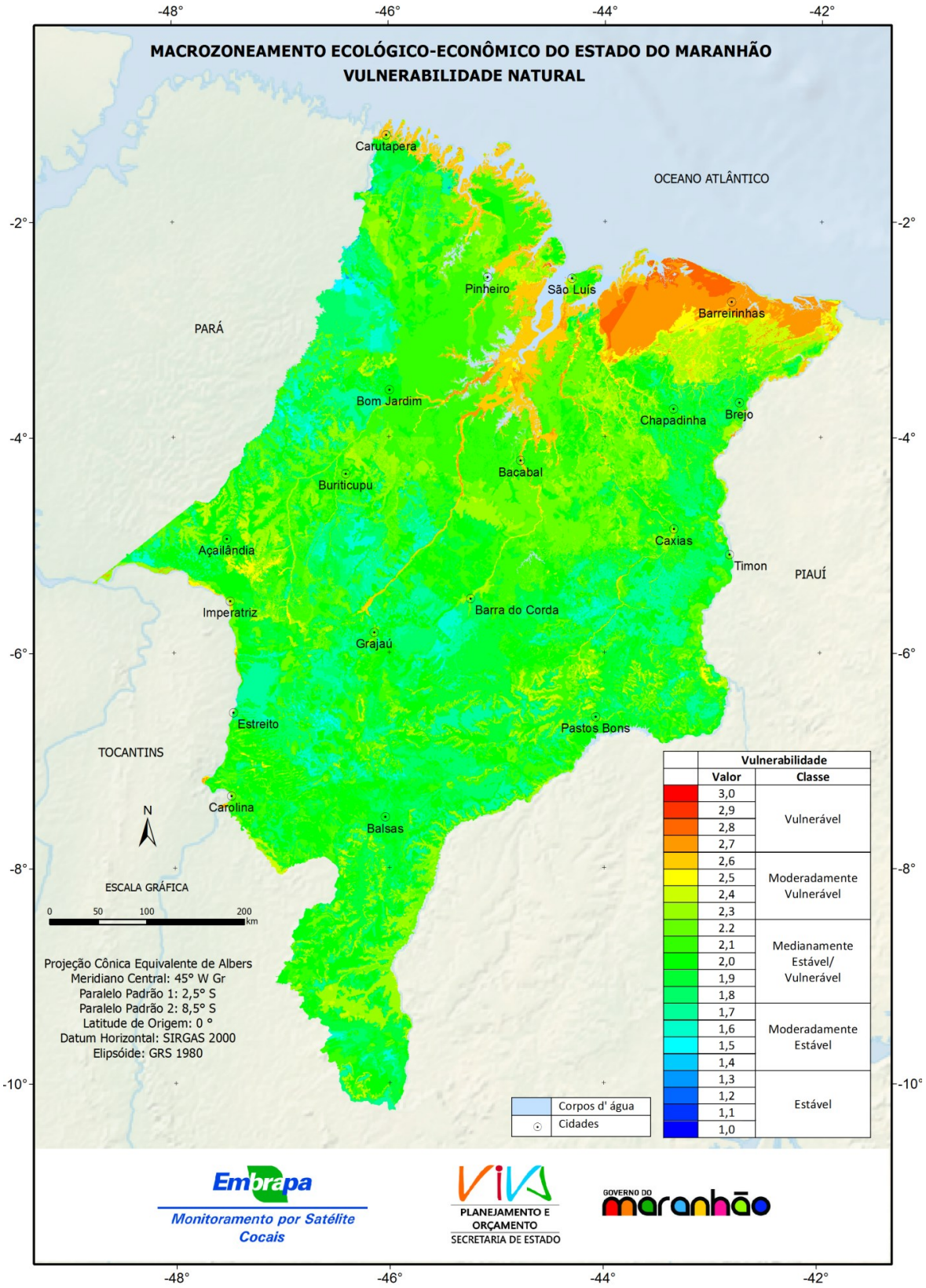


Figura 63. Carta de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão.

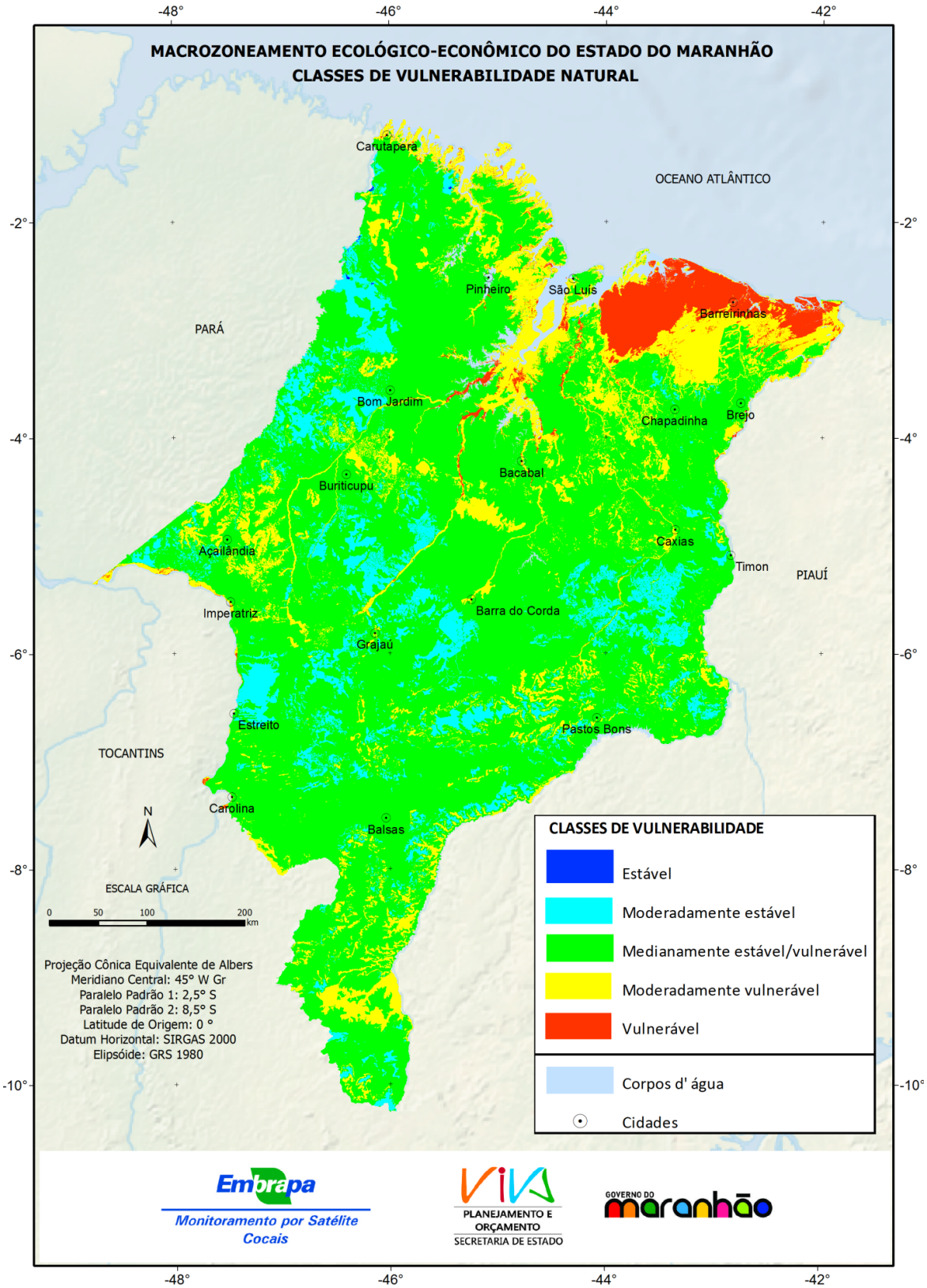


Figura 64. Carta simplificada de vulnerabilidade natural à perda de solo do Estado do Maranhão.

Tabela 30. Quantificação das áreas por valores e classes de vulnerabilidade natural à perda de solos.

Vulnerab.	Classes de vulnerabilidade					Água	Total (ha)
	Estável	Moderada-mente estável	Medianamente estável/ vulnerável	Moderada-mente vulnerável	Vulnerável		
1,3	4.104						4.104
1,4		4.065					4.065
1,5		97.229					97.229
1,6		586.136					586.136
1,7		2.409.185					2.409.185
1,8			3.017.587				3.017.587
1,9			4.792.228				4.792.228
2,0			5.789.917				5.789.917
2,1			5.896.026				5.896.026
2,2			4.127.463				4.127.463
2,3				2.337.860			2.337.860
2,4				806.277			806.277
2,5				421.713			421.713
2,6				1.080.223			1.080.223
2,7					1.016.818		1.016.818
2,8					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

Tabela 31. 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						Total
	Estável	Moderada-mente estável	Medianamente estável/ vulnerável	Moderada-mente vulnerável	Vulnerável	Água	
1,3	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1,4	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1,5	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
1,6	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77
1,7	0,00	7,26	0,00	0,00	0,00	0,00	7,26
1,8	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00	9,09
1,9	0,00	0,00	14,44	0,00	0,00	0,00	14,44
2,0	0,00	0,00	17,45	0,00	0,00	0,00	17,45
2,1	0,00	0,00	17,77	0,00	0,00	0,00	17,77
2,2	0,00	0,00	12,44	0,00	0,00	0,00	12,44
2,3	0,00	0,00	0,00	7,05	0,00	0,00	7,05
2,4	0,00	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00	2,43
2,5	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	1,27
2,6	0,00	0,00	0,00	3,26	0,00	0,00	3,26
2,7	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	0,00	3,06
2,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,62
Água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,78	1,78
Total	0,01	9,33	71,19	14,00	3,68	1,78	100,00

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 à 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 32 a 34, com as áreas pertencentes a cada valor e classe de vulnerabilidade dentro de cada unidade dos sistemas ambientais. Essas áreas estão quantificadas em km^2, 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 as mesmas relacionadas na Tabela 15 e descritas no Anexo 8.7, a saber: 1 – Planícies Litorâneas, 2 – Tabuleiros do 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 31, 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 do 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.

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.

Tabela 32. Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto aos valores de vulnerabilidade natural. Percentuais em relação à área total de cada sistema ambiental.

	Vulnerabilidade																
Sistemas ambientais	**1,3**	**1,4**	**1,5**	**1,6**	**1,7**	**1,8**	**1,9**	**2,0**	**2,1**	**2,2**	**2,3**	**2,4**	**2,5**	**2,6**	**2,7**	**2,8**	**Água**
Água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,11	0,05	0,02	99,75
1	0,00	0,00	0,01	0,56	0,20	0,25	3,46	2,30	2,19	1,86	4,75	5,34	4,43	59,10	9,54	4,81	1,21
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,08	0,72	3,17	10,00	8,08	6,00	58,93	12,84	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,03	0,08	1,19	8,45	13,25	5,07	1,10	2,94	59,28	8,49	0,04	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,06	0,27	6,80	57,34	24,98	4,04	1,22	1,13	2,78	1,34	0,01	0,00
5	0,05	0,00	1,28	3,46	13,05	12,83	7,07	11,70	25,73	17,41	6,25	0,76	0,16	0,18	0,05	0,00	0,00
6	0,08	0,02	0,42	2,72	1,69	16,67	29,24	9,89	11,45	24,61	1,66	0,08	0,42	0,87	0,17	0,00	0,00
7	0,81	1,67	9,15	11,26	14,92	23,10	21,86	9,23	7,63	0,29	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,15	0,00	0,00	0,08	4,09	1,63	1,49	21,27	42,76	7,19	8,76	4,32	1,49	5,37	0,94	0,46	0,00
9	0,00	0,00	0,26	4,30	7,99	7,55	11,63	20,27	21,77	13,11	10,25	1,82	0,89	0,14	0,01	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,01	2,92	5,91	10,57	15,10	17,35	31,56	10,41	3,42	1,53	0,89	0,31	0,02	0,00
11	0,00	0,00	0,14	5,39	15,33	24,96	22,77	19,14	8,54	2,93	0,63	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,01	4,14	6,50	7,97	21,94	34,75	10,70	9,20	2,91	1,52	0,28	0,02	0,05	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	13,30	11,53	9,68	2,67	19,39	22,65	9,94	6,43	2,04	0,96	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	5,08	23,86	20,51	16,31	21,27	8,04	4,13	0,33	0,25	0,13	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,14	0,19	7,90	6,33	25,62	20,54	16,62	12,88	6,27	1,88	1,13	0,43	0,07	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,09	2,59	27,89	17,82	22,41	15,88	7,92	3,35	0,84	0,81	0,05	0,29	0,06	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,23	1,72	6,01	8,62	40,69	27,02	10,33	4,49	0,72	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,01	1,40	4,08	18,73	22,95	17,66	16,86	12,19	3,76	1,69	0,52	0,06	0,06	0,03	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,18	3,88	5,20	9,06	52,41	19,15	7,41	1,37	0,71	0,62	0,02	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	9,65	11,60	54,06	13,52	8,13	1,70	0,59	0,20	0,09	0,40	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,33	3,18	28,49	29,58	23,34	10,83	2,39	1,68	0,15	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,04	0,17	2,15	4,62	47,15	17,75	14,70	6,45	4,62	2,08	0,17	0,06	0,02	0,00	0,00
23	0,00	0,01	0,18	0,25	15,98	5,70	21,98	17,09	12,77	12,67	8,20	4,39	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	8,50	10,19	13,15	27,89	9,60	7,62	19,42	3,16	0,38	0,10	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	3,81	17,98	28,82	11,99	16,08	19,59	0,96	0,31	0,03	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,08	3,83	3,42	14,20	41,91	22,73	9,47	1,54	1,92	0,87	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	1,76	23,37	16,54	9,75	14,32	11,92	4,88	6,68	10,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,08	0,26	0,30	1,11	5,82	7,43	12,18	13,46	15,82	11,63	8,26	14,49	9,15	0,00	0,00
Total	**0,01**	**0,01**	**0,29**	**1,77**	**7,26**	**9,09**	**14,44**	**17,45**	**17,77**	**12,44**	**7,04**	**2,43**	**1,27**	**3,25**	**3,06**	**0,62**	**1,78**

Tabela 33. 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						584.925,64	584.925,64
1		4.538,40	59.028,10	432.526,47	84.329,67	7.131,42	587.554,05
2		61,08	13.274,99	369.031,16	972.039,07		1.354.406,30
3	6,1	595	162.034,89	481.870,85	60.049,53		704.556,36
4		807,83	2.403.794,66	246.476,50	36.182,90		2.687.261,89
5	1.278,70	427.225,06	1.794.753,71	176.572,22	1.277,62		2.401.107,32
6	322,26	18.752,97	355.471,66	11.733,43	661,4		386.941,71
7	1.728,27	79.075,20	132.724,08	170,65			213.698,20
8	763,26	21.017,00	374.581,69	100.462,22	7.050,56		503.874,74
9		653.822,89	3.870.820,11	682.498,68	385,75		5.207.527,44
10		71.076,26	1.946.541,08	393.013,12	7.790,36		2.418.420,83
11		219.370,64	824.297,96	8.502,34	1,13		1.052.172,07
12		99.868,72	792.647,97	44.418,32	495,97		937.430,97
13		12.268,38	495.415,89	359.556,52	8.428,88		875.669,68
14		363,22	392.771,53	57.543,50	606,54		451.284,80
15		109.114,47	1.087.587,71	128.747,29	881,74		1.326.331,20
16		398.029,90	877.090,43	25.925,21	720,04		1.301.765,58
17		61.571,29	704.990,58	6.831,67			773.393,54
18		378.632,21	1.147.672,59	36.479,96	396,52		1.563.181,28
19		22.835,33	524.123,06	15.247,01			562.205,40
20		323,42	506.834,67	13.493,06	2.088,39		522.739,54
21		42.114,57	1.137.391,57	22.516,11			1.202.022,25
22		15.728,68	604.751,62	46.325,77	151,35		666.957,41
23		242.867,59	1.038.418,50	197.980,48			1.479.266,57
24		145.131,88	1.169.418,74	393.857,70			1.708.408,33
25		2.944,39	546.153,04	144.965,64			694.063,07
26		34.244,85	419.608,82	13.185,31			467.038,99
27		31.171,94	71.210,89	21.659,75			124.042,58
28		2.662,10	166.351,41	208.838,57	38.066,65		415.918,73
Total	4.098,59	3.096.215,26	23.619.761,96	4.640.429,54	1.221.604,07	592.057,06	33.174.166,48

Tabela 34. Classificação das áreas dos sistemas ambientais quanto à vulnerabilidade natural. 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	Vulnerável	Água	Estável	Moderad. estável	Medianam.est ável/vulner.	Moderad. vulnerável	Vulnerável	Água	Total
Água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76	1,76
1	0,00	0,77	10,05	73,61	14,35	1,21	0,00	0,01	0,18	1,30	0,25	0,02	1,77
2	0,00	0,00	0,98	27,25	71,77	0,00	0,00	0,00	0,04	1,11	2,93	0,00	4,08
3	0,00	0,08	23,00	68,39	8,52	0,00	0,00	0,00	0,49	1,45	0,18	0,00	2,12
4	0,00	0,03	89,45	9,17	1,35	0,00	0,00	0,00	7,25	0,74	0,11	0,00	8,10
5	0,05	17,79	74,75	7,35	0,05	0,00	0,00	1,29	5,41	0,53	0,00	0,00	7,24
6	0,08	4,85	91,87	3,03	0,17	0,00	0,00	0,06	1,07	0,04	0,00	0,00	1,17
7	0,81	37,00	62,11	0,08	0,00	0,00	0,01	0,24	0,40	0,00	0,00	0,00	0,64
8	0,15	4,17	74,34	19,94	1,40	0,00	0,00	0,06	1,13	0,30	0,02	0,00	1,52
9	0,00	12,56	74,33	13,11	0,01	0,00	0,00	1,97	11,67	2,06	0,00	0,00	15,70
10	0,00	2,94	80,49	16,25	0,32	0,00	0,00	0,21	5,87	1,18	0,02	0,00	7,29
11	0,00	20,85	78,34	0,81	0,00	0,00	0,00	0,66	2,48	0,03	0,00	0,00	3,17
12	0,00	10,65	84,56	4,74	0,05	0,00	0,00	0,30	2,39	0,13	0,00	0,00	2,83
13	0,00	1,40	56,58	41,06	0,96	0,00	0,00	0,04	1,49	1,08	0,03	0,00	2,64
14	0,00	0,08	87,03	12,75	0,13	0,00	0,00	0,00	1,18	0,17	0,00	0,00	1,36
15	0,00	8,23	82,00	9,71	0,07	0,00	0,00	0,33	3,28	0,39	0,00	0,00	4,00
16	0,00	30,58	67,38	1,99	0,06	0,00	0,00	1,20	2,64	0,08	0,00	0,00	3,92
17	0,00	7,96	91,16	0,88	0,00	0,00	0,00	0,19	2,13	0,02	0,00	0,00	2,33
18	0,00	24,22	73,42	2,33	0,03	0,00	0,00	1,14	3,46	0,11	0,00	0,00	4,71
19	0,00	4,06	93,23	2,71	0,00	0,00	0,00	0,07	1,58	0,05	0,00	0,00	1,69
20	0,00	0,06	96,96	2,58	0,40	0,00	0,00	0,00	1,53	0,04	0,01	0,00	1,58
21	0,00	3,50	94,62	1,87	0,00	0,00	0,00	0,13	3,43	0,07	0,00	0,00	3,62
22	0,00	2,36	90,67	6,95	0,02	0,00	0,00	0,05	1,82	0,14	0,00	0,00	2,01
23	0,00	16,42	70,20	13,38	0,00	0,00	0,00	0,73	3,13	0,60	0,00	0,00	4,46
24	0,00	8,50	68,45	23,05	0,00	0,00	0,00	0,44	3,53	1,19	0,00	0,00	5,15
25	0,00	0,42	78,69	20,89	0,00	0,00	0,00	0,01	1,65	0,44	0,00	0,00	2,09
26	0,00	7,33	89,84	2,82	0,00	0,00	0,00	0,10	1,26	0,04	0,00	0,00	1,41
27	0,00	25,13	57,41	17,46	0,00	0,00	0,00	0,09	0,21	0,07	0,00	0,00	0,37
28	0,00	0,64	40,00	50,21	9,15	0,00	0,00	0,01	0,50	0,63	0,11	0,00	1,25
Total	**0,01**	**9,33**	**71,20**	**13,99**	**3,68**	**1,78**	**0,01**	**9,33**	**71,20**	**13,99**	**3,68**	**1,78**	**100,00**

3.2.4. Corredores ecológicos

O corredor ecológico é um instrumento de gestão e ordenamento territorial, definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (ICMBIO, 2013b). De acordo com o SNUC, corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais que ligam unidades de conservação e possibilitam, entre elas, o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam, para sua sobrevivência, áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais. Assim, os corredores ecológicos atuam com o objetivo específico de promover a conectividade entre fragmentos de áreas naturais (BRASIL, 2013e).

A implementação de um corredor ecológico depende da pactuação entre a União, os estados e municípios para permitir que os órgãos governamentais responsáveis pela preservação do meio ambiente e outras instituições parceiras possam atuar em conjunto para fortalecer a gestão das unidades de conservação, elaborar estudos, prestar suporte aos proprietários rurais e aos representantes de comunidades quanto ao planejamento e o melhor uso do solo e dos recursos naturais, auxiliar no processo de averbação e ordenamento das reservas legais (RLs), apoiar na recuperação das áreas de preservação permanente (APPs), entre outros (ICMBIO, 2013b). Além disso, os corredores ecológicos são instituídos com base em informações como estudos sobre o deslocamento de espécies, sua área de vida (área necessária para o suprimento de suas necessidades vitais e reprodutivas) e a distribuição de suas populações, que suportam o estabelecimento de regras de utilização dessas áreas (BRASIL, 2013e).

No contexto deste diagnóstico, o tema é fundamentado no Decreto nº 4.297/02 sobre ZEE, que prevê a indicação de corredores ecológicos para a área de estudo. Assim, considerando que o corredor ecológico visa mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas e promover a ligação entre diferentes áreas (BRASIL, 2013e), a base desta análise são as informações sobre os espaços territoriais protegidos – unidades de conservação (base de dados do MMA e UEMA) e terras indígenas (base MMA), além das áreas prioritárias para conservação (critério de importância, base MMA) (Figura 65).

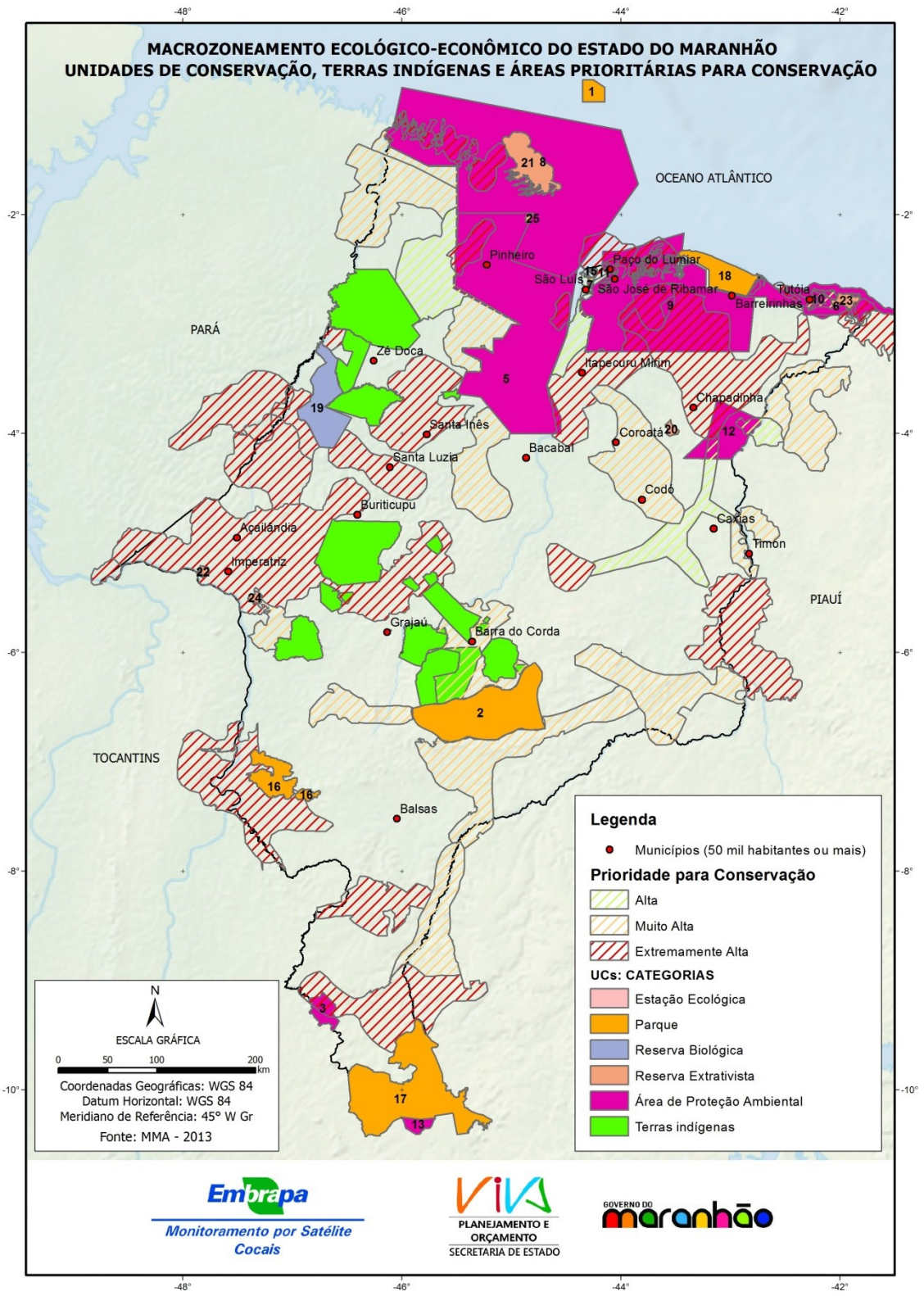


Figura 65. Unidades de conservação, terras indígenas e áreas prioritárias para conservação.

3.2.5. Tendências de ocupação e condições de vida da população

O índice de participação socioprodutivo (IPSP) é um indicador sintético construído com o intuito de simplificar, em um único número, as características populacionais dos municípios do estado por meio de um conjunto de variáveis de educação, renda, urbanização e de serviços básicos. Todas as variáveis utilizadas na construção do IPSP são oriundas do Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE (BECKER; EGLER, 1996).

IPSP = (TU + TS + TE + TR) / 4

- **TU** (taxa de urbanização populacional): resultado da relação entre população urbana e a população total.
- **TS** (taxa de acesso aos serviços básicos): resultado da média entre abastecimento de água, acesso à energia e coleta de lixo, expresso por

TS = (AA + AE + CL + ES) / 4, em que:

Abastecimento de água (AA) – percentual da população residente em domicílio particular permanente com abastecimento de água em relação à população total destes domicílios;

Acesso à energia (AE) – percentual da população residente em domicílios particulares permanentes (unidade consumidora residencial) com energia elétrica em relação ao total da população residente em domicílios particulares permanentes;

Coleta de lixo (CL) – percentual da população residente em domicílios particulares permanentes servidos com coleta de lixo em relação à população total desses domicílios particulares permanentes;

Esgotamento sanitário (ES) – percentual da população residente em domicílios particulares permanentes servidos com esgotamento sanitário da rede geral em relação à população total desses domicílios particulares permanentes.

- **TE** (Taxa de educação) – média ponderada da alfabetização de adultos (AA) e escolarização média (EM) expressa por

TE = 2/3 (AA) + 1/3 (EM), em que:

Alfabetização de adultos (AA) – porcentagem da população com 15 anos ou mais que pode compreender, ler e escrever um texto pequeno e simples sobre o seu cotidiano;

Escolarização média (EM) – resultado da média aritmética simples das variáveis de escolarização líquida (EL1 e EL2),

- *EL1* (Escolarização líquida do 1º Grau) – percentual do número de estudantes matriculados no primeiro nível de educação (1º grau) e que pertencem ao grupo de idade para este nível (menos de 7 a 14 anos), em relação à população total deste grupo;

- *EL2* (Escolarização líquida do 2º Grau) – percentual do número de estudantes matriculados no segundo nível de educação (2º grau) e que pertencem ao grupo de idade para este nível (15 a 19 anos), em relação à população total deste grupo.

- **TR** (Taxa de desempenho de renda) – resultado da média aritmética simples das variáveis (RM e GN):

- RM (Renda média) – é a relação entre o total das pessoas de dez anos ou mais de idade com rendimento e o total das pessoas com rendimento no município;

- GN (índice de Gini) – representa a desigualdade do rendimento domiciliar per capita dos domicílios no município.

*Taxa de urbanização populacional – **TU***

Historicamente, o Maranhão é o estado mais rural do Brasil. Segundo o Censo IBGE (2010), ele mantém essa posição, ao contar com 36,9% da sua população (2,4 milhões de pessoas) na zona rural, apesar do crescimento na taxa de urbanização nas ultimas décadas.

A taxa de urbanização populacional (TU) do Maranhão aqui calculada é de 63,08, sendo que apenas 22% dos seus 217 municípios, registraram taxas acima desse valor. Marajá do Sena foi o município com a menor TU, situado na Bacia do Mearim. Distante cerca de 400 km de São Luís, esse município tem 8,1 mil habitantes e 85,6% deles moram na zona rural. Imperatriz, com 247,5 mil habitantes, destacou-se com a maior TU do estado (94,76%), seguido de Santa Inês (94,71%) e São Luís (94,45%).

As regiões do estado que apresentaram maior concentração de municípios com baixa TU foram: a microrregião dos Lençóis Maranhenses, com destaque para

Santo Amaro do Maranhão (26,27%) e Araioses (28,34%); a Baixada Maranhense, com Palmeirândia (18,43%) e Presidente Sarney (24,98%) registrando as menores taxas; e a região do Mearim, com destaque para Fernando Falcão (16,30%) e Jenipapo dos Vieiras (16,31%).

Por outro lado, as áreas com maior número de municípios e altas TU do estado estão situadas nas microrregiões: Gerais de Balsas, destacando Balsas (87,12%); Médio Mearim, pressionada por Pedreiras (87,49%) e Bacabal (77,85%); e Gurupi, com Luís Domingues (84,53%) e Maracaçumé (82,64%).

*Taxa de acesso aos serviços básicos – **TS***

A taxa de acesso aos serviços básicos (TS) é constituída pelos serviços de saneamento (abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário) e acesso à energia elétrica, serviços imprescindíveis para a realização das atividades fundamentais para o pleno desenvolvimento da sociedade.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social.

A Lei nº 11.445 de 2007, em seu art. 3º, inciso I, alíneas a, b, c e d, adota o conceito de saneamento básico como o conjunto de serviços públicos, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

O Maranhão registrou uma média de 60,96 na taxa de serviços, em torno de 60% dos municípios do estado apresentaram valores abaixo dessa média. Essa situação reflete a deficiência no acesso aos serviços básicos, principalmente, no que se refere a esgotamento sanitário e coleta de lixo.

Como a prestação de serviços básicos é melhor distribuída nas áreas urbanas, as regiões do estado que apresentam concentração de municípios com menores taxas, coincidem, em parte, com aquelas citadas nas taxas de urbanização populacional.

Dessa forma, evidenciam-se as microrregiões: dos Lençóis Maranhenses, com destaque para Santo Amaro do Maranhão (26,98), a menor do estado, e Primeira Cruz (28,60); a Baixada Maranhense, com Cajari (33,70) e São Vicente de Ferrer

(33,85); e a região da Chapada das Mangabeiras, onde o Município de São Félix de Balsas (25,06) registrou a segunda menor taxa.

Seguindo a mesma tendência, os municípios que se destacaram com a melhores taxas foram: São Luís (83,34), Imperatriz (83,05) e Santa Inês (79,08), que também apresentam bons níveis de desenvolvimento em relação a outros aspectos.

*Taxa de educação – **TE***

A taxa de educação (TE), resultado da média ponderada da alfabetização de adultos (AA) e escolarização média (EM), apresentou o segundo pior resultado entre as quatro taxas analisadas, pressionada para baixo pelo analfabetismo. Os cinco municípios com o pior resultado foram Marajá do Sena (14,84), Fernando Falcão (16,30), São João do Soter (17,64), Belágua (19,73) e Aldeias Altas (19,85), que apresentaram taxa de alfabetização inferior a 6. Os cinco municípios com o melhor resultado foram São Luís (82,83), Paço do Lumiar (80,48), São José de Ribamar (78,94), Imperatriz (71,95) e Balsas (66,60).

O analfabetismo é principal responsável pelo mau desempenho dessa taxa. Apesar dos avanços na última década, a taxa de analfabetismo no estado do Maranhão ainda é alta (21%). O melhor resultado da escolaridade resultou, basicamente, do desempenho da taxa de atendimento no ensino fundamental (84,7%), já que no ensino médio ela foi de apenas 42,1%. Esse resultado traz à tona o grande desafio do estado do Maranhão, no combate ao analfabetismo e na permanências dos alunos no ensino médio.

*Taxa de desempenho de renda – **TR***

A taxa de desempenho de renda (TR), que é composta pela renda média e pelo índice de Gini, foi a que apresentou o menor resultado entre as quatro taxas calculadas. Os cinco municípios com o pior resultado foram: Primeira Cruz (28,25), Santo Amaro do Maranhão (28,73), Presidente Vargas (29,07), Marajá do Sena (29,43) e Humberto de Campos (29,58). Os cinco com melhores resultados foram São Luís (65,13), Imperatriz (55,81), Estreito (53,51), Alto Parnaíba (51,61) e Balsas (51,44).

De fato, o Maranhão concilia as piores rendas com boas taxas de crescimento econômico, resultando em altas taxas de desigualdade. O censo demográfico

2010, revelou que o Maranhão é o estado mais pobre do Brasil, com 25,8% de sua população (1,7 milhão de pessoas) vivendo com até R$ 70,00 mensais. Por outro lado, na primeira década dos anos 2000, o Maranhão apresentou taxas de crescimento econômico superior às do Brasil e às do Nordeste. Isso evidencia que o padrão endógeno de crescimento da economia maranhense é excludente e pouco dinâmico, por estar baseado na exportação de commodities agrícolas e minerais, com pouco efeito multiplicador no mercado de trabalho. As figuras do item Indicadores de participação sociopopulacional (em Diagnóstico socioeconômico) representam espacialmente a distribuição das taxas de urbanização populacional, acesso aos serviços básicos, educação, desempenho de renda e, finalmente, a espacialização do índice de desempenho sociopopulacional.

IDHM – Índice de desenvolvimento para cada município

É baseado nos índices de desenvolvimento da educação, da expectativa de vida (ou longevidade) e no desenvolvimento da renda da população de cada município.

De acordo com os dados secundários coletados, as tabelas elaboradas e os mapas apresentados, fica evidente o crescimento do IDHM da maioria dos municípios do Estado do Maranhão no período de dez anos (2000-2010). Nesses dez anos também é possível identificar a melhoria nas colocações dos municípios do Maranhão, no âmbito nacional. São Luís, primeira cidade do estado no quesito desenvolvimento, subiu da 518ª colocação para a 249ª colocação; a cidade de Imperatriz pulou da posição 1.735 para a 993ª posição. No âmbito estadual, houve mudanças de posições entre as cidades, indicando que umas desenvolveram-se melhor do que as outras.

Todos os mapas foram cruzados com cinco regiões das unidades dos sistemas ambientais:

Região A – Planícies e tabuleiro na região das Formações Pioneiras;

Região B – Superfícies e tabuleiros na região da Floresta Ombrófila;

Região C – Planaltos na região das florestas Estacional e Ombrófila;

Região D – Chapada, tabuleiros e depressão na área de Tensão Ecológica da Savana/Floresta;

Região E – Chapadas, tabuleiros e depressões na região da Savana.

Analisando o mapa de IDHM para o ano de 2000 (Figura 66), verifica-se que a faixa de IDHM (0,261–0,499) predomina quase que absolutamente em todas as regiões, ou seja, nas regiões A e C a magnitude é da ordem de 99,82% e 99,63%, respectivamente; na região D, essa faixa representa cerca de 97,82%; a região B tem um percentual da ordem de 98,10%; e, finalmente, a região E apresenta uma porcentagem um pouco melhor, ou seja, 85,32% dessa faixa.

Para a faixa de IDHM que vai de 0,500 a 0,5999, verifica-se contribuição muito baixa, ou seja, 0,04%, 0,85%, 0,37% e 2,18%, respectivamente, para as áreas A, B, C e D. A área E apresenta uma porcentagem de 14,68%, ou seja, é a que demonstra melhor desempenho.

Para a faixa de IDHM que varia de 0,6000 a 0,6999, somente as áreas A e B contribuem com 0,15% e 1,05%, respectivamente. Numa análise global, verifica-se que, no ano de 2000, os níveis de IDHM no Estado do Maranhão eram muito baixos e abrangiam praticamente todo o seu território.

Para o ano de 2010 (Figura 67), verifica-se que o limite inferior de 0,261 de IDHM não mais existe e que foi incorporado à faixa superior, que varia de 0,700 até 0,7999, contando, então, com quatro faixas de IDHM. O primeiro nível de IDHM, que varia de 0,443 até 0,4999, tem uma magnitude percentual muito baixa, ou seja, 0,33%, 0,51%, 3,06%, 2,63% e 4,75% para as áreas A, B, C, D e E, respectivamente. As porcentagens mais representativas estão na faixa de IDHM que varia de 0,5000 até 0,5999, da ordem de 84,60%, 83,44%, 69,28%, 65,38% e 46% para as áreas A, B, C, D e E, respectivamente.

Para o intervalo de IDHM que varia de 0,600 a 0,5999, há melhor performance das áreas C, D e E, com participação da ordem de 27,62%, 30% e 49,43%, respectivamente. As participações das áreas A e B são da magnitude de 14,89% e 14,75%, respectivamente. O limite superior, que varia de 0,7000 a 0,7999, tem pouca representatividade, sendo que a maior participação fica com a área D, com 1,99%, e a área B, com 1,30%. A região A fica com 0,18% e a região C, com 0,05%. Finalmente, a região E não se enquadra neste intervalo de IDHM.

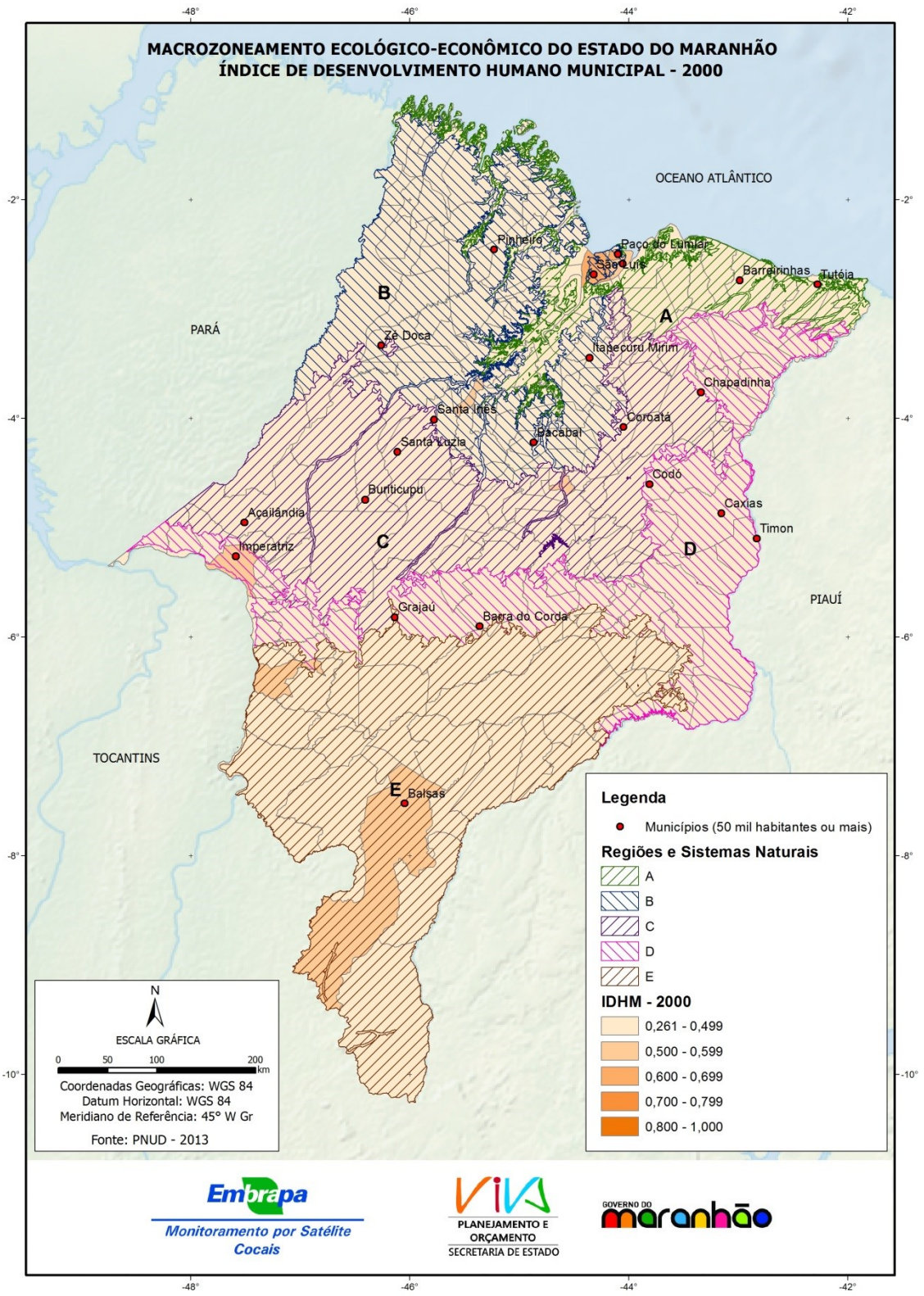


Figura 66. IDHM 2000 e regiões e sistemas naturais do Estado do Maranhão.

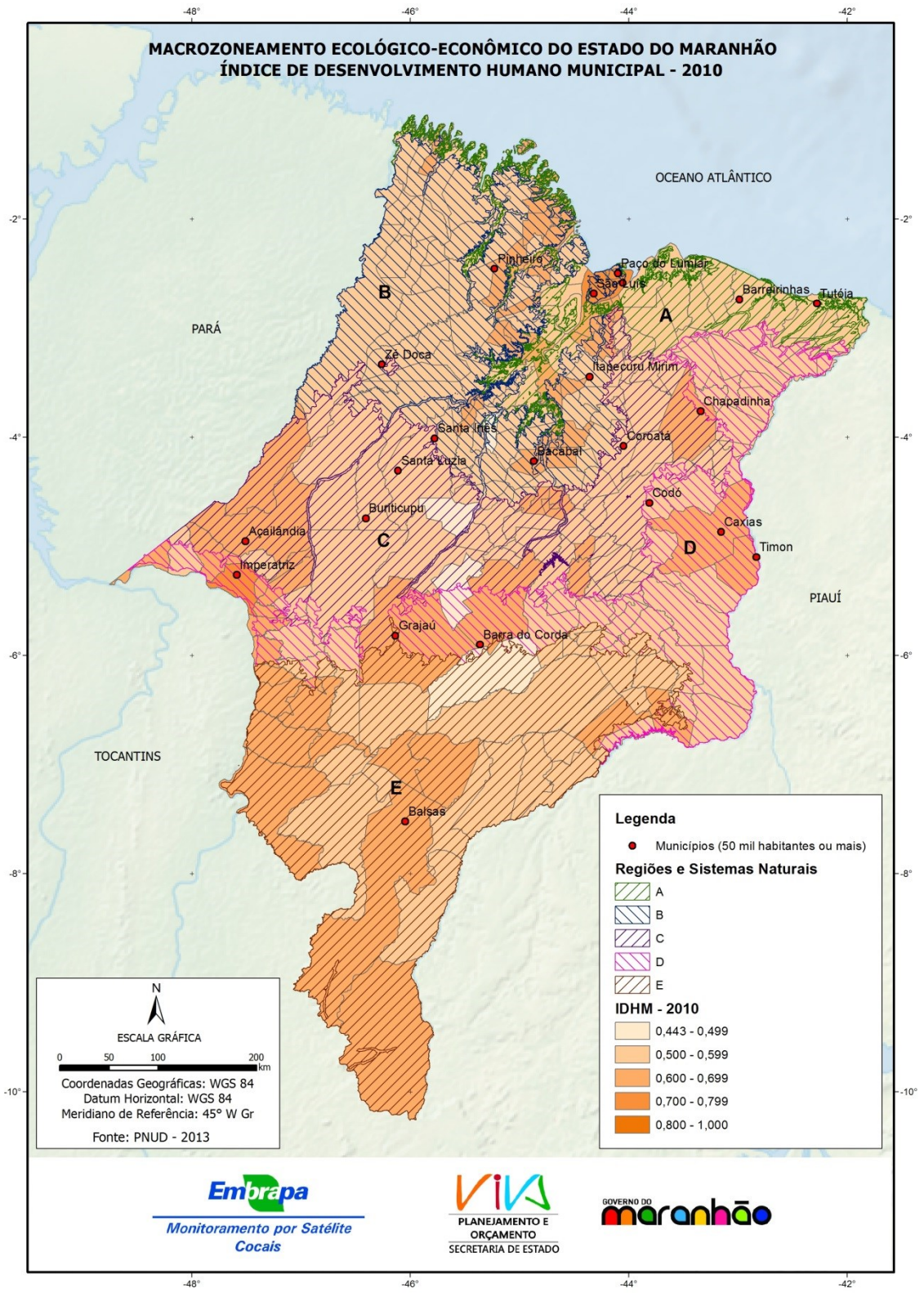


Figura 67. IDHM 2010 e regiões e sistemas naturais do Estado do Maranhão.

No intervalo de dez anos verifica-se uma melhora considerável no IDHM do estado do Maranhão, porém medidas e políticas públicas devem ser consideradas de modo a contribuir mais ainda para a elevação deste índice.

Taxa de desempenho da renda

A taxa de desempenho da renda em porcentagem (Figura 68) está melhor representada pela faixa de intervalo que varia de 36% a 39% e o intervalo que varia de 40% a 45%. Para a primeira faixa, as contribuições são da ordem de 42,79%, 39,04%, 32,29%, 39,63% e 14,45%, respectivamente, para as áreas A, B, C, D e E. Para o segundo intervalo, os valores são 16,97%, 37,73%, 36,70%, 19,86% e 19,92% para as áreas A, B, C, D e E, respectivamente.

O limite inferior teve valores de 0,18% para a região A, porém desempenho melhor na área E, da ordem de 28,72%. Para o limite superior, as maiores contribuições foram das áreas E e D, com 21,16% e 28,14%, respectivamente.

Taxa de urbanização

Há uma distribuição relativamente alta da taxa de urbanização (Figura 69), que varia de 14% a 33% na região A e é 29,58 % para a região B. O limite superior, que varia de 73% a 95%, na taxa de urbanização verifica-se desempenho razoável da região D, com 19,08%, porém a região A tem desempenho muito ruim, com cerca de 2,59% apenas.

O intervalo de 34% a 45% é onde verifica-se melhor desempenho da taxa de urbanização, ou seja, para as áreas A, B, C, D, e E, tem-se as seguintes taxas, respectivamente, 35,29%, 17,10%, 34,73%, 24,08% e 12,57%.

Taxa de acesso aos serviços básicos

Os intervalos mais representativos da taxa de acesso aos serviços básicos (Figura 70) estão situados nos intervalos de 38% a 47% e 48% a 55%. No primeiro intervalo, destaca-se a região A, com 59,69%, seguida das regiões E, D e B, com 29,74%, 28,12% e 27,57%, respectivamente.

No segundo intervalo, o destaque é para a região C, com 48,78%. Para o intervalo de 56% a 65%, o destaque é para as regiões D e E, com 37,57% e 34,40%, respectivamente. Para o limite superior, o destaque é para as regiões A e

B, com 23,85% e 21,31%, respectivamente. O limite inferior tem baixa representatividade, com destaque para a região C, com 14,14%.

Taxa de educação

A taxa de educação (Figura 71), no intervalo superior, que varia de 58% a 83%, tem destaque para a região A e B, com taxas de 30,04% e 34,21%, respectivamente. No limite inferior, verifica-se que a região E apresenta taxa de 26,50%.

O intervalo de 39% a 46% é o que detém as maiores taxas, com destaque para a região E, com 48,67%. No intervalo que varia de 47% a 57%, o destaque é para as regiões C, D e B, com as taxas de 45,68%, 30,52% e 29,00%, respectivamente.

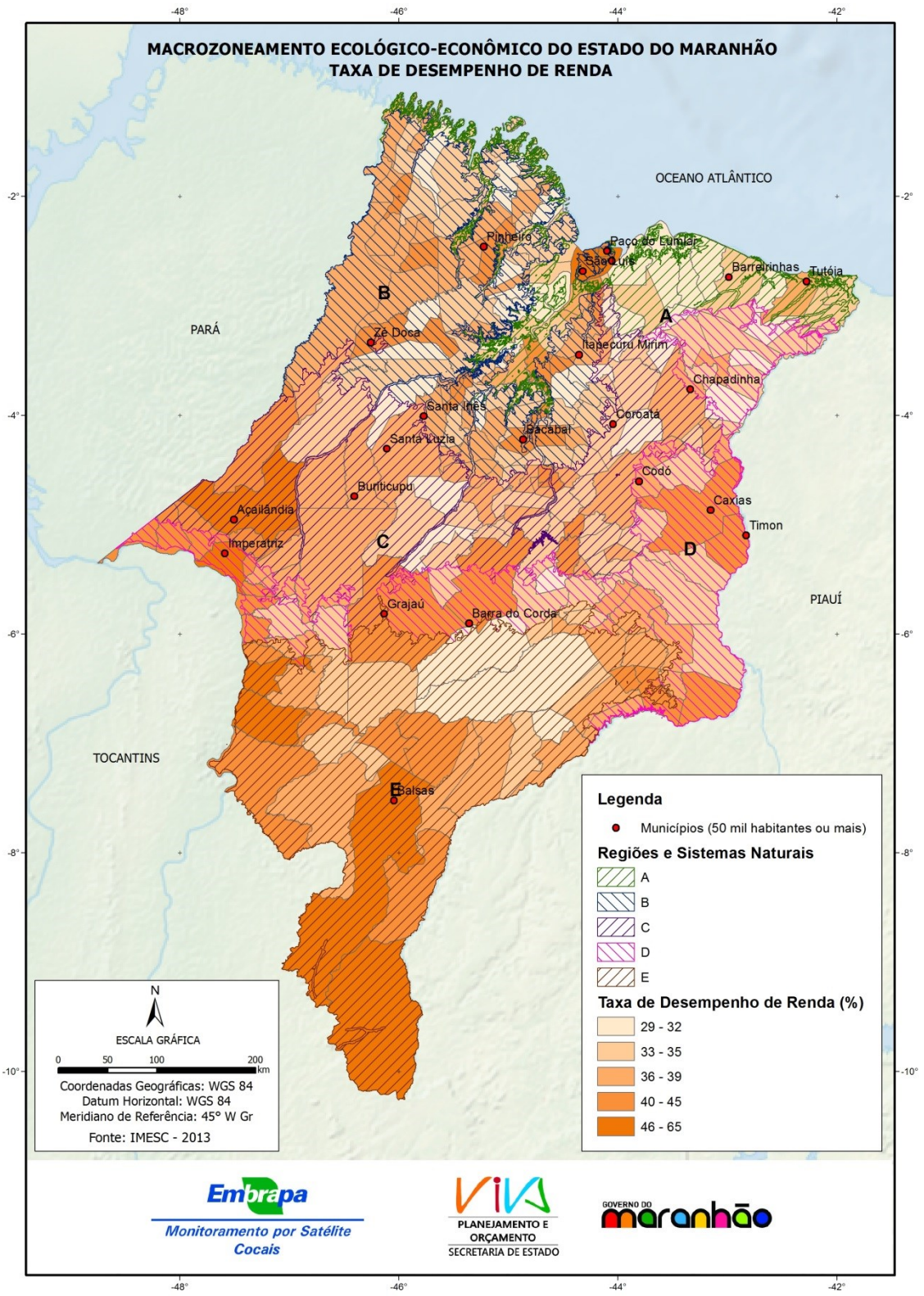


Figura 68. Taxa de desempenho de renda e regiões e sistemas naturais.

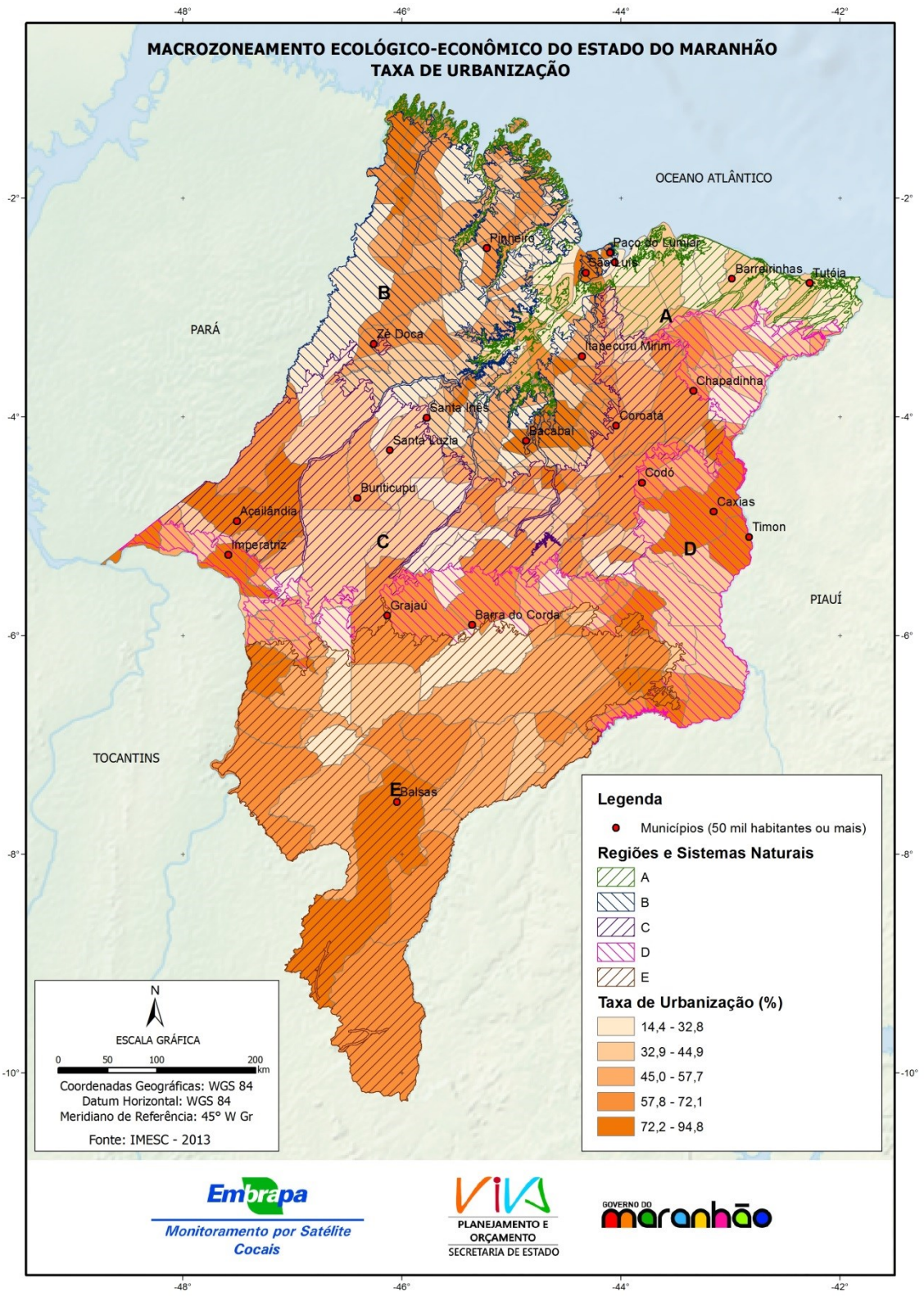


Figura 69. Taxa de urbanização e regiões e sistemas naturais.

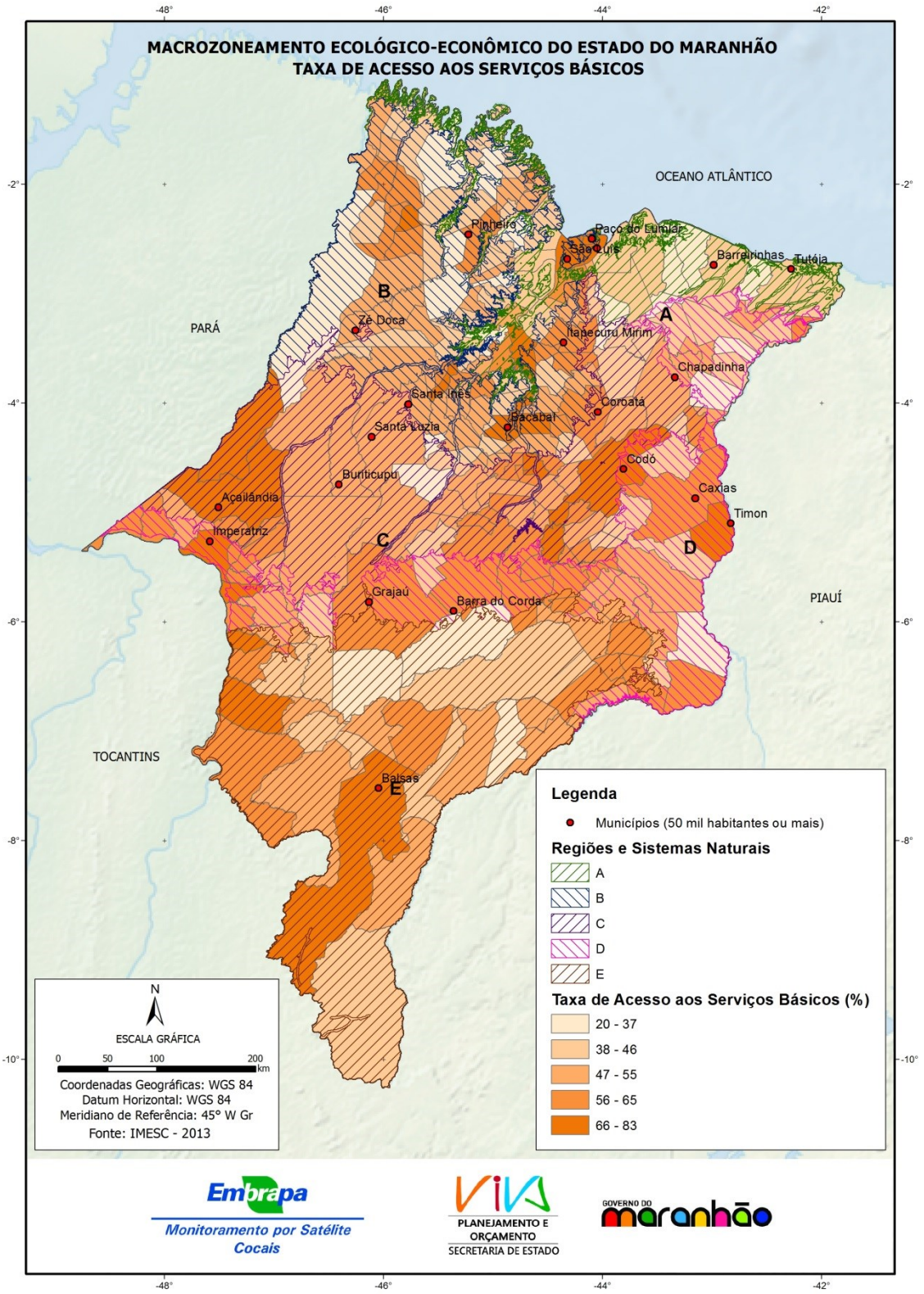


Figura 70. Taxa de acesso aos serviços básicos e regiões e sistemas naturais.

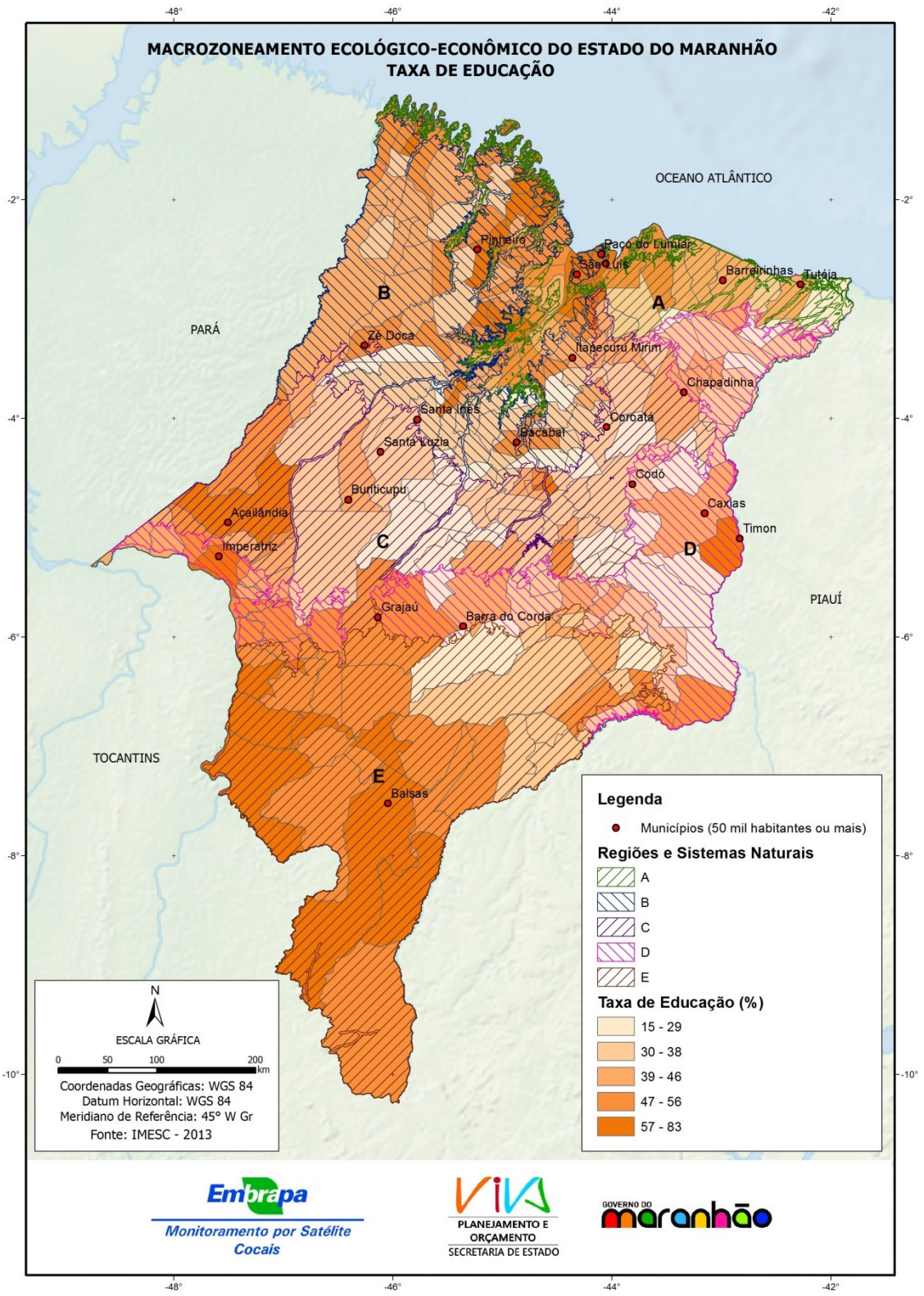


Figura 71. Taxa de educação e regiões e sistemas naturais.

3.2.6. Incompatibilidades legais

Definida pela situação das áreas legalmente protegidas e o tipo de ocupação que elas vêm sofrendo (Decreto nº 4.297/02, Art. 13 – VII), as incompatibilidades legais são produtos dos cruzamentos das informações dos espaços territoriais protegidos (Figura 72) com o uso da terra, visando identificar possíveis conflitos institucionais.

Como espaços territoriais protegidos foram considerados as unidades de conservação (base de dados do MMA e UEMA) e as terras indígenas (base MMA). O uso da terra foi gerado pela Embrapa Monitoramento por Satélite, com detalhamento no início deste relatório. Para essas análises, deve-se considerar as categorias das unidades de conservação da área de estudo – proteção integral ou uso sustentável – e as particularidades de atividades em terras indígenas.

Ressalta-se, portanto, as atividades de pastagem dentro dos limites da Reserva Biológica do Gurupi e a grande pressão de desmatamento no entorno do Parque Estadual do Mirador, ambas unidades de conservação na categoria de proteção integral, para a qual é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais.

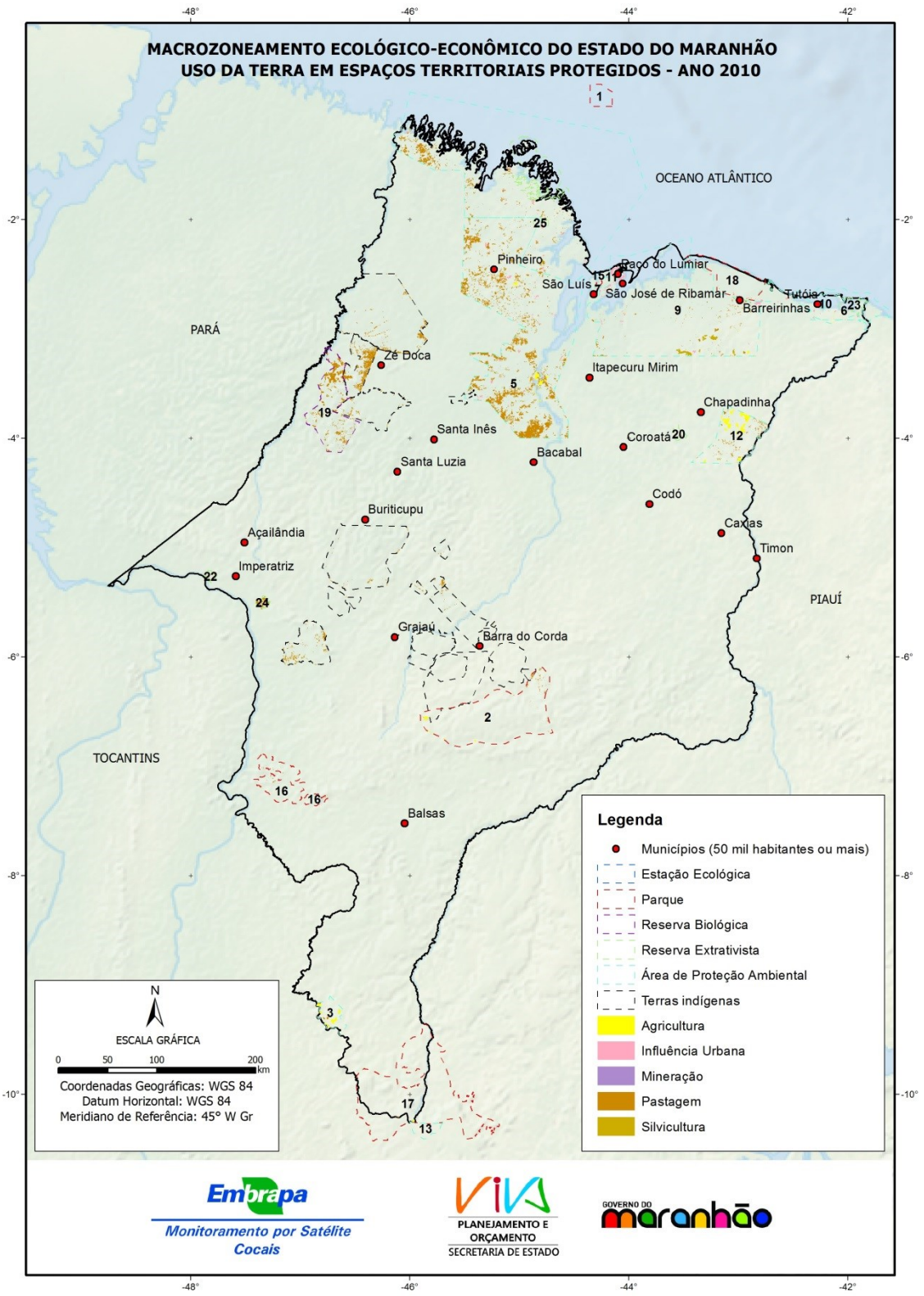


Figura 72. Usos da terra em espaços territoriais protegidos no Estado do Maranhão.

3.2.7. Áreas institucionais

As áreas institucionais do Maranhão (Figura 73) foram definidas com a compilação das informações de unidades de conservação (base de dados do MMA e UEMA), terras indígenas (base MMA), quilombolas (base Iterma) e assentamentos (base Incra e Iterma). Espacialmente, na parte noroeste do estado, observa-se a concentração de áreas institucionais, com muitos assentamentos e áreas quilombolas no entorno de unidades de conservação e áreas indígenas.

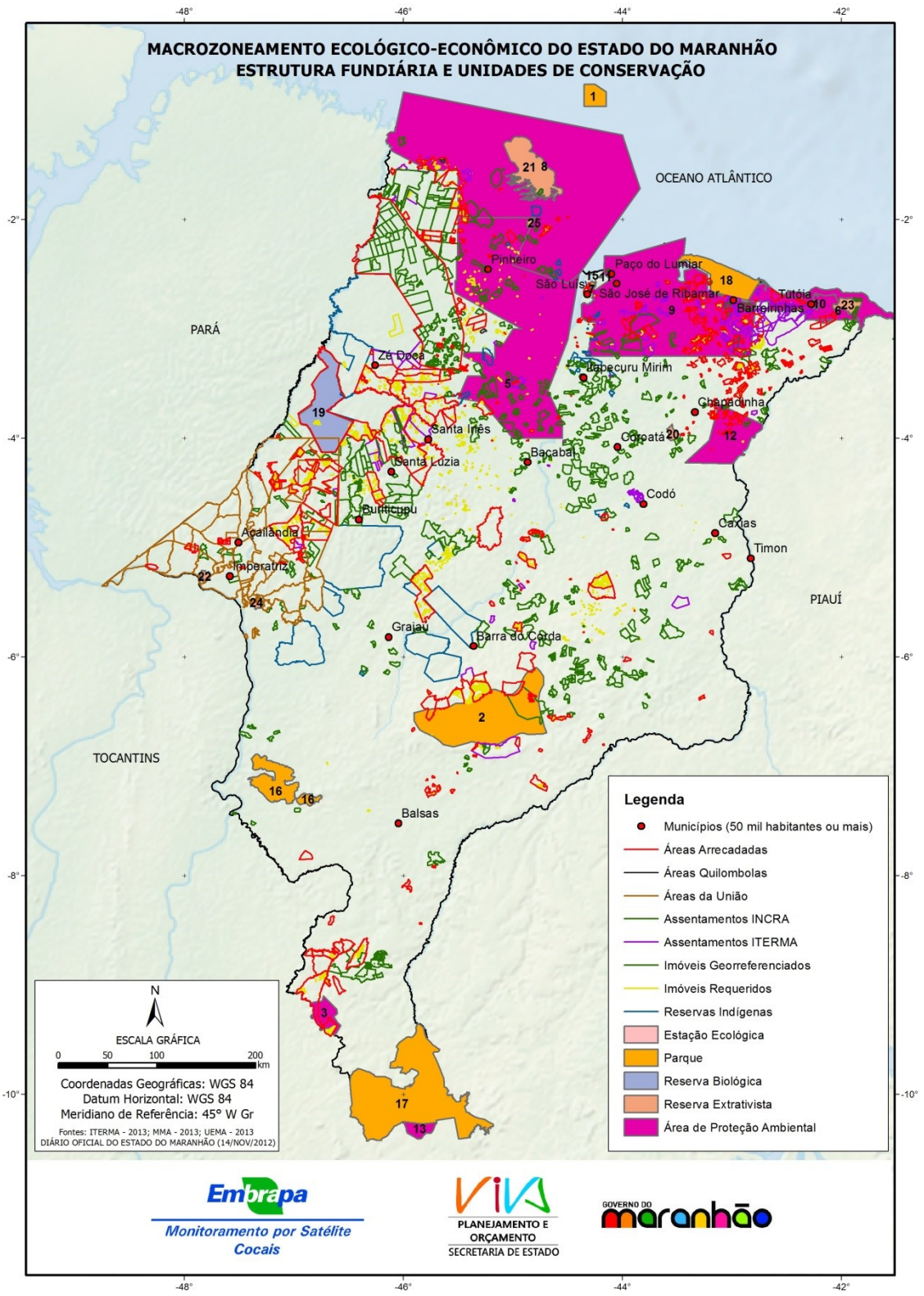


Figura 73. Áreas institucionais no Estado do Maranhão.

3.3. Considerações finais

Conforme o planejamento deste projeto de MacroZEE, a fase de diagnóstico é concluída com a integração temática referente aos diagnósticos do meio físico-biótico, da dinâmica socioeconômica e da organização jurídico-institucional e a apresentação da situação do território no momento abordado pelos estudos. Essas informações estão inseridas ao longo deste documento, com finalização no item Síntese do diagnóstico, orientado pelo Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, que estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil.

Essas informações com as respectivas análises serão a base para as etapas posteriores de prognóstico e cenários. A fase de prognóstico inicia-se com a delimitação das unidades de intervenção geradas a partir das potencialidades e limitações de cada uma das unidades de sistemas ambientais identificadas no diagnóstico, bem como da disponibilidade técnico-científica para a apropriação dos recursos naturais. Formam, assim, um esboço preliminar de divisão territorial, cuja discussão entre os atores envolvidos deverá criar as condições para a formalização das zonas propriamente ditas (BRASIL, 2006).

Em etapa seguinte, o projeto prevê a elaboração de cenários que possibilitem a apresentação das tendências de evolução de longo prazo. O MacroZEE deverá quantificar e representar, gráfica e cartograficamente, os efeitos ambientais de simulações propostas sobre a situação atual, avaliando os impactos e medidas para seu incremento, minimização ou supressão. Assim, esta fase apresenta projeções da situação futura, tendo em vista aprimorar a condição atual.

A análise integrada ao longo deste documento de diagnóstico permitiu descrever o panorama atual do Maranhão e identificar alguns pontos de interesse para análise durante as próximas etapas, os quais são destacados a seguir.

As áreas potenciais para a implantação de corredores ecológicos, com orientação em função das unidades de conservação (Parque Estadual do Mirador até Reserva Biológica do Gurupi), das terras indígenas e das áreas prioritárias para conservação, em grau de importância, que compreendem um vetor sudeste-noroeste passando pela região central do estado (Figura 65), são as áreas mais estáveis em relação à vulnerabilidade do solo (Figura 64). Apesar de essas áreas apresentarem aptidão de restrita a regular para manejo de baixo e médio nível tecnológico (Figura 45), elas tendem a sofrer grande pressão de antropização,

como já é observado no dado de desmatamento entre 2002 e 2010 referente ao indicador de perda de biodiversidade (Figura 56). Os dados de uso e cobertura da terra (Diagnóstico da situação atual de uso e cobertura do solo) do Maranhão 2010 também apontam as áreas de desmatamento em unidades de conservação, como a Reserva Biológica do Gurupi, e a forte antropização no entorno do Parque Estadual do Mirador, observada no mapa de incompatibilidades legais (Figura 72).

Ainda nessa mesma região, a grande disponibilidade hídrica das bacias dos rios Pindaré e Grajau (Figura 19), formadas por importantes rios como o Mearin, o Buriticupu e o Pindaré, constitui uma reserva de abastecimento com direta influência nas atividades agrícolas e nas principais cidades do estado, como a própria capital São Luís. A especial atenção ao manejo de mananciais nessas áreas tem implicação direta na produtividade agrícola e no abastecimento urbano, com vias ao subsídio do crescimento sustentável. Essas mesmas áreas, em razão da existência de unidades de conservação já implantadas, são áreas potenciais para projetos de serviços ecossistêmicos (Figura 44), contudo sua integridade vem sendo afetada pela pressão antrópica.

A despeito da recente melhoria dos índices de qualidade de vida da região dos baixios a leste do estado, principalmente na região de Chapadinha a Caxias, ainda observam-se as piores posições do estado em relação a IDH, taxa de educação e serviços básicos (Diagnóstico socioeconômico). Desafios futuros são observados na medida do gerenciamento do avanço de cultivos de larga escala comercial, como soja, cana-de-açúcar e eucalipto, contrastando com o já tradicional arroz, bem como a inerente vocação turística do nordeste do estado, na região dos Lençóis Maranhenses. Ressalta-se também a recente descoberta de jazidas de gás natural nas proximidades. Portanto, esse novo conjunto de recursos naturais deve ser equalizado ao fator humano por políticas públicas alinhadas com a perspectiva de crescimento e renovação.

Observa-se, na região centro-sul do estado, notoriamente agrícola e com grande produção de soja, presença de bovino e piscicultura, uma real necessidade de aliar perspectiva de crescimento com linhas de escoamento de produção, áreas prioritárias de preservação e surgimento de novos cultivos, como silvicultura, a áreas estáveis em relação à vulnerabilidade de solos (Figura 64) e com boa aptidão para níveis tecnológicos de médio a alto (Figura 45), compreendendo principalmente a região entre os municípios de Imperatriz a Estreito.

No que diz respeito ao eixo leste-oeste do estado, principalmente na sua porção central, primordialmente relacionada aos baixios, observa-se atividade agrícola de subsistência relacionada à vegetação típica da Mata de Cocais em alternância com áreas de pastagem extensiva e manchas de Cerrado. Esses locais, por sua baixa produtividade comercial e importância de fixação de pequenas comunidades no campo, estão susceptíveis à inserção de cultivos de larga escala, como eucalipto e cana-de-açúcar, e exigem políticas de suporte ao produtor, demandando novas estratégias de gestão territorial.

Destaca-se a região noroeste do estado, em especial as APAs das Reentrâncias Maranhenses e da Baixada Maranhense (Figura 73), também integrantes das Zonas Úmidas de Importância Internacional, constituídas por manguezais e planícies salinas. A região, caracterizada por agricultura de subsistência, pesca artesanal com forte presença de populações tradicionais, apresenta os piores indicadores socioeconômicos do estado (Diagnóstico socioeconômico). O singular regime fluviométrico alinhado ao avanço do oceano, principalmente na região do Baixo Mearim, suscita procedimentos de intervenção e gerenciamento costeiro, e tem como uma das propostas recentes a construção de diques para retenção de água doce e isolamento do avanço marítimo. Reitera-se a necessidade de acompanhamento sistemático de tais ações, com ênfase em medidas de sustentabilidade de populações locais, bem como prováveis melhorias da produtividade agrícola com sustentabilidade ambiental.

As observações em epígrafe objetivam sumarizar os principais aspectos a serem considerados nas etapas seguintes do MacroZEE, com vistas à definição de macrozonas e cenários. Entretanto, reitera-se a disponibilidade de um amplo e aprofundado acervo de dados em meio digital relativo ao Estado do Maranhão (Produtos 2 e 3) e apto a apoiar quaisquer outros tipos de cruzamento a fim de viabilizar as análises de apoio ao prognóstico e à definição dos cenários.

4. Cronograma detalhado de execução

Atividades / Meses / Produtos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Etapa 1 – Fase de planejamento												
1 - Articulação institucional												
2 - Mobilização de recursos												
3 - Identificação de demandas												
4 - Análise e estruturação das informações												
5 - Consolidação do projeto/plano de trabalho												
Produto I – Relatório de planejamento												
Etapa 2 – Fase de diagnóstico												
1 - Consolidação do novo plano de trabalho												
2 - Estruturação do novo banco de dados, com respectivos metadados												
3 - Levantamento e compilação de dados secundários e bases cartográficas												
4 - Ajustes e atualizações nas bases cartográficas e dados levantados, associações de dados com as bases cartográficas, inserção de dados no SIG												
Produto II – Relatório contendo o modelo conceitual do banco de dados, com respectivos metadados												
5 - Atualização do mapa de uso das terras												
6 - Análise, integração e síntese dos dados do meio físico-biótico												
7 - Análise, integração e síntese dos dados da organização jurídico-institucional												
8 - Análise, integração e síntese dos dados socioeconômicos, com geração dos índices de condição de vida e das tendências de ocupação e articulação regionais												
9 - Integração dos dados dos diagnósticos setoriais e diagnóstico da situação atual do estado, de suas potencialidades e limitações												
Produto III – Relatório de diagnóstico, dos mapas de sínteses intermediárias e do mapa da situação atual												

Atividades / Meses / Produtos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Etapa 3 – Fase de prognóstico												
1 - Definição das unidades de intervenção e elaboração do mapa respectivo												
2 - Elaboração dos cenários												
3 - Apresentação dos resultados preliminares em audiências públicas em polos de desenvolvimento regional definidos pelo governo do Maranhão												
4 - Definição e delimitação das zonas e elaboração das diretrizes gerais e específicas												
5 - Elaboração do mapa das zonas e do relatório sobre as diretrizes gerais e específicas												
Etapa 4 – Subsídios à implementação												
1 - Construção do modelo de gestão do projeto para subsidiar a implementação												
Produto IV – Relatório final												

5. Composição atual da equipe técnica e atribuição das atividades

Equipe executora do MacroZEE-MA				
Nome	**Área de especialização**	**Função**	**Atividades**	**Instituição**
Mateus Batistella	Ecologia e Geoprocessamento	Coordenador Geral	Gestão, análises integradoras, apresentação de resultados parciais e finais	Embrapa Monitoramento por Satélite
Édson Luis Bolfe	Engenharia Florestal e Geoprocessamento	Coordenador Técnico	Gestão, análises técnicas, apresentação de resultados parciais e finais	
Eduardo Caputi	Administração e Tecnologia da Informação	Coordenador Administrativo	Gestão, análises de processos administrativos e institucionais	
Cristina Criscuolo	Geografia e Geoprocessamento	Coordenadora de Transferência de Tecnologia	Gestão do processo de transferência de tecnologia	
Luiz Eduardo Vicente	Geografia e Geoprocessamento	Coordenador de Projeto	Gestão e integração de bases de dados geoespaciais, elaboração de cenários, apresentação de resultados parciais e finais	
Daniel de Castro Victoria	Agronomia e Geoprocessamento	Coordenador de Base de Dados	Gestão e organização e manutenção da base de dados, apresentação de resultados parciais e finais	
Luciana Spinelli Araujo	Engenharia Florestal e Geoprocessamento	Coordenadora de Meio Físico e Biodiversidade	Gestão e integração das informações do meio físico, vegetação e biodiversidade	
Sergio Gomes Tôsto	Agronomia e Socioeconomia	Coordenador de Socioeconomia	Gestão e integração das informações Socioeconômicas, elaboração de cenários	
André Luiz dos Santos Furtado	Agronomia e Recursos Naturais	Coordenador de Aspectos Jurídico-Institucionais	Gestão e integração das informações legais e institucionais, elaboração de cenários	
Fabio Torresan	Ecologia e Geoprocessamento	Especialista em Biodiversidade	Integração de bases de dados geoespaciais, elaboração de cenários	
Janice Freitas Leivas	Agrometeorologia	Especialista em Climatologia	Integração de bases de dados geoespaciais, elaboração de cenários	
Ricardo Guimarães Andrade	Agrometeorologia	Especialista em Climatologia	Integração de bases de dados geoespaciais, elaboração de cenários	
Gustavo Bayma Siqueira da Silva	Geografia e Geoprocessamento	Geoprocessamento	Integração de bases de dados geoespaciais, elaboração de cenários	

Davi de Oliveira Custódio	Tecnologia da Informação	Sistema de Informações	Gestão e estruturação do WebGIS, elaboração de cenários	Embrapa Monitoramento por Satélite
Ivan André Alvarez	Agronomia e Recursos Naturais	Especialista em Recursos Naturais	Análise de informações e elaboração de cenários	
Claudio Bragantini	Agronomia e Articulação Institucional	Especialista em Articulação Institucional	Ações envolvendo os processos interinstitucionais	
Edlene Aparecida Monteiro Garçon	Geografia e Geoprocessamento	Especialista em Geoprocessamento	Análise de informações e processamento digital de dados	
Osvaldo Tadatomo Oshiro	Tecnologia da Informação e Geoprocessamento	Especialista em Geoprocessamento	Análise de informações e processamento digital de dados	
Flávia B. Fiorini	Relações Públicas	Especialista em Comunicação	Análise de processos de comunicação	
Graziella Galinari	Jornalismo	Assessora de Imprensa	Análise de processos de comunicação	
Debora Pignatari Drucker	Transferência de Tecnologia e Banco de Dados	Especialista em Banco de Dados	Análise de informações e processamento digital de dados	
Ana Lucia Filardi	Tecnologia da Informação	Especialista em Sistemas de Informações	Análise de informações e elaboração de cenários	
Bibiana Teixeira de Almeida	Letras e Revisão	Especialista em Transferência de Tecnologia	Análise de informações e revisões	
Vera Viana dos Santos	Biblioteconomia e Ciência da Informação	Especialista em Ciência da Informação	Análise de informações e revisões	
Arnaldo José dos Santos	Administração e Finanças	Gerente financeiro	Análise de processos orçamentários e financeiros	
Jorge Moreira do Nascimento	Administração e Contabilidade Pública	Contador	Análise de processos orçamentários e financeiros	
Vera Lúcia João Telles	Administração - Direito Público e Compras	Gerente de compras e suprimentos	Análise de processos de compras	
Meire V. da Silva	Secretariado	Secretaria	Auxílio na Secretaria	
Valdemício Ferreira de Sousa	Agronomia e Recursos Hídricos	Coordenador Local	Coordenação das ações estaduais envolvendo os processos institucionais	Embrapa Cocais
Luis Carlos Nogueira	Agronomia e Engenharia Agrícola	Coordenador Local	Coordenação das ações estaduais envolvendo os processos técnicos	
José Mario Ferro Frazão	Agronomia e Transferência de Tecnologia	Coordenador Local	Coordenação das ações estaduais envolvendo os processos de TT	
Eugênio Celso Emérito Araújo	Agronomia, Ecologia e Recursos Naturais	Coordenador Local	Coordenação das ações estaduais envolvendo os processos administrativos	

Fabrício Brito Silva (Bolsista)	Agronomia e Geoprocessamento	Membro da Equipe Local	Acompanhamento dos Processos e Procedimentos de Campo e Escritório, Coleta e Análise de Informações	Embrapa Cocais
Vera Maria Gouveia (Pesquisadora)	Engenharia Florestal (atuação ligada a meio ambiente)	Membro da Equipe Local	Acompanhamento dos Processos e Procedimentos de Campo e Escritório, Coleta e Análise de Informações	
Marcos Miranda Toledo (Analista)	Ciências Biológicas (atuação ligada a meio ambiente)	Membro da Equipe Local	Acompanhamento dos Processos e Procedimentos de Campo e Escritório, Coleta e Análise de Informações	
Dirceu Klepker (Pesquisador)	Agronomia e Ciências do Solo	Membro da Equipe Local	Acompanhamento dos Processos e Procedimentos de Campo e Escritório, Coleta e Análise de Informações	
Diana Signor Deon (Pesquisadora)	Agronomia e Ciências do Solo	Membro da Equipe Local	Acompanhamento dos Processos e Procedimentos de Campo e Escritório, Coleta e Análise de Informações	
Adriano Venturieri	Agronomia, Geoprocessamento	Especialista em Geoprocessamento	Análise de informações e processamento digital de dados	Embrapa Amazônia Oriental
Marco Aurélio de Sousa Martins	Administração, Gestão	Coordenador Estadual Seplan	Coordenação das ações estaduais envolvendo os processos interinstitucionais da Seplan	Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão (Seplan)
Conceição de Maria Araújo Costa	Economia, Socioeconomia	Membro da Equipe Seplan	Análise de informações e dados socioeconômicos	
Cristiane Assunção Martins Oliveira	Geografia, Gestão	Membro da Equipe Seplan	Análise de informações e dados geográficos e de gestão	
Jucivan Ribeiro Lopes	Agronomia, Agroecologia	Coordenador em Geoprocessamento Nugeo/Uema	Coordenação das ações estaduais envolvendo os processos de geoprocessamento no Nugeo/Uema	Universidade Estatual do Maranhão (Uema)
Elienê Pontes de Araujo	Geografia	Coordenadora do Laboratório de Geoprocessamento	Coordenação das ações estaduais envolvendo os processos de geoprocessamento no Nugeo/Uema	

6. Colaboradores

Nome	Instituição / Órgão
Adalberto Eberhard Diretor Bruno Siqueira Abe Saber Miguel Gerente de Projeto Felipe Lima Ramos Barbosa Analista Ambiental	Ministério do Meio Ambiente (MMA) Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável Departamento de Zoneamento Territorial (DZT)
Carlos Victor Guterres Mendes Secretário Cesar Carneiro Secretário-Adjunto Genilde Campagnaro Chefe Asplan José Renato Silva Foicinha Supervisor Hulgo Rocha e Silva Superintendente Karina Porto Bontempo Superintendente Girlaine F. de Andrade Analista	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (Sema)
Claudio Donizeti Azevedo Secretário Raimundo Coelho de Sousa Secretário-Adjunto Artur Costa Soares Junior Superintendente	Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Sagrima)
Fernando Fialho Secretário Paulo Roberto Moreira Lopes Gerente Rejane Valéria Costa Santos Chefe de Departamento Francisco de Assis Santos	Secretaria de Desenvolvimento Social e Agricultura Familiar / Gerência de Inclusão Socioprodutiva (Sedes/Gisp)

Secretário-Adjunto Elinete P. Pereira Veras Monica Damous Dualibe Assessoras	
Frederico Lago Burnett Secretário-Adjunto Renata Trindade Corrêa Assessora	Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano (Secid)
David Braga Fernandes Secretário-Adjunto Ubiratan Pinto da Silva Superintendente de Atração de Investimentos	Secretaria de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (Sedinc)
Messias Nicodemus da Silva Eika Moreira Durans Assessores	Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (Sectec)
Jovenilson Araújo Chefe da Divisão de Ordenamento Fundiário Francisco Dilson Alves Viana Coordenador de Cartografia	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra)
Antonio José Silva Oliveira Vice-Reitor Eduardo Dugaich Assessor	Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Fernando José Pinto Barreto Presidente Sadick Nahuz Neto Diretor de Estudos e Pesquisas Josiel Ribeiro Ferreira Diretor Estudos Cartográficos	Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (Imesc)
Luis Alfredo Soares da Fonseca Presidente Paulo Sergio Campos Chefe de Divisão Ivaldo Pacheco Ribeiro Assessor	Instituto de Colonização e Terras do Maranhão (Iterma)

Wellington Matos Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento Telma Aragão M.P. de Araújo Diretora de Assistência Técnica e Extensão Abderval Pinto Bandeira Junior Chefe da Asplan Sonia Regina Marques Coordenadora de Pesquisa Pesqueira Alessandra Lima Araújo Coordenadora de Pesquisa Agroindustrial Josenildo Cardoso de Araújo Coordenador de Ater Durval Ribeiro Alves Coordenador Ana Fabíole Linhares Dorival Silva Araújo Luciene Soares Santos Jonas Mendes Albuquerque Assessores David Marcio R. Gonçalves Pesquisa e Desenvolvimento	Agência de Pesquisa e Extensão Rural (Agerp)
José Hilton Coelho de Sousa Presidente Gerencia Técnica Manoel Antonio Nicolau Barros Assessor-Chefe César Rodrigues Viana Assessor	Federação da Agricultura e Pecuária do Estado Maranhão (Faema)
Albertino Leal de Barros Filho Superintendente Antonio Fernandes Cavalcante Junior Assessor em Meio Ambiente José Henrique Braga Polary Assessor Técnico José Alberto Aboud Assessor Técnico	Federação das Indústrias do Maranhão (Fiema)
Carlos Antonio Feitosa de Sá	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

	(Senar – MA)
A definir	Federação das Associações do Municípios do Estado do Maranhão (Famem)
Francisco de J. Silva Ana Maria de Oliveira Angela Maria de S. Silva Joaquim Alves de Sousa Maria Lúcia O. dos Santos	Federação dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais do Estado do Maranhão (Fetaema)
Bruno Manfrinato Palerni Caio Menezes Rosa Flávio Elias Ramalho Silva Lucas do Amaral Moraes Marília Ribeiro Zanetti Michelle P. dos Santos Cunha Samantha Vanessa R. Alvarenga Lucas Monteleone Vieceli Julia da Silva Toledo Tatiana Jordão Vieira Éllen Cristina T. Leite Mariana Rozendo Fontolan Guilherme Cantanti Coelho Renan Pfister Maçorano	UNICAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM UNICAMP/bolsista CNPM PUCCAMP /bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM UNICAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM PUCCAMP/bolsista CNPM UNICAMP/bolsista CNPM

7. Referências

ABIRACHED, C. F. de A.; BRASIL, D.; SHIRAISHI, J. C. Áreas protegidas e populações tradicionais: conflitos e soluções. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 5., 2010. **Anais**... Florianópolis, SC. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT16-437-404-20100831101029.pdf>. Acesso em: 11 set. 2013.

ADÁMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. G.; MADEIRA NETTO, J. **Caracterização da região dos Cerrados**. In: GOEDERT, W. J. (Editor) Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel; Brasília: EMBRAPA, 1985, P. 33 – 74.

ALMEIDA, A. W. B.de. **A Ideologia da decadência**: leitura antropológica a uma história da agricultura no Maranhão. São Luís: FIPES, 1983.

ANA. Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água: resultados por estado. Brasília, DF: ANA: ENGECORPS/COBRAPE, 2010. v. 2.

ANDERSON, L. O. A. **Classificação e monitoramento da cobertura vegetal de Mato Grosso utilizando dados multitemporais do sensor MODIS**. 2004. 247 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2004/08.31.13.56>. Acesso em: 15 ago. 2013.

ANTAQ. **Navegando a notícia**. <http://www.antaq.gov.br/portal/Navegando/NavegandoJun08.htm>. Acesso em: 10 jul. 2013.

ARAGÃO, L. E. O. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; ESPIRITO-SANTO, F. D. B.; WILLIAMS, M. Integração de dados geo-espaciais para o mapeamento de

unidades da paisagem na região do Tapajós. **Geografia,** Rio Claro, v. 30, n. 3, p. 583-593, 2005.

ARAÚJO, E. P.; LOPES, J. R.; CARVALHO FILHO, R. Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia maranhense. In: MARTINS, M.; B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

ARAÚJO, J. V.; VIEIRA, L. S.; ARAÚJO, M. P.; MARTINS, J. S. Levantamento Exploratório de solos da **Folha SA.23 SÃO LUÍS e parte da Folha SA.24 FORTALEZA** In: BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam; **Folha SA.23 SÃO LUÍS e parte da Folha SA.24 FORTALEZA**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/Departamento Nacional da Produção Mineral, 1973, p. III-1 a III-117.

ARAÚJO, P. P.; CHAVES, C. L.; SILVA, H. R. da. Vulnerabilidade das águas subterrâneas no estado do Maranhão, em SIG, escala 1:2.000.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 46., Santos, SP. **Anais...** Santos, SP: SBG, 2012.

AZEVEDO, A. C. G. **Ecossistemas maranhenses série ecológica**: 1. São Luís, MA: UEMA Editora, 2002.

BARBIERI, R.; IBAÑEZ, M. S. R.; ARANHA, F. J.; CORREIA, M. M. F.; REID, J. W.; TURNER, P. Plâncton, produção primária e alguns fatores físico-químicos de dois lagos da Baixada Maranhense. **Rev. Brasil. Biol**., v. 49, n. 2, p. 399-408, 1989.

BARRETO, L.; RIBEIRO, L. E. de S.; NASCIMENTO, M. C. Caracterização da herpetofauna em áreas da Amazônia do Maranhão. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G de (Org.). **Amazônia maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011a. 328 p.

BARRETO, L.; SCHOORL, J. M.; KOK, K.; VELDKAMP, T.; HASS, A. Modelling potential landscape sediment delivery due to projected soybean expansion: a scenario study of the Balsas sub-basin, Cerrado, Maranhão state, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 115, p. 270-277, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479712006020>. Acesso em: 15 maio 2013.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília : MMA/SAE, 1996.

BORDO, A. A. Os eixos de desenvolvimento e a estruturação urbano-industrial do estado de São Paulo, Brasil. **Revista eletrônica de geografia y ciências sociales**, Barcelona, v. 9, n. 194, ago. 2005.

BRASIL. Casa Civil. **Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm>. Acesso em: 27 jul. 2013a.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 27 jul. 2013b.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm. Acesso em: 27 jul. 2013c.

BRASIL. **Decreto nº. 4.297, de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm>. Acesso em: 18 fev. 2010a.

BRASIL. **Decreto nº. 6.288, de 6 de dezembro de 2007**. Dá nova redação ao art. 6o e acresce os arts. 6-A, 6-B, 6-C, 13-A e 21-A ao Decreto no 4.297, de 10 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6288.htm>. Acesso em: 18 fev. 2010b.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Política nacional de atenção à saúde dos povos indígenas**. 2. ed. Brasília, DF: FNS, 2002.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://sbcpd.org/portal/images/stories/Novo-Codigo-Floresta-Lei-12651-2012.PDF>. Acesso em: 15 mar. 2013d.

BRASIL. **Medida provisória nº 21.569-9, de 11 de dezembro de 1997**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção 1, p. 29514.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Microrregiões Geográficas**. 2. ed. Belo Horizonte: Centro de Estatística e Informações; Ministério das Cidades, 2005. 111 p. (Projeto PNUD-BRA-00/019 - Habitar Brasil – BID).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biomas**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas>. Acesso em: 12 maio 2013e.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2013f.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília, DF: MMA, 2007. 300 p. (Série Biodiversidade, 31).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Edital Probio 02/2004. Projeto executivo B.02.02.109. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado**: relatório final. Brasília, DF, 93 p. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado /document os/relatorio_final.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2013g.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **MacroZEE da Amazônia Legal**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/macrozee-da-amaz%C3%B4nia-legal>. Acesso em: 11 set. 2013h.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **MacroZEE do bioma Cerrado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/macrozee-do-bioma-cerrado>. Acesso em: 11 set. 2013i.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico**: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**: Brasil. Brasília, DF: MMA, 2011. 248 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico. **Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. 3. ed. Brasília, DF: MMA/SEDR/PZEE, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/752>. Acesso em: 18 fev. 2010c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico. **O que é ZEE?** Disponível em: < http://homolog-w.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=28&idMenu=8570>. Acesso em: 18 fev. 2010d.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico. **Apresentação**. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/diretrizes_2006_apresentacao.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2010e.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Zoneamento Territorial. **MacroZEE da Amazônia Legal**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/225/_arquivos/macrozee_amaznia_legal_publicao_final_225.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2012.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Zoneamento geoambiental do estado do Maranhão: diretrizes gerais para a ordenação territorial.** Salvador: IBGE,1997. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/diagnosticos/maranhao.pdf>. Acesso em: 15 set. 2013.

BRASIL. **Programa Brasil Quilombola**. Disponível em: <http://www.portaldaigualdade.gov.br/acoes/pbq>. Acesso em: 11 set. 2013j.

BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Conjunto de normas legais**: recursos hídricos. 7. ed. Brasília, DF: MMA, 2011b.

BRASIL. Senado. **Constituição do estado do Maranhão**. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/70443>. Acesso em: 27 jul. 2013l.

BRASIL. **Territórios da Cidadania**. Disponível em: <http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territriosrurais/one-community?page_num=0>. Acesso em: 27 jul. 2013m.

BRITO, F. A. de; PINHO, B. A. T. D de. **A Dinâmica do Processo de Urbanização no Brasil, 1940-2010**. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2012.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. S. de (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 15 maio 2013.

CÂMARA, G.; VALERIANO, D. M.; SOARES, J. V. Metodologia para o Cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal. 2006. In: INPE. **PRODES**: banco de dados. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em: 08 jul. 2012.

CÂMARA, G.; VALERIANO, D. M.; SOARES, J. V. **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos: INPE, 2006. 24 p. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/metodologia.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2009.

CANO, W. **Desconcentração produtiva regional do Brasil, 1970-2005**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

CANO, W. **Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil – 1930-1970**. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

CARVALHO, S. N. de. Estatuto da cidade: aspectos políticos e técnicos do plano diretor. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 4, out./dez. 2001.

CARVALHO FILHO, A.; LUMBRERAS, J. F.; AMARAL, F. C. S.; NAIME, U. J.; CUNHA, T. J. F.; SANTOS, R. D.; CALDERANO FILHO, B.; LEMOS, A. L.; SOUZA, F. S. **Aptidão agrícola das terras do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2000. Disponível em:

http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/rj/aptidao/aptidao_sistema.pdf. Acesso em: 24 set. 2013.

CASTRO, A. A. J. F., MARTINS F. R., TAMASHIRO, J. Y., SHEPHERD G. J. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 86, n. 1, p. 192-224, 1999.

CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, N. M. C. F. ; COSTA, J. M. da ; FARIAS, R. R. S. de; BARROS, J. S. Cerrados marginais do nordeste e ecótonos associados. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 273-275, 2007.

CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R. ; COSTA, J. M.; SOUSA, M. G.; ANDRADE, G. C. B.; CASTRO, N. M. C. F. Flora dos Cerrados Marginais do Nordeste e Ecótonos Associados: FLORACENE. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais**.... Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. v. 1.

CASTRO, A. C. L.; DOURADO, E. C. Ictiofauna da Amazônia Oriental Brasileira – um panorama das regiões maranhenses. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia Maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

CBH. COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA. O que é um CBH? Disponível em: <http://www.cbh.gov.br/>. Acesso em: 11 set. 2013.

COLLI, G. R. (Org.). Herpetofauna do Cerrado e Pantanal – diversidade e conservação. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal**: áreas e ações prioritárias para conservação. Brasília, DF: MMA, 2007. 540 p. (Série Biodiversidade, 17).

COMITÊ DE PLANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS. **Plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais**. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Cartografia, 2010. 203 p.

CONCAR. **Perfil de metadados geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)**: conteúdo de metadados geoespaciais em conformidade com a norma ISO 19115:2003. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/Perfil_MGB_Final_v1_homologado.pdf > Acesso em: 26 set. 2011.

CORRÊA, K. N. F. **Muita terra para pouco índio?** O processo de demarcação da terra indígena Krikati. São Luis: Edições UFMA: PROIN (CS) 2000. 208p.

CORRÊA, R. L. **A rede urbana**. Rio de Janeiro: Ática, 1989.

CORREA, R. L. **Trajetórias Geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

COSTA, R. Agregados turísticos Maranhão 2012. Material disponibilizado em PowerPoint.

COSTA, W. D. Água subterrânea e o desenvolvimento sustentável do semiárido nordestino. In: BRASIL. Presidência da República. **Projeto Áridas**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2000. (GT II – Recursos Hídricos, Versão Preliminar).

COSTA-NETO, J. P.; BARBIERI, R.; IBAÑEZ, M. do S. R.; CAVALCANTE, P. R. S.; PIORSKI, N. M. Limnologia de três ecossistemas aquáticos característicos da baixada maranhense. **Bol. Lab. Hidrobiol.,** v. 14/15 p. 19-38. 2001/2002. Universidade Federal do Maranhão, Laboratório de Hidrobiologia. São Luiz, MA.)

COURA, S. M. C. **Mapeamento de vegetação do estado de Minas Gerais utilizando dados MODIS**. 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado)- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/12.21.13.36>. Acesso em: 15 ago. 2013.

CPRM. Ministério de Minas e Energia. **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Teresina, PI: CPRM, 2013.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Atlas Pluviométrico do Brasil**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&sid=9>. Acesso em: 04 set. 2013.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil). **Mapa de geodiversidade do estado do Maranhão, escala 1:1.000.000**. 2013. Disponível em: <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>. Acesso em: 10 abril 2013.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Geobank** – Download de arquivos vetoriais - Mapas Estaduais de Geodiversidade – Maranhão. Disponível em: http://geobank.sa.cprm.gov.br/. Acesso em: outubro de 2013.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico.** São José dos Campos: INPE, 1996. 18 p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE, 2001. 124 p.

CRUZ, M. A. O. M. da; BORGES-NOJOSA, D. M.; LANGGUTH, A. R.; SOUZA, M. A. N. de; SILVA, L. A. M. da; LEITE, L. M. R. M.; PRADO, F. M. V. do; VERÍSSIMO, K. C. da S.; MORAES, B. L. C. de. Diversidade de mamíferos em áreas prioritárias para conservação da Caatinga. In: ARAÚJO, F. S. de; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. de V. (Org.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga**: suporte a estratégias regionais de conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 446 p.

DANTAS, M. E. Biblioteca de relevo do território brasileiro. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.

DESCHAMPS, M.; CINTRA, A.; DELGADO, P.; MOURA, R. **Quantificação e mapeamento dos movimentos pendulares dos municípios do Estado do Paraná** – 2000. Curitiba: IPARDES, 2008. (Primeira Versão, n. 8).

DIAS, J. E.; GOMES, O. V. O.; RODRIGUES, A. F.; GARCIA, J. M. P; GOES, M. H. B. Aplicação do mapa digital de uso do solo e cobertura vegetal. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 1., 2002, Aracaju, SE. **Anais**... Aracaju: SRGSR, 2002. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr1/pdfs/poster03.PDF>. Acesso em: 11 dez. 2007.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão**: uso e ocupação do solo (2000). Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. 1 mapa. Escala 1:250.000. 1 CD-ROM.

EMBRAPA. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, 1986.

ESPIG, S. A.; REIS, I. A.; ARAÚJO, E. P. Identificação do ecossistema mangue na Ilha do Maranhão através de técnicas de classificação utilizando imagens do sensor CCD-CBERS-2. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais**... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5731-5737. CD-ROM. Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.14.34>. Acesso em: 12 mar. 2013.

FAO. **A framework for land evaluation.** Roma: FAO, 1976. 72 p. (Soils Bulletin 32).

FEITOSA, A. C.; ALMEIDA, E. P. A degradação ambiental do rio Itapecuru na sede do município de Codó-MA. **Cadernos de Pesquisas**, São Luís, v. 13, n. 1, p. 31-45, 2002.

FREITAS, R. M.; ARAI, E.; ADAMI, M.; FERREIRA, A. S.; SATO, F. Y.; SHIMABUKURO, Y. E.; ROSA, R. R.; ANDERSON, L. O.; RUDORFF, B. F. T. Virtual laboratory of remote sensing time series: visualization of MODIS EVI2 data set over South America. **Journal of Computational Interdisciplinary Sciences**, v. 2, n. 1, p. 57-68, 2011.

FRIGOLETTO. **Entenda o cálculo do IDH Municipal (IDH-M) e saiba quais os indicadores usados**. Disponível em: <http://www.frigoletto.com.br/GeoEcon/idhmcalc.htm>. Acesso em: 11 set.2013.

FUNAI. Fundação Nacional do Índio. **O que é Terra Indígena**. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/indios/terras/conteudo.htm#o_que>. Acesso em: 12 maio 2013a.

FUNAI. **Grupos indígenas do Maranhão**. Disponível em: <http://funai-itz.blogspot.com.br/2006/10/grupos-indgenas-do-maranho.html>. Acesso em: 27 jul. 2013b.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil**: municípios selecionados e microrregiões geográficas. Belo Horizonte, 2005.

FURLEY, P. A. RATTER, J. A. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography**, v. 15, p. 97-108, 1988.

FURTADO, B. A.; LIMA NETO, V. C.; KRAUSE, C. Nota Técnica - Estimativas do déficit habitacional brasileiro (2007-2011) por municípios (2010). Brasília, DF: IPEA, 2013.

GIULIETTI, A. M.; DU BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L. V. (Org). **Biodiversidade da Caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação (). Brasília, DF: MMA; UFPE; Conservation International do Brasil; Fundação Biodiversitas; Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 48-90.

GOMES, D.; MACORANO, R. P.; SILVA, G. B. S.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C. **Interpretação de alvos a partir de imagens de satélite de média resolução espacial**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012. 24 p. (Circular Técnica, 21).

GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. **Erosão dos Solos**. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T (Org.) Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 181-227.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Projeto de monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite** - PMDBBS. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/index.htm>. Acesso em: 12 maio 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências – Produtos – **Mapa de Climas do Brasil**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/shapes/clima/>. Acesso em: 04 set. 2013.

IBGE. **Zoneamento geoambiental do Estado do Maranhão**: diretrizes gerais para a ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1997.

IBGE. **Estados**: Maranhão. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ma#>. Acesso em: 17 jun. 2013.

IBGE. **Censo Agro 2006**: IBGE revela retrato do Brasil agrário. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 12 jun. 2013a.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/brasil_2006/>. Acesso em: 27 jul. 2013b.

IBGE. **Censo Demográfico 1940**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013c.

IBGE. **Censo Demográfico 1950**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013d.

IBGE. **Censo Demográfico 1960.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013e.

IBGE. **Censo Demográfico 1970**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013f.

IBGE. **Censo Demográfico 1980**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013g.

IBGE. **Censo Demográfico 1991**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013h.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013i.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 15 mar. 2013j.

IBGE. **Censo demográfico 2010**: Caracterização da População do Maranhão – Amostra. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ma&tema=censodemog2010_amostra>. Acesso em: 17 jun. 2013k.

IBGE. **Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro, 1990. v. 1. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/DRB/Divisao%20regional_v01.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2013l.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, 1984.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estado do Maranhão** – Vegetação. 2011. Disponível em:<ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/vegetacao/unidades_federacao/ma_vegetacao.pdf>. Acesso em: 12 maio 2013m.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2012. Disponível em:<ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf>. Acesso em: 12 maio 2013n.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA)**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 ago. 2013o.

IBGE. **Municípios do Estado do Maranhão**. 2007. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 mar. 2012.

IBGE. **Reflexões sobre os deslocamentos populacionais no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. **Regiões de influência das cidades – 1993**. Rio de Janeiro, 2000.

IBGE. **Regiões de influência das cidades - 2007**. Rio de Janeiro, 2008.

IBGE. **Regiões de influência das cidades**. Rio de Janeiro, 1987.

IBGE. **Regiões funcionais urbanas**. Rio de Janeiro, 1972.

IBGE. **Zoneamento geoambiental do estado do Maranhão**: diretrizes gerais para a ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1997.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes. **Plano de manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2264-parna-dos-lencois-maranhenses>. Acesso em: 15 ago. 2013a.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes. **Plano de manejo Reserva Biológica do Gurupi**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1998-rebio-do-gurupi>. Acesso em: 15 ago. 2013b.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Reforma Agrária**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/index.php/reforma-agraria-2/questao-agraria/reforma-agraria>. Acesso em: 11 set. 2013a.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Titulação de Assentamentos**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/index.php/reforma-agraria-2/projetos-e-programas-do-incra/titulacao-de-assentamentos>. Acesso em: 11 set. 2013b.

INDICADORES DE CONJUNTURA ECONÔMICA DO MARANHÃO. São Luís: IMESC, v. 1, n.1, jan./fev. 2008.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Aeroportos, Estado do MA 2013**. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos/maranhao.html> Acesso em: 04 jul. 2013a.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Aeroporto Internacional de São Luís** – Marechal Cunha Machado 2013. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos/maranhao/aeroporto-marechal-cunha-machado.html>. Acesso em: 05 jul. 2013b.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Imprensa, aeroporto de imperatriz recebe ampliação do saguão do terminal de passageiros**. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/index.php/br/imprensa/noticias/5340-73-aeroporto-de-imperatriz-recebe-ampliacao-do-saguao-do-terminal-de-passageiros.html>. Acesso em: 05 jul. 2013c.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Imprensa, iniciado o processo de ampliação do aeroporto de São Luís**. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/index.php/br/imprensa/noticias/5391-35-iniciado-processo-de-ampliacao-do-aeroporto-de-sao-luis.html>. Acesso em: 04 jul. 2013d.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Obras em Aeroportos, demais ações do PAC**. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/obras/index.php/br/sao-luis-ma>. Acesso em: 04 jul. 2013e.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. **Obras em Aeroportos, Imperatriz – MA**. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/obras/index.php/br/imperatriz-ma>. Acesso em: 04 jul. 2013f.

INPE. **Séries temporais**. Disponível em: <https://www.dsr.inpe.br/laf>. Acesso em: 12 out.2012.

JACOMINE, P. K. T. (Coord.). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/SUDENE-DRN,

1986. 964 p. (Embrapa. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 35); (Brasil. SUDENE. DRN. Série Recursos de Solos, 17).

JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment**: an earth resource perspective. New Jersey: Prentice-Hall, 2000. 544 p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**. São José dos Campos: Parênteses. 2009. 597 p.

JIANG, Z.; HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 10, p. 3833–3845, out. 2008.

KUX, H. J. H.; SOUZA, U. D. V. Object-Based Image Analysis of Worldview-2 Satellite data for the classification of Mangrove Areas in the city of São Luís, Maranhão State, Brazil. In: ISPRS ANNALS OF THE PHOTOGRAMMETRY, 22.; **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. I-4, 2012. Melbourne, Austrália: ISPRS, 2012.

LEITE, A. C. **Normais de temperaturas máxima, média e mínima estimadas em função da latitude, longitude e altitude para o Estado do Maranhão**. São Luís: Emapa, 1978.

LEMOS, J. de J. S. **Um projeto de redução da pobreza com externalidades ambientais positivas no estado do Maranhão**. 2010. Disponível em: <http://www.lemos.pro.br/admin/artcientifico/12654682664b6d836a5b819.pdf> Acesso em: 10 jul. 2013.

LIMA, A.; SHIMABUKURO, Y.; ANDERSON, L.; TOREZAN, J. M.; RUDORFF, B. F. T.; RIZZI, R. Monitoramento da vegetação do Estado do Mato Grosso através da integração de mapas. **Geografia**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 669-681, 2007.

LIMA, A. S.; PAES, C.; MORENO, C.; COSTA, D. B.; SANTOS, F.; BARROS, G.; SOUSA, I. R.; SILVA, N. K.; PENHA, R.; MEIRELLES, Q. A realidade dos povos indígenas no Maranhão – São Luis. 2011.

LISBOA, S. S. Os fatores determinantes dos novos movimentos migratórios. **Revista Ponto de Vista**, v. 5, p. 83–95, 2008.

LOPES, E. C. S; TEIXEIRA, S. G. Contexto Geológico. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.

LOUREIRO, B. P. **O Plano de Integração Nacional de 1970 e as rodovias na Amazônia**: o caso da região amazônica na política de integração do território Nacional. 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aup0270/6t-alun/2010/m10/10-loureiro.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

MARANHÃO. **Atlas do Maranhão**. 2ª. Ed. São Luís: GEPLAN, LABGEO/UEMA, 2002, 44 p.

MARANHÃO. **Como investir no maranhão**: um guia de oportunidades. São Luís, MA: Governo do Maranhão, 2013a.

MARANHÃO. **O Maranhão**. Disponível em: <http://www.ma.gov.br/index.php/maranhao/?id=10125>. Acesso em: 27 jun. 2013b.

MARANHÃO uma grande descoberta. Disponível em: <http://www.turismo.ma.gov.br/pt/ >. Acesso em: 27 jun. 2013c.

MARANHÃO. Governo do Estado do Maranhão. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais. Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca. **Áreas susceptíveis à desertificação no Estado do Maranhão**. São Luís: Eduema, 2012a.

MARANHÃO. Governo do Estado. **Mapa de bacias hidrográficas**. São Luís, MA: UEMA/NUGEO, 2009.

MARANHÃO. O Maranhão e a nova década: oportunidade e desafios. **Revista Magazine**, mar. 2012b.

MARANHÃO. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Estado do Maranhão**. Decreto nº 27,317, de 14 de Abril de 2011.

MARANHÃO. **Plano estadual de habitação de interesse social**. São Luís: Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano, 2012c.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Estratégias de Desenvolvimento do Maranhão**. São Luís, MA: SEDINC, 2013d.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Plano de ação para a prevenção e o controle do desmatamento e das queimadas no Estado do Maranhão**. 2011. 110 p. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Plano_Estadual_do_Maranhxo.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2013e.

MARANHÃO; GEAGRO. **Zoneamento Costeiro do Maranhão**. Divisão municipal, mosaico de imagens, geologia, geomorfologia, pedologia e uso e cobertura vegetal. São Luís, MA: IICA/UFMA/UEMA/NUGEO/LABGEO, 2003

MARQUES, G. M. **Uma estratégia de desenvolvimento para São Luís – MA/Brasil**. 1996. 116 f. (Dissertação). School of Planning Oxford, Brookes University. Disponível em: <http://gmarques.com.br/pdf/Dissertacao%20DES-SLMA%20-%20revisao%20definitiva%20-%20final.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2013.

MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia Maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

MOTTA, D. M. da; AJARA, C. Configuração da rede urbana do Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 100, p. 7-25, jan./jun. 2001.

MOURA, R.; WERNECK, D. Z. Rede, Hierarquia e Região de Influência das cidades: um foco sobre a Região Sul. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 100, p. 27-57, jan./jun. 2001.

MOURA, W. C. de; FUKUDA, J.C.; LISBOA, E. A.; GOMES, B. N.; OLIVEIRA, S. L.; SANTOS, M. P.; CARVALHO, A. S. de; MARTINS, M. B. A Reserva Biológica do Gurupi como instrumento de conservação da natureza na Amazônia Oriental. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia Maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

NASCIMENTO, J. L. do; CAMPOS, I. B. (Org.). **Atlas da fauna brasileira ameaçada de extinção em unidades de conservação federais**. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de conservação da Biodiversidade, 2011. 276 p.

OLIVEIRA, I. C. **Status dos mamíferos no Estado do Maranhão**: uma proposta de classificação das espécies ameaçadas de extinção. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v. 5, p. 65-82, 1997.

OLIVEIRA, J. A.; GONÇALVES, P. R.; BONVICINO, C. R. Mamíferos da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA. J. M. C. da (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed Universitária da UFPE, 2003. p. 275-336.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 201 p.

OLIVEIRA, T. G. Alerta vermelho à conservação da última fronteira da Amazônia Tocantins: avaliação do estado de conservação do Gurupi e da Amazônia

maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia Maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

OLIVEIRA, T. G.; DIAS, P. A.; VIEIRA, O. Q.; IBANES, D. M.; SANTOS, J. P.; de PAULA, R. C. Mamíferos do Cerrado norte do Brasil. In: BARRETO, L. (Org.). **Cerrado norte do Brasil**. Pelotas: USEB, 2007. p. 261-285.

OLIVEIRA, T. G.; SILVA JÚNIOR, J. S.; DIAS, P. A.; QUIXABA-VIEIRA, O.; GERUDE, R. G.; GIUSTI, M.; PEREIRA, A. P. Mamíferos da Amazônia Maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. (Org.). **Amazônia maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

OREN, D. C.; ROMA, J. C. Composição e vulnerabilidade da avifauna da Amazônia maranhense, Brasil. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

PAULA, R. Z. A. de; HOLANDA, F. M. de. Padrão de Acumulação e dinâmica da economia maranhense na década dos 2000. **Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada**, Minas Gerais, v. 6, n. 10, jan./jun. 2011.

PELOSO, B. D. A.; SHIMABUKURO, Y. E. Caracterização de unidades geo-botânicas do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) através da integração de imagens ópticas e modelo digital de elevação. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62, n. 1, p. 103-118, mar. 2010

PNUD. **Programa Nações Unidas para o Desenvolvimento**. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/>. Acesso em: 11 set. 2013.

PORT-CARVALHO, M.; FERRARI, S. F. Occurrence and diet of the black bearded saki (Chiropotes satanas satanas) in the fragmented landscape of western Maranhao, Brazil. **Neotropical Primates**, Belo Horizonte, n. 12, p. 17 -21. 2004.

PPCD-MA. **Plano Estadual de Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas do Maranhão.** Produto 2. Diagnóstico para elaboração PPCD-MA. Brasília. jun. 2011. Disponível em: <http://www.sema.ma.gov.br/pdf/PPCDMA_Diagnostico_110602.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2013.

PROBIO. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. Brasília, DF, 2007. 18 p. Consolidação das informações e elaboração do texto: Júlio Cesar Roma. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/mapas_cobertura_vegetal.pdf>. Acesso em: 12 maio 2013.

QUARTAROLI, C. F.; MIRANDA, E. E. de; HOTT, M. C.; VALLADARES, G. S. **Classificação e quantificação das terras do Estado do Maranhão quanto ao uso, aptidão agrícola e condição legal de proteção.** Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2008. 205 p. (Documentos, 73).

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil:** potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1999. 36 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65 p.

REBELO-MOCHEL, F. Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazônia Maranhense**: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.

REFRACTIONS. **PostGIS Introuction and Case Studies**. Disponível em: <http://www.refractions.net/expertise/whitepapers/postgis-case-studies/postgis-case-studies.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.

REIS, C. S. dos; CONCEIÇÃO, G. M. da. Aspectos florísticos de um fragmento de vegetação, localizado no município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Scientia Plena**, v. 6, n.. 2, p. 1-16, 2010.

REVISTA VALOR ECONÔMICO. **Estado**: Maranhão – a Dinâmica da Expansão. out. 2012.

REZENDE, D. A.; ULTRAMARI, C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, mar./abr. 2007.

RIBEIRO JÚNIOR, J. R. B.. **Formação do espaço urbano de São Luís**: 1612. – 1991. São Luís, MA: Edições FUNC, 1999.

RIOS, L. **Estudos de geografia do Maranhão**. São Luís. Gráphis Editora, 2001.

RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

ROLNIK, R.; NAKANO, K. As armadilhas do pacote habitacional. **Le Monde Diplomatique**, São Paulo, n. 20, p. 4-5, mar. 2009.

SANO, E. E.; LIMA, C. A.; BEZERRA, H. S. Mapeamento semi-automatizado de fitofisionomias do Cerrado com imagens Landsat: vantagens e limitações. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O CERRADO, 2008, Brasília/DF. **Anais**.... Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, M. P. D.; CERQUEIRA, P. V.; SOARES, L. M. dos S. Avifauna em seis localidades no Centro-Sul do Estado do Maranhão, Brasil. **Ornithologia** v. 4, n. 1, p. 49-65, dez. 2010.

SHIMABUKURO, Y. E.; DUARTE, V.; MOREIRA, M. A.; ARAI, E.; RUDORFF, B.F.T.; FREITAS, R. F; LIMA, A.; ARAGÃO, J. R. L. **Detecção de áreas desflorestadas em tempo real (Projeto DETER) para os anos de 2005 e 2006**. São José dos Campos: INPE, 2005.

SHIMABUKURO, Y. E.; RUDORFF, B. F. T.; PONZONI, F. J.; A cobertura vegetal vista do espaço: uma ferramenta para a preservação. **Floresta e ambiente**, v. 5, n. 1, p. 195-198, jan. 1998. Disponível em: < http://www.floram.org/files/v5n%C3%BAnico/v5nunicoa20.pdf> Acesso em: 11 dez. 2007.

SIGRIST, T. **Iconografia das aves do Brasil.** Vinhedo, SP: Avis Brasilis, 2009. 600 p. (Série Biomas, 1).

SILVA JÚNIOR, J. S.; FERNANDES, M. E. B. A northeastern extension of the distribution of Aotus infulatus in Maranhão, Brazil. **Neotropical Primate**, Belo Horizonte, v. 7, n 3, p. 76-80. 1999.

SILVA, G. B. S.; PEREIRA, G.; SHIMABUKURO, Y. E. **Expansão de áreas antropogênicas no bioma Pantanal**: uma análise do período de 2002 a 2008. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3., 2010, Cáceres-MT. **Anais**... Campinas: Embrapa Informática, 2010. p. 792-799. v. 1.

SILVA, G. B. S.; VICTORIA, D. C.; ALBINO, T. C.; BATISTELLA, M. Dinâmica da expansão de áreas antropogênicas no bioma Cerrado localizado na região Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 16., 2013, Foz do Iguaçú, PR. **Anais**... São José dos Campos, SP: INPE, 2013. p. 7297-7304.

SILVA, H. G.; FIGUEREDO, N.; ANDRADE, G. V. Estrutura da vegetação de um cerradão e a heterogeneidade regional do cerrado no Maranhão, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 921-930, 2008.

SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A.; BIEBER, A. G. D.; CARLOS, C. J. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensitividade. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. (Ed). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

SOMMER, S.; ARAÚJO, M.P.; MARTINS, J. S, CORRÊA, P. R. S. Levantamento Exploratório de solos da Folha SB.23 TERESINA e parte da Folha SB.24 JAGUARIBE In: BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam; **Folha SB.23 Teresina e parte da Folha Sb.24 JAGUARIBE**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/Departamento Nacional da Produção Mineral, 1973, p. III-1 a III-144.

SOUZA, C. R. P. de. **Políticas públicas de habitação e transporte**: o programa Minha Casa Minha Vida em São José de Ribamar, Maranhão. 2011.101 f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.

STELLA, A. **Plano de prevenção e controle do desmatamento e queimadas do Maranhão**. 2011. 120 p. Disponível em:<http://www.sema.ma.gov.br/pdf/Plano%20Estadual%20de%20Combate%20ao%20Desmatamento.pdf>. Acesso em: 12 maio 2013.

STRUCKMEIER, W. F.; MARGAT, J. Hydrogeological maps: a guide and a standard legend. **International Association of Hydrogeologists**, Hannover, v. 17, p. 1-77, 1995.

SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Legislação**. Disponível em: <http://www.sudam.gov.br/amazonia-legal/legislacao>. Acesso em: 27 jul. 2013.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographycal Review**, London, v. 38, n. 1, jan. 1948.

TRABAQUINI, K.; SILVA, G. B. S.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; GALVAO, L. S. Dynamics and distribution of anthropic occupation in the cerrado of Mato Grosso in the period from 1990 to 2008. **Geografia**, Rio Claro, v. 38, p. 209-224, 2013.

TRIBUNA DO TOCANTINS. **Maranhão ganhará mais oito aeroportos – 2013**. Disponível em: <http://www.tribunadotocantins.com.br/noticia/12131/maranhao-ganhara-mais-oito-aeroportos>. Acesso em: 05 jul. 2013.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977, 91 p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente).

TROVÃO, J. R. **O Processo de ocupação do território maranhense**. São Luís, MA: IMESC, 2008.

UEMA. Universidade do Estado do Maranhão. **Atlas do Maranhão**. São Luís, 2002.

VALLADARES, G. S.; QUARTAROLI, C. F.; HOTT, M. C.; MIRANDA, E.E. de; NUNES, R. da S.; KLEPLER, D.; LIMA, G. P. **Mapeamento da aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. 25 p. Disponível em: <http://www.aptidaoma.cnpm.embrapa.br/conteudo/publicacoes.htm>. Acesso em: 5 jul. 2013.

VALOR ECONÔMICO. **A Dinâmica da Expansão:** petroquímica, energia e logística lideram investimentos de R$ 120 bilhões. out. 2012. p. 52.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. M. L. M. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens–fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor

TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí - PA. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 3, p. 487-493, jul./set. 2004.

VELOSO, H. P. et al. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: **FOLHA NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21**. Rio de Janeiro: Projeto Radambrasil, 1975. p. 307-403. cap. 4. (Levantamento de recursos naturais, 8). Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv24025_a.pdf >. Acesso em: 19 out. 2012.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1991. 123 p.

VIEIRA, L. S. **Manual da Ciência do Solo: com ênfase aos solos tropicais**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1988, 464 p. ilust., 2ª.edição.

WESCHENFELDER, A. B. et al. **Projeto atlas pluviométrico do Brasil**: isoietas anuais médias – período 1977 a 2006. Rio de Janeiro, RJ: CPRM, 2011. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Isoietas_Totais_Anuais_1977_2006_2011.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2012.

ZHU, Z.; WOODCOCK, C. E. Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery. **Remote Sensing of Environment**, v. 118, p. 83-94, 2012.

8. ANEXOS

8.1. Municípios do Maranhão nos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga

Municípios no Bioma Amazônia	Pertence à Amazônia Legal
AÇAILÂNDIA	sim
ALCÂNTARA	sim
ALTAMIRA DO MARANHÃO	sim
ALTO ALEGRE DO PINDARÉ	sim
AMAPÁ DO MARANHÃO	sim
AMARANTE DO MARANHÃO	sim
ANAJATUBA	sim
APICUM-AÇU	sim
ARAGUANÃ	sim
ARAME	sim
ARARI	sim
AXIXÁ	sim
BACABAL	sim
BACABEIRA	sim
BACURI	sim
BACURITUBA	sim
BELA VISTA DO MARANHÃO	sim
BEQUIMÃO	sim
BOA VISTA DO GURUPI	sim
BOM JARDIM	sim
BOM JESUS DAS SELVAS	sim
BOM LUGAR	sim
BREJO DE AREIA	sim
BURITICUPU	sim
BURITIRANA	sim
CACHOEIRA GRANDE	sim
CAJAPIÓ	sim
CAJARI	sim
CÂNDIDO MENDES	sim
CARUTAPERA	sim
CEDRAL	sim
CENTRAL DO MARANHÃO	sim
CENTRO DO GUILHERME	sim
CENTRO NOVO DO MARANHÃO	sim

CIDELÂNDIA	sim
CONCEIÇÃO DO LAGO-AÇU	sim
CURURUPU	sim
GODOFREDO VIANA	sim
GOVERNADOR NEWTON BELLO	sim
GOVERNADOR NUNES FREIRE	sim
GRAJAÚ	sim
GUIMARÃES	sim
ICATU	sim
IGARAPÉ DO MEIO	sim
IMPERATRIZ	sim
ITAIPAVA DO GRAJAÚ	sim
ITAPECURU MIRIM	sim
ITINGA DO MARANHÃO	sim
JOÃO LISBOA	sim
JUNCO DO MARANHÃO	sim
LAGO DA PEDRA	sim
LAGO DO JUNCO	sim
LAGO VERDE	sim
LUÍS DOMINGUES	sim
MARACAÇUMÉ	sim
MARAJÁ DO SENA	sim
MARANHÃOZINHO	sim
MATINHA	sim
MIRANDA DO NORTE	sim
MIRINZAL	sim
MONÇÃO	sim
MORROS	sim
NOVA OLINDA DO MARANHÃO	sim
OLHO D'ÁGUA DAS CUNHÃS	sim
OLINDA NOVA DO MARANHÃO	sim
PAÃO DO LUMIAR	sim
PALMEIRÂNDIA	sim
PAULO RAMOS	sim
PEDRO DO ROSÁRIO	sim
PENALVA	sim
PERI MIRIM	sim
PINDARÉ-MIRIM	sim
PINHEIRO	sim
PIO XII	sim
PORTO RICO DO MARANHÃO	sim
PRESIDENTE JUSCELINO	sim
PRESIDENTE MÉDICI	sim
PRESIDENTE SARNEY	sim
PRESIDENTE VARGAS	sim

RAPOSA	sim
ROSÁRIO	sim
SANTA HELENA	sim
SANTA INÊS	sim
SANTA LUZIA	sim
SANTA LUZIA DO PARUÁ	sim
SANTA RITA	sim
SÃO BENTO	sim
SÃO FRANCISCO DO BREJÃO	sim
SÃO JOÃO BATISTA	sim
SÃO JOÃO DO CARÚ	sim
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR	sim
SÃO LUÍS	sim
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO	sim
SÃO MATEUS DO MARANHÃO	sim
SÃO PEDRO DA ÁGUA BRANCA	sim
SÃO VICENTE FERRER	sim
SATUBINHA	sim
SENADOR LA ROCQUE	sim
SERRANO DO MARANHÃO	sim
TUFILÂNDIA	sim
TURIAÇU	sim
TURILÂNDIA	sim
VIANA	sim
VILA NOVA DOS MARTÍRIOS	sim
VITÓRIA DO MEARIM	sim
VITORINO FREIRE	sim
ZÉ DOCA	sim
HUMBERTO DE CAMPOS	não
PRIMEIRA CRUZ	não
SANTO AMARO DO MARANHÃO	não

Municípios no Bioma Cerrado	**Pertence à Amazônia Legal**
AMARANTE DO MARANHÃO	sim
ARAME	sim
ARARI	sim
BACABAL	sim
BREJO DE AREIA	sim
BURITIRANA	sim
CACHOEIRA GRANDE	sim
CIDELÂNDIA	sim
CONCEIÇÃO DO LAGO-AÇU	sim
GRAJAÚ	sim

ICATU	sim
IMPERATRIZ	sim
ITAIPAVA DO GRAJAÚ	sim
ITAPECURU MIRIM	sim
JOÃO LISBOA	sim
LAGO DA PEDRA	sim
LAGO DO JUNCO	sim
MARAJÁ DO SENA	sim
MIRANDA DO NORTE	sim
MORROS	sim
PAULO RAMOS	sim
PRESIDENTE VARGAS	sim
SANTA LUZIA	sim
SANTA RITA	sim
SÃO LUÍS GONZAGA DO MARANHÃO	sim
SÃO MATEUS DO MARANHÃO	sim
SENADOR LA ROCQUE	sim
VILA NOVA DOS MARTÍRIOS	sim
ALTO ALEGRE DO MARANHÃO	sim
ALTO PARNAÍBA	sim
BALSAS	sim
BARRA DO CORDA	sim
BENEDITO LEITE	sim
BERNARDO DO MEARIM	sim
BURITI BRAVO	sim
CAMPESTRE DO MARANHÃO	sim
CANTANHEDE	sim
CAPINZAL DO NORTE	sim
CAROLINA	sim
CODÓ	sim
COLINAS	sim
COROATÁ	sim
DAVINÓPOLIS	sim
DOM PEDRO	sim
ESPERANTINÓPOLIS	sim
ESTREITO	sim
FEIRA NOVA DO MARANHÃO	sim
FERNANDO FALCÃO	sim
FORMOSA DA SERRA NEGRA	sim
FORTALEZA DOS NOGUEIRAS	sim
FORTUNA	sim
GONÃALVES DIAS	sim
GOVERNADOR ARCHER	sim
GOVERNADOR EDISON LOBÃO	sim
GOVERNADOR EUGÊNIO BARROS	sim

GOVERNADOR LUIZ ROCHA	sim
GRAÇA ARANHA	sim
IGARAPÉ GRANDE	sim
JATOBÁ	sim
JENIPAPO DOS VIEIRAS	sim
JOSELÂNDIA	sim
LAGO DOS RODRIGUES	sim
LAGOA GRANDE DO MARANHÃO	sim
LAJEADO NOVO	sim
LIMA CAMPOS	sim
LORETO	sim
MATÕES DO NORTE	sim
MIRADOR	sim
MONTES ALTOS	sim
NOVA COLINAS	sim
NOVA IORQUE	sim
PARAIBANO	sim
PASTOS BONS	sim
PEDREIRAS	sim
PERITORÓ	sim
PIRAPEMAS	sim
POÇÃO DE PEDRAS	sim
PORTO FRANCO	sim
PRESIDENTE DUTRA	sim
RIACHÃO	sim
RIBAMAR FIQUENE	sim
SAMBAÍBA	sim
SANTA FILOMENA DO MARANHÃO	sim
SANTO ANTÈNIO DOS LOPES	sim
SÃO DOMINGOS DO AZEITÃO	sim
SÃO DOMINGOS DO MARANHÃO	sim
SÃO FÉLIX DE BALSAS	sim
SÃO JOÃO DO PARAÍSO	sim
SÃO JOÃO DO SOTER	sim
SÃO JOSÉ DOS BASÍLIOS	sim
SÃO PEDRO DOS CRENTES	sim
SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS	sim
SÃO RAIMUNDO DO DOCA BEZERRA	sim
SÃO ROBERTO	sim
SENADOR ALEXANDRE COSTA	sim
SÍTIO NOVO	sim
SUCUPIRA DO NORTE	sim
TASSO FRAGOSO	sim
TIMBIRAS	sim
TRIZIDELA DO VALE	sim

TUNTUM	sim
VARGEM GRANDE	sim
HUMBERTO DE CAMPOS	não
PRIMEIRA CRUZ	não
SANTO AMARO DO MARANHÃO	não
AFONSO CUNHA	não
ÁGUA DOCE DO MARANHÃO	não
ALDEIAS ALTAS	não
ANAPURUS	não
ARAIOSES	não
BARÃO DE GRAJAÚ	não
BARREIRINHAS	não
BELÁGUA	não
BREJO	não
BURITI	não
CAXIAS	não
CHAPADINHA	não
COELHO NETO	não
DUQUE BACELAR	não
LAGOA DO MATO	não
MAGALHÃES DE ALMEIDA	não
MATA ROMA	não
MATÕES	não
MILAGRES DO MARANHÃO	não
NINA RODRIGUES	não
PARNARAMA	não
PASSAGEM FRANCA	não
PAULINO NEVES	não
SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO	não
SANTANA DO MARANHÃO	não
SÃO BENEDITO DO RIO PRETO	não
SÃO BERNARDO	não
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	não
SÃO JOÃO DOS PATOS	não
SUCUPIRA DO RIACHÃO	não
TIMON	não
TUTÓIA	não
URBANO SANTOS	não

Municípios no Bioma Caatinga	Pertence à Amazônia Legal
ARAIOSES	não
BARÃO DE GRAJAÚ	não
BREJO	não
BURITI	não
LAGOA DO MATO	não
MAGALHÃES DE ALMEIDA	não
MATÕES	não
MILAGRES DO MARANHÃO	não
PARNARAMA	não
SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO	não
SÃO BERNARDO	não
SÃO FRANCISCO DO MARANHÃO	não
SÃO JOÃO DOS PATOS	não
SUCUPIRA DO RIACHÃO	não
TIMON	não

8.2. Principais instrumentos legais referentes à Amazônia Legal

Ano	Dispositivo	Descrição
1953	Lei nº 1.806, de 06 de janeiro	Incorpora à Amazônia os estados do Maranhão, Goiás e Mato Grosso. Cria-se a nomenclatura Amazônia Legal, com base em um conceito político e não geográfico.
1966	Lei nº 5.176, de 27 de outubro	Criação da SUDAM e ampliação dos limites da Amazônia Legal.
1981	Lei nº 6.938	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
1989	Constituição do Estado do Maranhão	Art. 10 Trata da criação, incorporação, fusão e desmembramento de municípios.
		Art. 12, I, letra f. e II, letras f e g Determina e explicita a competência do estado em relação ao meio ambiente e ao patrimônio paisagístico, histórico e cultural.
		Art. 174 e 178 Tratam da ordem econômica e social e da atividade garimpeira.
		Art. 180 Estabelece como obrigatório o plano diretor para municípios com mais de 20 mil habitantes e dispõe sobre o uso do solo urbano.
		Art. 191 Dispõe sobre a política fundiária rural.
		Art. 193 Especifica a utilização das terras do estado.
		Art. 197 Trata da política agrária e agrícola.
		Art. 198 Estabelece o investimento mínimo dos municípios na produção de alimentos básicos.
		Art. 199 Estabelece o zoneamento agropecuário e a política de reflorestamento.
		Art. 239 Dispõe sobre a preservação do meio ambiente.
		Art. 240 Trata da utilização de recursos naturais.
		Art. 241 Estabelece as obrigações do estado e dos municípios na preservação do meio ambiente.
		Art. 242 Trata sobre o zoneamento do território para a disposição de resíduos sólidos humanos e industriais e da implantação de polos industriais.
		Art. 244 Obriga o estado a recuperar a vegetação nativa em áreas protegidas.
		Art. 248 Trata da obrigação da recuperação do meio ambiente, em caso de dano, decorrente da exploração de recursos naturais.
		Art. 249 Proíbe a exploração econômica em áreas de preservação.
		Art. 250 Estabelece o estado como responsável pela recuperação das nascentes, rios e outros corpos d'água.

	Disposições transitórias	
		Art. 24 Delimita a área das nascentes dos rios Parnaíba, Farinha, Itapecuruzinho, Pindaré, Mearim, Corda, Grajaú, Turiaçu e, ainda, os campos naturais inundáveis das Baixadas Ocidental e Oriental Maranhenses serão limitados em lei como reservas ecológicas.
		Art. 40 Cria o Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA.
1992	Lei Estadual nº 5.405	Institui o Código de Proteção de Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão.
1999	Decreto sem número, de 18 de outubro de 1999	Dispõe sobre o Conselho Deliberativo do Sistema de Proteção da Amazônia – CONSIPAM e dá outras providências.
2001	Decreto nº 3.743	Regulamenta a Lei nº 6.431, de 11 de julho de 1977, que autoriza a doação de porções de terras devolutas a municípios incluídos na região da Amazônia Legal, para os fins que especifica, e dá outras providências.
2003	Decreto nº 4.703	Dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO e a Comissão Nacional da Biodiversidade, e dá outras providências.
2007	Lei complementar nº 124	Institui, na forma do art. 43 da Constituição Federal, a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM; estabelece sua composição, natureza jurídica, objetivos, área de competência e instrumentos de ação; dispõe sobre o fundo de desenvolvimento da Amazônia - fda; altera a medida provisória n.º 2.157-5, de 24 de agosto de 2001; revoga a lei complementar n.º 67, de 13 de junho de 1991; e dá outras providências.
2009	Decreto sem número, de 27 de abril de 2009	Cria o grupo executivo intergovernamental para a regularização fundiária na Amazônia Legal, e dá outras providências.
2009	Lei nº 11.952	Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal; altera as leis nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências.
2009	Decreto nº 6.992	Regulamenta a lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009, para dispor sobre a regularização fundiária das áreas rurais situadas em terras da União, no âmbito da Amazônia Legal, definida pela lei complementar nº 124, de 3 de janeiro de 2007, e dá outras providências.
2009	Decreto nº 7.008	Institui a operação arco verde, no âmbito do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal, e dá outras providências.
2009	Lei nº 12.187	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e visa à preservação, à conservação e à recuperação dos recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais tidos como patrimônio nacional.
2010	Decreto nº 7.341	Regulamenta a lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009, para dispor sobre a regularização fundiária das áreas urbanas situadas em terras da União no âmbito da Amazônia Legal, definida pela lei complementar nº 124, de 3 de janeiro de 2007, e dá outras providências.
2010	Decreto nº 7.378, de 1 de dezembro	Aprova o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal - MacroZEE da Amazônia Legal, altera o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002.
2011	Lei complementar nº 140	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício

		da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.
2012	Resolução nº 02 do COERH-MA	Regulamenta a instalação de Comitês de Bacias Hidrográficas no Estado do Maranhão e informa que os comitês de bacia integrantes do compor o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos serão instituídos, organizados e terão seu funcionamento em conformidade com o disposto nos artigos 33 e 34 da Lei Estadual nº 8.149, de 15 de junho de 2004, e nos artigos 58 a 65 do Decreto Estadual nº 27.845, de 18 de novembro 2011.
2012	Lei nº 12.651, de 25 de maio	Estabelece as normas gerais de proteção da vegetação, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal. Define como área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008. Estabelece o prazo para a elaboração dos Zoneamentos Ecológicos-Econômicos em 5 anos.
2012	Lei nº 12.727, de 17 de outubro	Estabelece dois tipos de áreas de preservação: a reserva legal e a área de preservação permanente (APP). A reserva legal é a porcentagem de cada propriedade ou posse rural que deve ser preservada, variando de acordo com a região e o bioma, seguindo a seguinte distribuição: Amazônia Legal = 80%; Cerrado = 35%, campos gerais = 20% e nos demais biomas = 20%. A recuperação das áreas deverá seguir o Programa de Regulamentação Ambiental (PRA).
2012	Decreto nº 7.830, de 17 de outubro	Cria o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental (PRA).
2013	Decreto nº 7.957	Institui o gabinete permanente de gestão integrada para a proteção do meio ambiente; regulamenta a atuação das forças armadas na proteção ambiental; altera o Decreto nº 5.289, de 29 de novembro de 2004, com objetivo de reduzir o desmatamento.
2013	Portaria SEMA nº 58	Revoga a Portaria nº 056/2013, de 03 de abril de 2013, que dispõe sobre o regulamento relativo aos procedimentos de parcelamento dos créditos não tributários (multas), decorrentes das infrações ambientais no Estado do Maranhão e dá outras providências, haja vista alterações que deverão ser introduzidas em seu conteúdo.
2013	Portaria SEMA nº 59	Dispõe sobre o regulamento relativo aos procedimentos de parcelamento dos créditos não tributários (multas) decorrentes das infrações ambientais no Estado do Maranhão e dá outras providências.
2013	Portaria SEMA nº 64	Institui o Sistema Informatizado de Gerenciamento de Licenciamentos e Autorizações – SIGLA e dispõe sobre a formação de processos administrativos em meio eletrônico de Licenças e Autorizações Ambientais, no âmbito desta Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA, e dá outras disposições.
2313	Resolução Consema nº 3	Estabelece as condições técnico-institucionais e administrativas, visando à execução pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, de maneira harmônica e integrada à competência dos demais órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, das ações de cadastro, licenciamento, fiscalização e monitoramento das atividades passíveis de licenciamento ambiental e causadoras de impacto ambiental local no município, a fim de evitar o conflito de competência com o estado.

8.3. Principais instrumentos legais referentes ao Cerrado Maranhense

Ano	Dispositivo	Descrição
1967	Lei nº 5.371	Criação da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), fundação vinculada ao Ministério da Justiça.
1973	Lei nº 6.001	Regula a situação jurídica dos índios ou silvícolas e das comunidades indígenas, com o propósito de preservar a sua cultura e integrá-los, progressiva e harmoniosamente, à comunhão nacional (Estatuto do Índio).
1986	Decreto nº 93.263	Declara de ocupação dos indígenas, para os efeitos dos artigos 4º, IV e 198 da Constituição, as terras localizadas no Município de Grajaú, Estado do Maranhão.
1989	Lei nº 7.803	Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, revoga as Leis nº 6.535, de quinze de junho de 1978 e nº 7.511, de sete de julho de 1986 (código florestal).
1996	Decreto nº 1.775	Dispõe sobre o processo de demarcação das terras indígenas.
1999	Decreto nº 3.156	Dispõe sobre as condições para a prestação de assistência à saúde dos povos indígenas, no âmbito do Sistema Único de Saúde, pelo Ministério da Saúde, altera dispositivos dos Decretos nºs 564, de 8 de junho de 1992, e nº 1.141, de 19 de maio de 1994, e dá outras providências.
2002	Portaria do Ministério da Saúde nº 254	Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas. Transfere a responsabilidade dos serviços de saúde da FUNAI para a FUNASA.
2004	Decreto nº 5.051	Promulga a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Povos Indígenas e Tribais.
2004	Decreto sem número, de 27 de outubro	Homologa a demarcação da terra indígena Krikati, localizada nos municípios de Amarante do Maranhão, Lojeado Novo, Montes Altos e Sítio Novo, Estado do Maranhão.
2005	Decreto sem número, de 19 de abril	Homologa a demarcação administrativa da terra indígena Awá, localizada nos municípios de Centro Novo do Maranhão, Zé Doca, Governador Newton Bello e São João do Caru, Estado do Maranhão.
2006	Decreto sem número, de 16 de março	Convoca a conferência nacional dos povos indígenas e dá outras providências.
2006	Decreto sem número, de 22 de março	Institui no âmbito do ministério da justiça, a Comissão Nacional de Política Indigenista (CNPI).
2009	Decreto nº 6.861	Dispõe sobre a educação escolar indígena, define sua organização em territórios etnoeducacionais, e dá outras providências.
2011	Lei nº 12.416	Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da

		Educação Nacional), para dispor sobre a oferta de educação superior para os povos indígenas.
2012	Decreto nº 7.747	Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI), e dá outras providências.
2012	Decreto sem número, de 05 de junho	Institui o comitê de gestão integrada das ações de atenção à saúde e de segurança alimentar para a população indígena.
2012	Decreto nº 7.778	Aprova o Estatuto da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), fundação pública instituída em conformidade com a Lei nº 5.371, de 5 de dezembro de 1967, vinculada ao Ministério da Justiça, tem sede e foro no Distrito Federal, jurisdição em todo o território nacional e prazo de duração indeterminado e descreve as funções da fundação.

8.4. Municípios em territórios institucionais

Categoria de unidade de conservação	**Municípios**
Área de proteção ambiental	Afonso Cunha, Água Doce do Maranhão, Alcântara, Aldeias Altas, Alto Parnaíba, Anajatuba, Apicum-Açu, Araioses, Arari, Axixá, Bacabal, Bacabeira, Bacuri, Bacurituba, Balsas, Barreirinhas, Bela Vista do Maranhão, Belágua, Bequimão, Bom Jardim, Brejo, Buriti, Cachoeira Grande, Cajapió, Cajari, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Central do Maranhão, Chapadinha, Codó, Coelho Neto, Conceição do Lago-Açu, Cururupu, Duque Bacelar, Godofredo Viana, Guimarães, Humberto de Campos, Icatu, Igarapé do Meio, Itapecuru Mirim, Lago Verde, Luís Domingues, Matinha, Matões do Norte, Mirinzal, Monção, Morros, Nina Rodrigues, Olho D'Água das Cunhãs, Olinda Nova do Maranhão, Paço do Lumiar, Palmeirândia, Paulino Neves, Pedro do Rosário, Penalva, Peri Mirim, Pindaré-Mirim, Pinheiro, Pio Xii, Porto Rico do Maranhão, Presidente Juscelino, Presidente Sarney, Presidente Vargas, Primeira Cruz, Raposa, Rosário, Santa Helena, Santa Inês, Santa Quitéria do Maranhão, Santa Rita, Santana do Maranhão, Santo Amaro do Maranhão, São Benedito do Rio Preto, São Bento, São João Batista, São José de Ribamar, São Luís, São Mateus do Maranhão, São Vicente Ferrer, Satubinha, Serrano do Maranhão, Turiaçu, Turilândia, Tutóia, Urbano Santos, Viana, Vitória do Mearim
Estação ecológica	São Luís
Parque	Alto Parnaíba, Barreirinhas, Carolina, Estreito, Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra, Humberto de Campos, Loreto, Mirador, Primeira Cruz, Riachão, Sambaíba, Santo Amaro do Maranhão, São Domingos do Azeitão, São Félix de Balsas, São Luís, São Raimundo das Mangabeiras, Tuntum
Reserva biológica	Bom Jardim, Centro Novo do Maranhão, Itinga do Maranhão, São João do Carú
Reserva extrativista	Água Doce do Maranhão, Apicum-Açu, Araioses, Bacuri, Chapadinha, Cidelândia, Cururupu, Davinópolis, Imperatriz, João Lisboa, Mirinzal, Porto Rico do Maranhão, Senador La Rocque, Serrano do Maranhão
Terras indígenas	Alto Alegre do Pindaré, Amarante do Maranhão, Araguanã, Arame, Barra do Corda, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Buriticupu, Centro do Guilherme, Centro Novo do Maranhão, Fernando Falcão, Formosa da Serra Negra, Governador Newton Bello, Grajaú, Itaipava do Grajaú, Jenipapo dos Vieiras, Lajeado Novo, Maranhãozinho, Mirador, Monção, Montes Altos, Nova Olinda do Maranhão, Pindaré-Mirim, Ribamar Fiquene, Santa Luzia, Santa Luzia do Paruá, São João do Carú, Sítio Novo, Tufilândia, Zé Doca

Situação da comunidade quilombola	Município	Comunidade
Regularizadas	Viana	Contenda
	Viana	São Manoel II
	Viana	Ferreira
	Viana	Santa Rosa I
	Viana	Santa Rosa II
	Viana	Aguiar
	Viana	Cajueiro
	Viana	Carangueijo
	Viana	Mucambo
	Bacuri	Fazenda Barreira
	Presidente Sarney	Cutia e Cocal
	Presidente Sarney	Bem Posta
	Caxias	Olho d'Água do Raposo
	Caxias	Jenipapo
	Caxias	Usina Velha
	São João do Soter	Cipó
	Peritoró	Lago Grande
	Bacabal	São Sebastião dos Pretos
	Bacabal	Campo Redondo
	Anajatuba	Queluz
	Anajatuba	Pedrinhas Clube de Mães
	Turiaçu	Jamari dos Pretos
	Pinheiro	Altamira
	Pinheiro	Rio dos Peixes
	Pinheiro	Cotovelo
	Pedro do Rosário	Imbiral/Cabeça Branca
	Pedro do Rosário	Santo Inácio
	Itapecu-Mirim	Juçaral/Santa Helena
	Cândido Mendes	Bom Jesus
	Cândido Mendes	Santa Izabel
	Santa Rita	Agrical II/S. Rita do Vale
	Bacabeira	Santana
	Codó	Santo Antonio dos Pretos
	Codó	Mocorongo
	Codó	Eira dos Coqueiros

Regularização em andamento	Viana	Cocal
	Viana	Campinho de Biné
	Olinda Nova do Maranhão	S. Benedito dos Carneiros
	São Vicente de Ferrer	Palmeiralzinho
	Matinha	Os Paulos
	Matinha	Palestina
	Matinha	Santa Izabel
	Matinha	Curral de Varas
	Matinha	Cutia II
	Matinha	Jacuica
	Matinha	Faixa
	Matinha	Graça
	Matinha	São José de Bruno
	Matinha	Cutia I
	Matinha	São Felipe
	Icatu	Boqueirão
	Matões do Maranhão	Assobiante
	Pedro do Rosário	Rio das Lages
	Pedro do Rosário	Área Comunitária
	Anapurus	Morros
	Cândido Mendes	São José dos Portugueses
	Cândido Mendes	Cararamirim
	Cândido Mendes	Santa Barbara
	Cedral	Canavial
	Codó	S. Benedito dos Colocados
	Cururupu	Entre Rios
	Icatu	Retiro
	Mata Roma	Jacu I
	Viana	Campinho
	Mirizal	Maiabí
	Mirizal	Axui
	Mirizal	Estiva dos Manfras
	Olinda Nova do Maranhão	Caldo Quente
	Penalva	Capoeira
	Penalva	Santa Estela
	Pedro do Rosário	Imbiral/Cabeça Branca
	Pedro do Rosário	Cajual

	Pedro do Rosário	Bornel
	Pedro do Rosário	Pedreiras
	Pedro do Rosário	Palmeirinha
	Presidente Sarney	São Felipe
	Peritoró	São Bento do Juvenal
	Pinheiro	Comunidade Boa Vista
	Rosário	Miranda do Rosário
	Rosário	Matinha/Vista Alegre
	Santa Helena	São Joaquim
	Serrano do Maranhão	São Benedito
	Santa Rita	Vila Fé em Deus

	Municípios
Assentamentos	Açailândia, Alcântara, Alto Alegre do Maranhão, Alto Alegre do Pindaré, Amapá do Maranhão, Amarante do Maranhão, Anapurus, Apicum-Açu, Araguanã, Araioses, Arame, Arari, Bacabal, Bacuri, Bacurituba, Balsas, Barra do Corda, Barreirinhas, Belágua, Boa Vista do Gurupi, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Brejo, Buriti, Buriti Bravo, Buriticupu, Cachoeira Grande, Cajari, Cândido Mendes, Cantanhede, Capinzal do Norte, Carolina, Carutapera, Caxias, Central do Maranhão, Centro do Guilherme, Centro Novo do Maranhão, Chapadinha, Cidelândia, Codó, Colinas, Conceição do Lago-Açu, Coroatá, Cururupu, Davinópolis, Esperantinópolis, Estreito, Fernando Falcão, Fortuna, Governador Edison Lobão, Governador Nunes Freire, Grajaú, Humberto de Campos, Igarapé do Meio, Imperatriz, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, Joselândia, Junco do Maranhão, Lago do Junco, Lago Verde, Lagoa Grande do Maranhão, Lima Campos, Magalhães de Almeida, Maracaçumé, Marajá do Sena, Maranhãozinho, Matinha, Matões, Matões do Norte, Milagres do Maranhão, Mirador, Miranda do Norte, Mirinzal, Monção, Morros, Nina Rodrigues, Nova Olinda do Maranhão, Olinda Nova do Maranhão, Paço do Lumiar, Palmeirândia, Parnarama, Passagem Franca, Paulino Neves, Paulo Ramos, Pedro do Rosário, Penalva, Peritoró, Pindaré Mirim, Pinheiro, Pio XII, Pirapemas, Presidente Juscelino, Presidente Médici, Presidente Sarney, Presidente Vargas, Riachão, Rosário, Santa Filomena do Maranhão, Santa Helena, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Luzia do Paruá, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bento, São Bernardo, São Francisco do Brejão, São João do Paraiso, São João do Soter, São Luís, São Luis Gonzaga do Maranhão, São Mateus do Maranhão, Satubinha, Senador La Rocque, Timbiras, Timon, Tuntum, Turiaçu, Turilândia, Tutóia, Urbano Santos, Vargem Grande, Viana, Vitória do Mearim, Vitorino Freire, Zé Doca.

8.5. Principais instrumentos legais aplicáveis ao contexto de territorialidade indígena

Ano	Dispositivo	Descrição
1967	Lei nº 5.371	Criação da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), fundação vinculada ao Ministério da Justiça.
1973	Lei nº 6.001	Regula a situação jurídica dos índios ou silvícolas e das comunidades indígenas, com o propósito de preservar a sua cultura e integrá-los, progressiva e harmoniosamente, à comunhão nacional (Estatuto do Índio).
1986	Decreto nº 93.263	Declara de ocupação dos indígenas, para os efeitos dos artigos 4º, IV e 198 da Constituição, as terras localizadas no Município de Grajaú, Estado do Maranhão.
1989	Lei nº 7.803	Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, revoga as leis nº 6.535, de 15 de junho de 1978, e nº 7.511, de 7 de julho de 1986 (Código Florestal).
1996	Decreto nº 1.775	Dispõe sobre o processo de demarcação das terras indígenas.
1999	Decreto nº 3.156	Dispõe sobre as condições para a prestação de assistência à saúde dos povos indígenas, no âmbito do Sistema Único de Saúde, pelo Ministério da Saúde, altera dispositivos dos decretos nº 564, de 8 de junho de 1992, e nº 1.141, de 19 de maio de 1994, e dá outras providências.
2002	Portaria do Ministério da Saúde nº 254	Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas. Transfere a responsabilidade dos serviços de saúde da Funai para a Funasa.
2004	Decreto nº 5.051	Promulga a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Povos Indígenas e Tribais.
2004	Decreto sem número, de 27 de outubro	Homologa a demarcação da terra indígena Krikati, localizada nos municípios de Amarante do Maranhão, Lajeado Novo, Montes Altos e Sítio Novo, Estado do Maranhão.
2005	Decreto sem número, de 19 de abril	Homologa a demarcação administrativa da terra indígena Awá, localizada nos municípios de Centro Novo do Maranhão, Zé Doca, Governador Newton Bello e São João do Carú, Estado do Maranhão.
2006	Decreto sem número, de 16 de março	Convoca a conferência nacional dos povos indígenas e dá outras providências.
2006	Decreto sem número, de 22 de	Institui, no âmbito do Ministério da

	março	Justiça, a Comissão Nacional de Política Indigenista (CNPI).
2009	Decreto nº 6.861	Dispõe sobre a educação escolar indígena, define sua organização em territórios etnoeducacionais, e dá outras providências.
2011	Lei nº 12.416	Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre a oferta de educação superior para os povos indígenas.
2012	Decreto nº 7.747	Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI), e dá outras providências.
2012	Decreto sem número, de 5 de junho	Institui o comitê de gestão integrada das ações de atenção à saúde e de segurança alimentar para a população indígena.
2012	Decreto nº 7.778	Aprova o Estatuto da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), fundação pública instituída em conformidade com a Lei nº 5.371, de 5 de dezembro de 1967, vinculada ao Ministério da Justiça, tem sede e foro no Distrito Federal, jurisdição em todo o território nacional e prazo de duração indeterminado e descreve as funções da fundação.

8.6. Municípios do Maranhão com plano diretor e em elaboração

	Município com plano diretor	**Plano diretor**
1.	Açailândia	http://www.acailandia.ma.gov.br/legislacao/plano-diretor/
2.	Afonso Cunha	http://www.pmafonsocunha.com.br/novo_site/index.php?exibir=plano_diretor&ID=38
3.	Alto Alegre do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/alto-alegre-do-maranhao#
4.	Alto Alegre do Pindaré	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/alto-alegre-do-pindare
5.	Amarante do Maranhão	http://amarante.ma.gov.br/download/leis/leis-2006/Anteprojeto%20de%20Lei%20de%20uso%20e%20ocupa%C3%A7%C3%A3o%20do%20solo.pdf (Lei de Uso e Ocupação do solo nas macrozonas urbanas do município de Amarante do Maranhão)
6.	Anajatuba	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/anajatuba#
7.	Araioses	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/araioses#
8.	Arame	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA02%20-%20Arame%20-%20Edelcy%20Ferreira%20-%20Jun%202009.pdf

9.	Arari	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/arari#
10.	Bacabal	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/bacabal#
11.	Bacabeira	http://201.59.159.118/wp-content/uploads/2013/06/Plano-Diretor-de-Bacabeira-DOE.pdf
12.	Balsas	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA04%20-%20Balsas%20-%20M%C3%A1rcio%20Bruno%20dos%20Santos%20Dias%20-%20Jun%202009.pdf
13.	Barra do Corda	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA%2005%20-%20Barra%20do%20Corda%20-%20M%C3%A1rcio%20Bruno%20dos%20Santos%20Dias%20-%20Jun%202009.pdf.pdf
14.	Barreirinhas	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA06%20-%20Barreirinhas%20-%20Edelcy%20Ferreira%20-%20Jun%202009.pdf
15.	Bom Jardim	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/bom-jardim#
16.	Brejo	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/brejo#
17.	Buriticupu	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA07%20-%20Buriticupu%20-%20Edelcy%20Ferreira%20-%20Jun%202009.pdf
18.	Cachoeira Grande	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/cachoeira-grande#
19.	Carolina	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/carolina#
20.	Caxias	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA09%20-%20Caxias%20-%20Frederico%20Lago%20Burnett%20e%20Edelcy%20Ferreira%20%20-%20Jun%202009.pdf
21.	Chapadinha	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/chapadinha#
22.	Coelho Neto	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20%20-Relat%C3%B3rio%20Municipal%2010%20-%20Coelho%20%20Neto%20-%20Claudiceia%20Silva%20Mendes%20-%20Jun%202009.pdf
23.	Colinas	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%2011%20-%20Colinas%20-%20Claudiceia%20Silva%20Mendes%20-%20Jun%202009.pdf
24.	Dom Pedro	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/dom-pedro#
25.	Esperantinópolis	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/esperantinopolis#
26.	Estreito	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-

		%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA12%20-%20Estreito%20-%20M%C3%A1rcio%20Bruno%20e%20Fernando%20Castelo%20-%20Jun%202009.pdf
27.	Governador Nunes Freire	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/governador-nunes-freire
28.	Icatu	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA13%20-%20Icatu%20-%20M%C3%A1rcio%20Bruno%20dos%20Santos%20Dias%20-%20Jun%202009.pdf
29.	Igarapé Grande	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/igarape-grande
30.	Imperatriz	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municpal%2014%20-%20Imperatriz%20-%20Claudiceia%20Silva%20Mendes%20-%20Jun%202009.pdf
31.	Itapecuru Mirim	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%2015%20-%20Itapecuru-Mirim%20-%20Claudiceia%20Silva%20Mendes%20-%20Jun%202009.pdf
32.	Itinga do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/itinga-do-maranhao
33.	Joselândia	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/joselandia
34.	Lago da Pedra	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/lago-da-pedra
35.	Lago dos Rodrigues	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/lago-dos-rodrigues
36.	Matinha	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/matinha
37.	Matões	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/matoes
38.	Monção	http://www.cm-moncao.pt/portal/page/moncao/portal_municipal/SERVICOS_MUNICIPAIS/planeamento_ordenamento/PDM/01.Relatorio_Plano.pdf
39.	Paço do Lumiar	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/paco-do-lumiar
40.	Pedreiras	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%c3%b3rio%20Municipal%20n%c2%ba16%20-%20Pedreiras%20-%20Al%c3%a9ssio%20Antonio%20dos%20Santos%20Dias%20-%20Jun%202009.pdf
41.	Penalva	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/penalva
42.	Pindaré-Mirim	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/pindare-mirim
43.	Pio XII	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/pio-xii
44.	Presidente Dutra	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/presidente-

		dutra
45.	Raposa	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/raposa
46.	Riachão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/riachao
47.	Rosário	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/rosario
48.	Santa Helena	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/santa-helena
49.	Santa Inês	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%c3%b3rio%20Municipal%2017%20-%20Santa%20In%c3%aas%20-%20Claudiceia%20Silva%20Mendes-Jun%202009.pdf
50.	Santa Luzia	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/santa-luzia
51.	Santa Luzia do Paruá	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/santa-luzia-do-parua
52.	Santa Quitéria do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/santa-quiteria-do-maranhao
53.	Santa Rita	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/santa-rita
54.	Santo Amaro do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/santo-amaro-do-maranhao
55.	São Bento	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/sao-bento
56.	São Domingos do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/sao-domingos-do-maranhao
57.	São João dos Patos	http://www.saojoaodospatos.ma.gov.br/wp-content/uploads/2012/06/PLANO-DIRETOR-S%C3%83O-JO%C3%83O-DOS-PATOS-MA.pdf
58.	São José de Ribamar	http://www.saojosederibamar.ma.gov.br/_files/arquivos/zon-gerals-j-de-ribamar-prefeitura-out-2007mapa-01_4ddaa26a1a1c5.pdf
59.	São Luís	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/download/estudo_de_caso_maranhao.pdf
60.	São Luís Gonzaga do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/sao-luis-gonzaga-do-maranhao
61.	São Mateus do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/sao-mateus-do-maranhao
62.	São Raimundo do Doca Bezerra	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/sao-raimundo-do-doca-bezerra
63.	Timon	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%c3%b3rio%20Municipal%2021%20-%20Timon%20-%20Claudiceia%20Silva%20Mendes%20-%20Jun%2009.pdf
64.	Tuntum	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Rerlat%c3%b3rio%20Municipal%20n%c2%ba22%20-%20Tuntum%20-%20Al%c3%a9ssio%20Antonio%20dos%20Santos%20Dias%20-%20Jun%202009.pdf
65.	Turiaçu	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/turiacu
66.	Tutóia	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/tutoia
67.	Vargem Grande	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%c3%b3rio%20Municipal%2023%20-%20Vargem%20Grande-%20Claudiceia%20Silva%20Mendes%20-%20Jun%202009.pdf

68.	Viana	http://web.observatoriodasmetropoles.net/planosdiretores/produtos/ma/MA%20-%20Relat%C3%B3rio%20Municipal%20n%C2%BA24%20-%20Viana%20-%20Edelcy%20Ferreira%20e%20Rosiane%20Bandeira%20-%20Jun%202009.pdf
69.	Vitória do Mearim	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/vitoria-do-mearim
70.	Zé Doca	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/ze-doca

	Município com plano diretor em elaboração	**Plano diretor**
1.	Água Doce do Maranhão	Não consta
2.	Alcântara	http://www.monumenta.gov.br/site/?p=125
3.	Aldeias Altas	www.portalodm.com.br/relatorios/PDF/gera_PDF.php?cidade=12320
4.	Axixá	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/axixa#
5.	Bela Vista do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/bela-vista-do-maranhao#
6.	Bom Jesus das Selvas	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/bom-jesus-das-selvas#
7.	Brejo de Areia	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/brejo-de-areia#
8.	Buriti	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/buriti#
9.	Buriti Bravo	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/buriti-bravo#
10.	Buritirana	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/buritirana#
11.	Cândido Mendes	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/candido-mendes#
12.	Carutapera	http://carutapera.ma.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=116:plano-diretor&catid=30:legislacao&Itemid=114
13.	Cedral	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/cedral#
14.	Cidelândia	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/cidelandia#
15.	Codó	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/codo#
16.	Coroatá	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/coroata#
17.	Cururupu	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/cururupu#
18.	Fernando Falcão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/fernando-falcao#
19.	Fortaleza dos Nogueiras	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/fortaleza-dos-nogueiras#
20.	Fortuna	http://www.portalodm.com.br/relatorios/ma/fortuna#
21.	Grajaú	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/grajau
22.	Humberto de Campos	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/humberto-de-campos
23.	Igarapé do Meio	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/igarape-do-meio
24.	João Lisboa	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/joao-lisboa
25.	Lagoa Grande do	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-

	Maranhão	vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/lagoa-grande-do-maranhao
26.	Lajeado Novo	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/lajeado-novo
27.	Lima Campos	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/lima-campos
28.	Magalhães de Almeida	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/magalhaes-de-almeida
29.	Marajá do Sena	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/maraja-do-sena
30.	Matões do Norte	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/matoes-do-norte
31.	Mirinzal	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/mirinzal
32.	Morros	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/morros
33.	Nina Rodrigues	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/nina-rodrigues
34.	Nova Iorque	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/nova-iorque
35.	Olho d'Água das Cunhãs	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/olho-d-agua-das-cunhas
36.	Parnarama	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/parnarama
37.	Paulino Neves	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/paulino-neves
38.	Paulo Ramos	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/paulo-ramos
39.	Peritoró	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/peritoro
40.	Pinheiro	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/pinheiro
41.	Porto Franco	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/porto-franco
42.	Primeira Cruz	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/primeira-cruz
43.	Santana do Maranhão	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/santana-do-maranhao
44.	São Bernardo	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/sao-bernardo
45.	São Pedro da Água Branca	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/sao-pedro-da-agua-branca
46.	Senador Alexandre Costa	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/senador-alexandre-costa
47.	Sítio Novo	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/sitio-novo
48.	Timbiras	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/timbiras
49.	Trizidela do Vale	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/trizidela-do-vale

50.	Tufilândia	http://www.portalodm.com.br/relatorios/7-qualidade-de-vida-e-respeito-ao-meio-ambiente/ma/tufilandia

8.7. Sistemas Naturais do Maranhão

1) Planícies Litorâneas

Compreendem três geofácies (quadro 01) e correspondem às áreas planas, em cotas altimétricas que não ultrapassam os 10 m, resultantes da acumulação fluviomarinha. Essas áreas acham-se muito recortadas por canais, formando ilhas, constituídas por sedimentos quaternários inconsolidados onde dominam os Solos de Mangue. Em alguns trechos do litoral ocidental, ocorrem áreas inundadas com solos hidromórficos representados pelos Gleissolos. Já na porção oriental, ocorrem dunas parcialmente fixadas pela vegetação em meio às áreas de mangue. Nessa unidade, predominam os ambientes instáveis com vulnerabilidade aos processos erosivos muito alta. O clima regional é úmido, com pluviosidade anual em torno de 2.000 mm, e domina uma vegetação de Formações Pioneiras Fluviomarinhas e Marinhas. Nesse sistema, a principal atividade é a pesca e a cata de mariscos.

2) Tabuleiros do Lençóis Maranhenses

Esta unidade apresenta cinco geofácies (quadro 01) e caracteriza-se por uma área plana com altitudes em torno de 0 m a 40 m, formada por depósitos eólicos e marinhos quaternários, com a presença de dunas de diferentes gerações e de lagoas. A área de dunas mais significativa ocorre nas proximidades do litoral e é conhecida como Lençóis Maranhenses. São dunas móveis com formas diferenciadas, em barcanas, crescentes e parábolas entre outras, sem colonização vegetal. É comum entre elas a ocorrência de lagoas de águas escuras resultantes do afloramento do lençol freático; algumas dessas lagoas são temporárias, desaparecendo durante o período seco.

Os planos arenosos dispostos mais para o interior estão recobertos por Areias Quartzosas Marinhas com Formações Pioneiras Marinhas. Em alguns trechos, também mais para o interior, destacam-se dunas de uma geração anterior às do litoral, atualmente já colonizadas pela vegetação. Localmente, próximo a canais de drenagem, ocorrem áreas inundadas com Gleissolos e Areias Quartzosas Marinhas e a planície fluviomarinha com Solos Indiscriminados de Mangue.

Esses ambientes são fortemente instáveis, com vulnerabilidade crítica, com exceção dos planos arenosos, cuja vulnerabilidade é muito alta, caracterizando-se,

assim, como muito frágeis. O clima regional é úmido com pluviosidade anual entre 1.500 mm e 2.000 mm. Esta área é utilizada pelas atividades turísticas, principalmente nas dunas próximas a Barreirinhas.

3) Baixada Maranhense

Composta por três geofácies (quadro 01), corresponde a áreas inundadas e/ou sujeitas a inundações, em cotas altimétricas variando de 20 m a 55 m, constituídas por depósitos fluviomarinhos holocênicos, onde dominam os Gleissolos e Solos Aluviais, recobertos pela vegetação de Formações Pioneiras Aluviais. Esta área é utilizada pela atividade pesqueira e a cata de mariscos. Nas proximidades do litoral, ocorrem a planície fluviomarinha com Solos Indiscriminados de Mangue e nos planos interfluviais, os solos dominantes são os Plintossolos e a cobertura vegetal é a vegetação secundária da Floresta mais Formações Pioneiras Aluviais e a agropecuária com criação predominantemente de bubalinos. O clima regional é úmido, com pluviosidade anual variando de 1.700 mm a 1.900 mm. Nessa unidade, dominam os ambientes instáveis com vulnerabilidade muito alta.

4) Superfície Sublitorânea de Bacabal

Engloba cinco geofácies (quadro 01) e caracteriza-se por uma superfície rampeada, com níveis altimétricos entre 70 m e 100 m, correspondendo a um relevo plano com dissecação incipiente em lombas e colinas, onde, em alguns trechos, destacam-se morros residuais. Estas formas foram modeladas nos siltitos, argilitos e por vezes arenitos argilosos da Formação Itapecuru que originaram Plintossolos, Plintossolos Concrecionários e Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários. Próximo à foz do Rio Itapecuru, há ocorrência de granito-gnaisse com cobertura detrítica, em relevo plano com Latossolos Amarelos. A análise da dinâmica dessa área mostra um domínio dos ambientes em transição ou com tendência à instabilidade, com vulnerabilidade moderada. Nessa unidade, a floresta foi devastada para dar lugar a implantação de grandes pastagens e, na área de Rosário, destaca-se um polo industrial. O clima regional é úmido com pluviosidade anual de 1.700 mm a 1.900 mm.

5) Superfície do Gurupi

Abrange quatro geofácies (quadro 01), tratando-se de uma superfície rampeada em direção ao Rio Gurupi, talhada em siltitos e argilitos com intercalações de arenitos argilosos da Formação Itapecuru, onde dominam os

Plintossolos. Na parte sudeste, esta superfície está dissecada em colinas e localmente morros com solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. Em alguns trechos, as colinas estão recobertas por solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários. As cotas altimétricas desta unidade decaem de sul para norte e de leste para oeste, em direção ao Rio Gurupi, e variam de 20 m nas proximidades do litoral até 300 m no limite com o Planalto Dissecado do Pindaré/Grajaú, e há um domínio dos ambientes em transição com vulnerabilidade moderada.

A Floresta Ombrófila nessa área está conservada e se mantém em função da Reserva Florestal do Gurupi; em vários trechos, a floresta foi devastada, dando lugar a vegetação secundária, agropecuária e agricultura de subsistência. O clima regional é úmido, com pluviosidade anual variando de 1.600 mm a 2.000 mm.

6) Superfície do Baixo Gurupi

Localizada no extremo noroeste do estado, com altimetrias variando de 10 m a 40 m, essa unidade compõe-se de quatro geofácies (quadro 01) e caracteriza-se como uma superfície rampeada em direção ao litoral, esculpida em rochas intrusivas e extrusivas da Formação Tromaí, de idade pré-cambriana. Os processos erosivos que agiram nessa área mascararam as influências litológicas sobre o relevo e os solos que correspondem a planos com Plintossolos e colinas e lombas com Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários, caracterizando o ambiente como em transição, com vulnerabilidade moderada. O clima regional é úmido, com pluviosidade anual variando de 1.600 mm a 2.200 mm, e domina a vegetação secundária da floresta com agropecuária. Nas proximidades de Aurizona e outras áreas do Município de Godofredo Viana, ocorrem mineração e garimpo de ouro.

7) Colinas e Cristas do Gurupi

Situada no médio Rio Gurupi, no noroeste do estado, esta unidade contém três geofácies (quadro 01) e caracteriza-se por uma dissecação em colinas e cristas dispostas preferencialmente de noroeste para sudeste, em razão da estrutura geológica que expôs os gnaisses e migmatitos do Complexo Maracaçumé, os xistos da Formação Santa Luzia e metassedimentos do Grupo Gurupi. Sobre esses relevos, desenvolveram-se solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários; entre as colinas e as cristas, ocorrem planos rampeados com Plintossolos. Esse é um ambiente em transição com dominância de vulnerabilidade baixa e moderada. Esta unidade está em cotas altimétricas de 80 m a 170 m e está na área da Reserva Florestal do Gurupi, mas, em alguns trechos, ocorre extrativismo vegetal

e, em outros, a floresta foi devastada para a implantação de agropecuária e mineração de ouro. O clima regional é úmido, com pluviosidade anual entre 1.600 mm e 2.200 mm.

8) Tabuleiros Costeiros Maranhenses

Na parte norte do estado, inclusive na Ilha de São Luís, ocorre um relevo plano e/ou dissecado em colinas e lombas, talhado sobre Coberturas Detríticas-Lateríticas que geraram Latossolos Amarelos, com vulnerabilidade baixa e moderada. Esses relevos estão em cotas altimétricas que variam em torno de 10 m a 40 m. Onde a cobertura foi retirada, afloram os siltitos e argilitos da Formação Itapecuru, num relevo em colinas com solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários e vulnerabilidade alta. Esta unidade compõe-se de três geofácies (quadro 01) e apresenta um clima regional úmido, com pluviosidade anual variando de 1.800 mm a 2.000 mm, e uma dominância da vegetação secundária da floresta mais agropecuária; na Ilha de São Luís, além do distrito industrial, destacam-se a atividade mercantilista e o setor de serviços, que empregam grande contingente de mão de obra do estado. Além disso, ocorre a atividade turística, aproveitando a beleza das praias da área e o casario da época colonial.

9) Planalto Dissecado do Pindaré/Grajaú

Esta unidade contém nove geofácies (quadro 01) e caracteriza-se por topos planos, onde a vulnerabilidade é muito baixa, e vertentes dissecadas em coberturas detríticas, com níveis lateríticos, de idade pleistocênica, onde a vulnerabilidade dominante é alta. Os topos planos, com altitudes de 100 m a 300 m, acham-se limitados por escarpas e correspondem a restos de chapadas que foram isolados pela dissecação e mantidos pelos níveis lateríticos. Nessas áreas, há dominância dos Latossolos Amarelos. Nas áreas onde a dissecação expôs as litologias da Formação Itapecuru, dominam os Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, álicos e distróficos e, em alguns trechos, ocorrem planos rampeados com Areias Quartzosas. O clima regional varia de úmido, na parte norte da unidade, ao subúmido a semiárido, no sul, com pluviosidade anual variando de 1.000 mm a 1.800 mm. A cobertura vegetal dominante é a Floresta Ombrófila, onde ocorre o extrativismo vegetal de madeira, principalmente na parte oeste da unidade. Além disso, em certos trechos, destacam-se a vegetação secundária e a agropecuária. A sudeste ocorrem áreas de Savana Arbórea Aberta.

10) Planalto Dissecado do Itapecuru

Com altitudes entre 140 m e 200 m, este planalto apresenta sete geofácies (quadro 01) e caracteriza-se por colinas e morros onde ocorrem solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários, em siltitos e argilitos com intercalações de arenitos argilosos da Formação Itapecuru. Entre esses relevos observam-se vales pedimentados com Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos derivados dos folhelhos, siltitos argilosos, calcários e margas da Formação Codó. Em alguns trechos, destacam-se relevos residuais de topo plano e colinas, recobertos por Latossolos Amarelos. No trecho cortado pelo Rio Itapecuru, observa-se um relevo plano que corresponde a um antigo nível de terraço desse rio, com Areias Quartzosas e Plintossolos. Há um domínio dos ambientes instáveis com vulnerabilidade alta. Nesta unidade, cujo clima regional varia de subúmido a semiárido e subúmido, com pluviosidade anual entre 1.400 mm e 1.600 mm, a vegetação original de floresta foi substituída pela agropecuária e pela agricultura de subsistência, praticada principalmente nos vales; na área de Codó, destaca-se a mineração de calcário e gipsita.

11) Chapada de Barra do Corda

Situada na parte central do Maranhão, esta unidade engloba seis geofácies (quadro 01) e caracteriza-se pela dominância dos relevos planos com dissecação em lombas, e em amplos interflúvios tabulares, talhados em coberturas detríticas com níveis lateríticos que geraram Latossolos Amarelos. Essas características indicam vulnerabilidade baixa para essa área. Esses níveis mais resistentes é que mantêm o topo da chapada, que está em cotas altimétricas de 80 m a 300 m. Na parte leste, a erosão expôs os arenitos friáveis da Formação Grajaú, com relevo dissecado em colinas e Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários, com alta vulnerabilidade aos processos erosivos. Ao longo de alguns vales, as litologias basálticas da Formação Mosquito originaram solos de média fertilidade (Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos) sobre lombas e colinas (vulnerabilidade baixa). O clima regional é de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual de 1.000 mm a 1.300 mm. Esta é uma área de contato da Savana com a Floresta Semidecidual que, em alguns trechos, foi devastada para dar lugar à agropecuária e à agricultura de subsistência.

12) Depressão de Imperatriz

Posicionada entre um planalto e um patamar, na parte oeste da área, na margem direita do Rio Tocantins, esta unidade contém dez geofácies (quadro 01) e

está em níveis altimétricos de 95 m, chegando, em alguns trechos, a 300 m. Caracteriza-se por relevos planos rampeados em direção à drenagem com Podzólicos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos e Areias Quartzosas. Nas áreas dissecadas, dominam os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, Brunizens, Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários e Latossolos Amarelos. Na parte sul e sudeste, ocorrem áreas abaciadas periodicamente inundadas e colinas com Vertissolos. Nessa unidade, a vulnerabilidade é baixa nos topos e alta nos dissecados e áreas inundadas. O substrato rochoso dessa área é composto por arenitos argilosos, siltitos, folhelhos, margas e calcários das Formações Itapecuru e Codó. O clima regional é úmido, com pluviosidade anual entre 1.300 mm e 1.800 mm. Há dominância da agropecuária mais a vegetação secundária da floresta e agricultura de subsistência e, em alguns trechos, ocorre contato da Savana com a Floresta. Na parte oeste, destaca-se a agricultura comercial de cana-de-açúcar.

13) Tabuleiros Sublitorâneos

Esta unidade engloba dois geofácies (quadro 01) e situa-se no nordeste do estado, correspondendo a um relevo plano entalhado por uma drenagem de direção predominante sul-norte, ao longo da qual ocorrem lombas e colinas suaves, sobre os arenitos sílticos-argilosos da Formação Barreiras. Os Latossolos Amarelos que dominam a área estão associados a Areias Quartzosas, e o clima regional é o subúmido, com pluviosidade anual entre 1.400 mm e 1.600 mm. Esse é um ambiente em transição, com vulnerabilidade baixa nos topos e moderada nos dissecados. As altitudes nessa área variam de 25 m a 100 m, decaindo de sul para norte e, nesse sistema, a cobertura vegetal é representada pelo contato de Savana com a Floresta mais a agropecuária.

14) Patamar de Caxias

Caracteriza-se por áreas planas, rampeadas em relação à drenagem, com Plintossolos e Areias Quartzosas resultantes da cobertura arenoargilosa descontínua sobre os arenitos argilosos de Formação Corda. Destacam-se na paisagem, relevos residuais em colinas, cristas, pontões e morros talhados nos arenitos argilosos da Formação Motuca, com solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários. Essas características fazem dessa área um ambiente instável, com predominância da vulnerabilidade alta. Esta unidade, que é composta por quatro geofácies (quadro 01), está em altitudes que variam de 120 m a 155 m e

sob clima regional de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual entre 1.300 mm e 1.500 mm. A cobertura vegetal é representada pelo contato da Savana com a Floresta, com o predomínio da primeira. Esta vegetação tem sido devastada para dar lugar a agropecuária e a agricultura de subsistência. Caxias, que é a principal cidade da área em questão, destaca-se como um polo industrial que emprega um grande contingente da mão de obra local.

15) Tabuleiros do Parnaíba

Na margem esquerda do Rio Parnaíba, ocorrem planos irregulares em níveis altimétricos diferenciados (entre 20 m e 400 m na parte sul), modelados em cobertura arenoargilosa, com nível concrecionário na base, com Latossolos Amarelos e Podzólicos Vermelho-Amarelos, e apresentam baixa vulnerabilidade aos processos erosivos. Nas vertentes dissecadas em colinas e morros, ocorrem os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários e Solos Litólicos, e as litologias dominantes são representadas pelos arenitos, siltitos e folhelhos das Formações Pedra de Fogo e Piauí. Principalmente nas áreas de Solos Litólicos, os problemas erosivos são intensos, com ravinamentos expressivos, traduzindo um ambiente fortemente instável com vulnerabilidade crítica. Nesta unidade onde foram mapeados seis geofácies (quadro 01), o clima regional é de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual variando de 1.100 mm a 1.400 mm, e a vegetação é caracterizada pelo contato da Savana com a Floresta, dominando a Savana Arbórea Aberta, descaracterizada em alguns trechos para implantação da agropecuária e agricultura de subsistência. Nas proximidades de Coelho Neto, ocorre a agricultura comercial da cana-de-açúcar e reflorestamento.

16) Tabuleiros do Médio Itapecuru

Neste sistema natural com seus três geofácies (quadro 01), há predomínio dos topos dissecados em lombas e colinas entalhadas em cobertura arenoargilosa, por vezes concrecionária, sobre os arenitos argilosos de finos a médios da Formação Corda, em níveis altimétricos variando de 180 m a 240 m, recobertos por Latossolos Amarelos. Aí, a vulnerabilidade é baixa nos dissecados em lombas e moderada nas áreas colinosas. Ao longo da drenagem, ocorre uma dissecação em colinas com Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários, onde as condições ambientais indicam vulnerabilidade alta. O clima regional é de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual variando de 1.200 mm a 1.400 mm, e a

vegetação é caracterizada pelo contato Savana/Floresta com a agropecuária e agricultura de subsistência.

17) Patamar das Cabeceiras do Mearim

Corresponde a planos rampeados com Latossolos Amarelos e Areias Quartzosas sobre cobertura arenoargilosa, em níveis altimétricos que variam de 200 m a 500 m. Em alguns trechos, principalmente no baixo curso do Rio Alpercatas e seus afluentes, o relevo é em colinas, com Latossolos Amarelos e Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários em arenitos da Formação Sambaíba. Os morros residuais que se destacam na paisagem apresentam Solos Litólicos. A vulnerabilidade nessa área varia de moderada a muito alta, dependendo das características ambientais. Nessa unidade, composta por quatro geofácies (quadro 01), domina um clima regional de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual variando de 1.000 mm a 1.200 mm, e a cobertura vegetal é a Savana Parque mais a Savana Arbórea Aberta.

18) Patamar de Porto Franco/Fortaleza dos Nogueiras

Na parte oeste do estado, a presença dos basaltos da Formação Mosquito geraram solos de alta fertilidade natural, representados pela Terra Roxa Estruturada em lombas e colinas, que é dominante e caracteriza essa unidade, e, nas áreas abaciadas sujeitas a inundações periódicas, por Vertissolos. A ocorrência dos arenitos da Formação Sambaíba é responsável pelo aparecimento dos solos de baixa e média fertilidade natural: Areias Quartzosas e Latossolos Roxos nos relevos planos, Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários e Solos Litólicos nas colinas e morros. As características ambientais desse sistema indicam predomínio da vulnerabilidade alta. Nessa unidade, composta por nove geofácies (quadro 01), as cotas altimétricas variam de 150 m nas proximidades do Rio Tocantins, a 650 m na parte leste; o clima regional é de subúmido a semiárido na parte sul, e subúmido no norte, com pluviosidade anual entre 1.300 mm e 1.600 mm, e a vegetação dominante é a da Savana em suas três fisionomias: Savana Arbórea Aberta e Densa, e Savana Parque. Em alguns trechos, essa vegetação deu lugar à agropecuária.

19) Planos Arenosos de Riachão

Esta unidade, com seus quatro geofácies (quadro 01), localiza-se no sudoeste do estado, na área drenada pelo Rio Tocantins, e caracteriza-se pelos planos com Areias Quartzosas resultantes da decomposição dos arenitos da Formação

Sambaíba, em altitudes em torno de 150 m. Esses planos ocorrem ao longo da drenagem e entre relevos residuais, conformando mesas com Solos Litólicos, e em alguns trechos com Terra Roxa Estruturada, em altitudes de 400 m. Esses relevos são mantidos por fácies resistentes do arenito e pelas intrusões de basalto da Formação Mosquito em subsuperfície. Localmente ocorre relevo plano em posição interfluvial com Latossolo Roxo. Essas características indicam ambientes instáveis com vulnerabilidade alta, com exceção dos planos com Terra Roxa que, por sua constituição, criam um ambiente estável com vulnerabilidade muito baixa. O clima regional é subúmido na parte norte e de subúmido a semiárido no setor sudeste, com pluviosidade anual entre 1.300 mm e 1.700 mm, e a vegetação dominante é a Savana (Arbórea Densa e Aberta, e Savana Parque) e, em alguns locais, a atividade turística é representada pelas cachoeiras dos rios Itapicuru, Farinha e Ribeirão Pedra Caída, afluentes do Tocantins, e também pelas praias desse rio.

20) Depressão do Rio Sereno

Situada na parte sudoeste do estado, esta unidade com cinco geofacies (quadro 01) está em altitudes de 170 m a 300 m e caracteriza-se pelo domínio dos relevos rampados em direção à drenagem, com Plintossolos e Areias Quartzosas. Em alguns trechos, ocorrem relevos residuais de topo plano com Latossolos Amarelos e morros residuais com Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários. No centro-leste deste sistema natural, observam-se áreas abaciadas sujeitas a inundações periódicas, em solos com problemas de drenagem (Plintossolos). A litologia dominante é representada por arenitos argilosos, arenitos friáveis, siltitos e folhelhos às vezes calcíferos, da Formação Motuca, e arenitos argilosos, siltitos e folhelhos com nódulos de silexito, da Formação Pedra de Fogo. Dependendo das condições ambientais, a vulnerabilidade nessa área varia de baixa nos planos com Latossolos a muito alta nas áreas sujeitas a inundações. O clima regional é subúmido e de subúmido a úmido, com pluviosidade anual entre 1.200 mm e 1.700 mm. Há domínio da Savana Arbórea Aberta e Densa localmente descaracterizada pela agropecuária. A cidade de Carolina, situada nessa área, funciona como um polo turístico, onde destacam-se as praias formadas pelo Rio Tocantins e as cachoeiras da região.

21) Tabuleiros de Balsas

Compõem-se de oito geofácies (quadro 01) e caracterizam-se por relevos planos localmente limitados por escarpas com Latossolos Amarelos

(vulnerabilidade baixa) e Areias Quartzosas (vulnerabilidade alta), resultantes da cobertura arenoargilosa e por vertentes dissecadas em lombas e colinas onde ocorrem solos Plintossolos, Podzólicos Vermelho-Amarelos, Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários e localmente Cambissolos, com vulnerabilidade alta e muito alta. As litologias dominantes aí são os arenitos argilosos, siltitos, folhelhos com intercalações de leitos de calcário, da Formação Motuca, e siltitos e folhelhos com laminações de carbonato e silexito, e arenitos com nódulos de silexito, da Formação Pedra de Fogo. Esta unidade está em níveis altimétricos que variam de 150 m a 400 m e sob um clima regional de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual de 1.100 mm a 1.200 mm. A vegetação que predomina nessa área é a da Savana Arbórea Aberta descaracterizada em alguns trechos, principalmente a leste de Balsas, ao longo da BR-230 e no trecho entre Balsas e Fortaleza dos Nogueiras, para implantação da agricultura comercial da soja e sementes de capim, com pecuária subordinada.

22) Vãos do Alto Itapecuru (22)

Este sistema com seis geofácies (quadro 01), corresponde aos vales do Alto Rio Itapecuru, do Alpercatas e do Balseiros que entalham as chapadas que ocorrem nessa área, sob clima regional de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual entre 1.000 mm e 1.200 mm. Na parte oeste, esses vãos caracterizam-se como amplos vales pedimentados que entalham arenitos de finos a médios, friáveis, da Formação Sambaíba, com Latossolos e Areias Quartzosas. As cotas altimétricas aí variam de 350 m a 400 m, e a drenagem é controlada por alinhamentos estruturais de direção oeste-leste. Nesse trecho, dominam a Savana Arbórea Aberta e a Savana Parque. Na parte leste, a drenagem está disposta de sul para norte e os vãos acham-se dissecados em lombas e colinas, com Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-Escuros talhados sobre os arenitos argilosos de muito finos a siltosos, com intercalações de folhelhos da Formação Pastos Bons. Subordinadamente ocorrem rochas intrusivas básicas na forma de diques e soleiras. Em alguns trechos, as colinas estão recobertas por Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários. A diversidade dos componentes ambientais nessa unidade faz com que a vulnerabilidade varie de baixa a alta. As altitudes nesse trecho variam de 200 m a 300 m, e a vegetação dominante é a Savana Arbórea Aberta e Densa, em trechos descaracterizada pela agropecuária e pela agricultura de subsistência.

23) Chapadões do Alto Itapecuru

Relevo plano com Latossolos Amarelos de baixa vulnerabilidade, modelados em Cobertura Detrítica-Laterítica. Este relevo é limitado por escarpas dissecadas com Solos Litólicos e Podzólicos Vermelho-Amarelos Concrecionários, com vulnerabilidade muito alta, entalhando os arenitos argilosos da Formação Corda (geofacies a, b e c – quadro 01). O topo dos chapadões é mantido pelo nível de laterita, que chega a até 4 m de espessura, e as cotas altimétricas variam de 300 m na parte leste a 500 m no oeste. Esses chapadões acham-se muito recortados pela drenagem que isolou blocos, conhecidos regionalmente como serra das Alpercatas e serra do Itapecuru, além de denominações locais como serra da Crueira. O clima regional é de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual entre 1.100 mm e 1.300 mm e domina uma vegetação de Savana Arbórea Aberta. Em alguns trechos, a Savana foi devastada para implantação da cultura do arroz de sequeiro, principalmente próximo à localidade de São Domingos do Azeitão, e para a agropecuária.

24) Chapadas do Alto Parnaíba

Topos planos modelados em Cobertura Detrítica-Laterítica que geraram Latossolos Amarelos, limitados por escarpas dissecadas onde ocorrem Solos Litólicos em arenitos localmente argilosos, níveis de siltitos argilosos e argilitos da Formação Piauí (geofacies a e b – quadro 01). Nos topos, a vulnerabilidade aos processos erosivos é baixa e, nas escarpas, é alta. A exemplo dos Chapadões do Alto Itapecuru, as chapadas aqui também acham-se recortadas pela drenagem e se dispõem na direção sul-norte. O bloco principal é conhecido como Serra do Penitente, e as cotas altimétricas aí variam de 150 m na margem do Parnaíba, na localidade de Ribeiro Gonçalves, até 600 m na citada serra. O clima regional é de subúmido a semiárido e subúmido, com pluviosidade anual entre 1.100 mm e 1.500 mm. A vegetação dominante é a Savana Arbórea Densa e Aberta, devastada principalmente na Serra do Penitente, pela agricultura comercial da soja.

25) Vãos do Alto Parnaíba

Esta unidade contendo cinco geofácies (quadro 01) corresponde aos vales amplos e pedimentados do alto curso dos rios Parnaíba, das Balsas e Manuel Alves Grande, afluente do Tocantins, onde dominam planos rampeados com Latossolos Amarelos e Areias Quartzosas. Ao longo do Rio Manuel Alves Grande, ocorrem áreas abaciadas sujeitas a inundações no período chuvoso, com Plintossolos, e, no

Rio Parnaíba, observam-se relevos residuais colinosos com Solos Litólicos. As condições ambientais dessa unidade levaram à identificação de áreas com vulnerabilidade de moderada a muito alta. Esses vãos foram entalhados em arenitos, localmente siltitos, argilitos e folhelhos com intercalações de calcário da Formação Piauí, em cotas altimétricas que variam de 350 m a 500 m. Domina um clima de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual entre 1.100 mm e 1.300 mm, e a vegetação é a Savana Parque, Arbórea Aberta e Densa, que localmente deram lugar à agropecuária e à agricultura de subsistência.

26) Cabeceiras do Parnaíba

Esta unidade caracteriza-se por rampas em direção à drenagem principal, onde dominam as Areias Quartzosas com alta vulnerabilidade à erosão, e por borda de patamar dissecado com Solos Litólicos (vulnerabilidade muito alta), em arenitos da Formação Sambaíba, com níveis de sílex e basalto no topo e basaltos da Formação Mosquito, com intercalação de arenitos. Na parte oeste, destacam-se relevos residuais de topo plano com Latossolos Amarelos, limitados por escarpas, configurando-se como restos das chapadas que ocorrem no sul do estado. Aí a vulnerabilidade é baixa. As cotas altimétricas aí variam de 500 m a 650 m e decaem de sul para norte. O clima regional é de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual entre 1.200 mm e 1.300 mm, e a vegetação é a Savana Parque mais a Savana Arbórea Aberta.

27) Chapada das Mangabeiras

Esta unidade é que faz o limite sul do Estado do Maranhão com o Estado do Tocantins, sendo mais expressiva neste último estado e na Bahia; só a sua vertente norte é que está na área estudada. Caracteriza-se por topo plano em cotas altimétricas em torno de 800 m, com Latossolos Amarelos (geofácies 01) modelados sobre cobertura arenoargilosa concrecionária que recobre os arenitos da Formação Urucuia, com vulnerabilidade baixa. Este topo está limitado por escarpas dissecadas sobre os arenitos, com Solos Litólicos e cotas em torno de 600 m; aí a vulnerabilidade é muito alta, caracterizando o ambiente como instável. O clima regional é de subúmido a semiárido, com pluviosidade anual entre 1.200 mm e 1.300 mm. As vegetações dominantes são a Savana Parque no topo e a Savana Arbórea Aberta nas escarpas.

28) Planícies Fluviais

Esta é uma unidade atípica, já que corta vários sistemas naturais, independendo da região fitoclimática. Correspondem às várzeas e terraços fluviais, dispostos ao longo dos rios principais, compostos pelas aluviões holocênicas, e estão sujeitos a inundações durante as enchentes. Nessas áreas, dominam os Solos Aluviais e/ou Gleissolos, com cobertura vegetal dominante de Formações Pioneiras com influência fluvial. Essa vegetação tem sido devastada para a implantação de agricultura de subsistência e/ou pastagem. Este é um ambiente instável, com vulnerabilidade alta e muito alta. Os principais rios onde as planícies são representadas nessa escala de trabalho são o Parnaíba, o Tocantins, o Pindaré, o Grajaú, o Mearim e o médio Itapecuru.